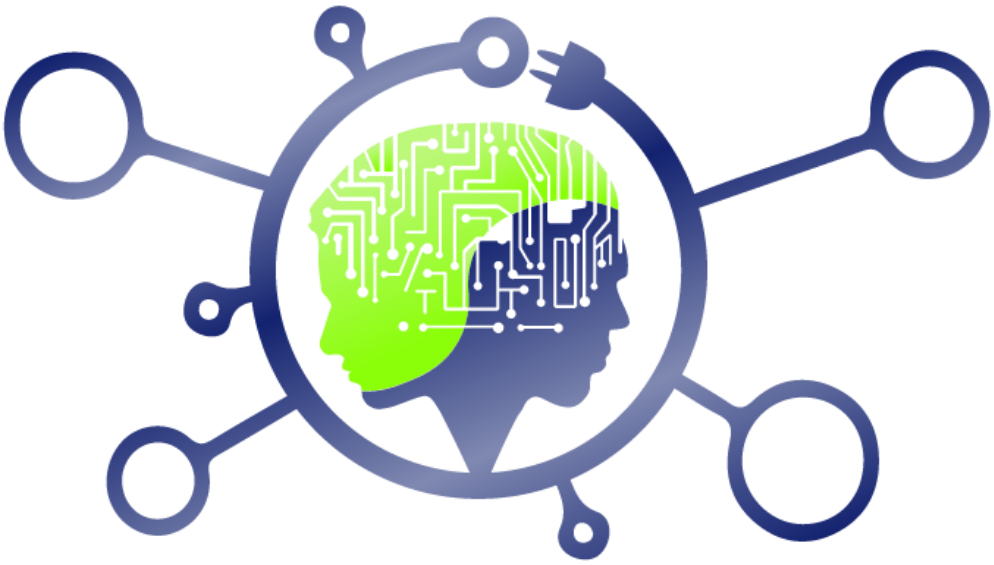
ACTAS DEL XXII CONGRESO INTERNACIONAL DE INTERACCIÓN PERSONA-ORDENADOR



INTERACCIÓN 2022

AIPO

CHISPA

Escuela Universitaria Politécnica - Teruel
Universidad Zaragoza

Universidad Zaragoza
1542

Fundación Universitaria Antonio Gargallo

Teruel AYUNTAMIENTO

Diputación de Teruel

CAJA RURAL DE TERUEL

Editores:
Jesús Gallardo Casero
Presidente del Comité de Programa de Interacción 2022

Sergio Albiol Pérez
Sandra Baldassarri
Silvia Mª Hernández Muñoz
Raquel Lacuesta Gilaberte
Arcadio Reyes-Lecuona
Copresidentes del Comité de Programa de Interacción 2022

© Los autores

Diseño y maquetación: Los autores

Diseño gráfico del logotipo: Nadia Marín Asensio

ISBN: 978-84-09-46611-5

Esta obra está sujeta a una licencia Creative Commons:
Reconocimiento - No comercial - SinObraDerivada (cc-by-nc-nd):
http://creativecommons.org/licences/by-nc-nd/3.0/es
Cualquier parte de esta obra se puede reproducir sin autorización pero con el reconocimiento y atribución de los autores. No se puede hacer uso comercial de la obra y no se puede alterar, transformar o hacer obras derivadas.

Actas del XXII Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador
(Interacción 2022)

INTERACCIÓN 2022

AIPO

https://interaccion2022.unizar.es/

Teruel, España, del 7 al 9 de septiembre de 2022

Índice **5**

Editorial **7**

Programa **10**

Comités científicos **16**

Artículos científicos largos **19**

Artículos científicos cortos **79**

Artículos relevantes ya publicados **114**

Resúmenes de artículos publicados en ICPS (ACM) **122**

Presentación de demostraciones **139**

Presentación de grupos y proyectos de investigación **144**

Coloquio doctoral **165**

Trabajos premiados en los concursos de Trabajos Fin de Grado y Máster **176**

EDITORIAL

En la presente publicación se recogen los trabajos aceptados en las diferentes modalidades para su presentación en el XXII Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador (Interacción 2022), que se celebró del 7 al 9 de septiembre de 2022 en la localidad de Teruel. Esta ha sido la primera edición totalmente presencial de este evento desde 2019, dado que en 2020 no se celebró por la pandemia de COVID-19 y en 2021 se celebró en formato híbrido, mezclando asistentes presenciales y a distancia.

Este congreso es promovido por la Asociación de Interacción Persona-Ordenador (AIPO), junto al capítulo español de ACM SIGCHI (CHISPA), y su organización local ha recaído en esta ocasión en miembros de los grupos de investigación AffectiveLab y EduQTech de la Escuela Universitaria Politécnica de Teruel de la Universidad de Zaragoza. Para poder celebrar esta edición hemos contado con el apoyo en la gestión administrativa y económica de la Fundación Universitaria Antonio Gargallo, y con el apoyo económico de AIPO, la Escuela Universitaria Politécnica de Teruel, la Universidad de Zaragoza y la propia Fundación Universitaria Antonio Gargallo.

AIPO lleva promoviendo este congreso desde el año 2000, habiéndose celebrado durante sucesivas ediciones en Granada (2000), Salamanca (2001), Leganés (2002), Vigo (2003), Lleida (2004), Granada (durante la celebración del CEDI 2005), Puertollano (2006), Zaragoza (durante la celebración del CEDI 2007), Albacete (2008), Barcelona (2009), Valencia (durante la celebración del CEDI 2010), Lisboa (2011), Elche (2012), Madrid (durante la celebración del CEDI 2013), Tenerife (2014), Vilanova i la Geltrú (2015), Salamanca (durante la celebración del CEDI 2016), Cancún (2017), Palma (2018), San Sebastián (2019), Málaga (durante la celebración del CEDI 2021) y ahora Teruel (2022).

A través de las distintas ediciones, Interacción se ha consolidado como uno de los congresos más relevantes a nivel español y latinoamericano, siendo actualmente punto de referencia para la comunidad investigadora en Interacción Persona Ordenador (IPO). En sus comunicaciones podemos ver diferentes y nuevas perspectivas de la investigación y desarrollo de la IPO tanto desde el punto de vista académico, como el social y el empresarial. A partir de los distintos proyectos acometidos, Interacción, junto con AIPO, ha suscitado el interés de investigadores de los distintos campos (informática, telecomunicaciones, arte y diseño, psicología, sociología, etc.) que componen un área multidisciplinar como es IPO.

El objetivo principal de Interacción 2022 ha sido reunir a investigadores, estudiantes y profesionales en IPO, tanto del mundo académico como de la industria, para promover la presentación de propuestas innovadoras, el intercambio de ideas y la discusión. Interacción 2022 ha buscado un enfoque multidisciplinar de la disciplina de IPO, de forma que se pudiera atraer a quienes trabajan en informática, pero también en otras disciplinas.

Este año, dentro de Interacción 2022 se ha celebrado el *workshop* Rehab 2022, dedicado a las tecnologías de información y comunicación aplicada a la rehabilitación de pacientes. Este *workshop* ha tenido su propia llamada a contribuciones y comité de programa.

Se han recibido este año un total de 39 contribuciones para el *track* principal del congreso, el formado por artículos científicos largos y cortos. De esas 39, fueron aceptadas 32 contribuciones, dando una tasa de aceptación del 82%. Dentro de los artículos largos y cortos, existía la posibilidad

de que el artículo fuera elegible para su publicación en actas de la serie ICPS de ACM. Para ello, los artículos debían estar en inglés o presentar un resumen extendido de dos páginas en inglés. Un total de 26 artículos (de entre los 39 antes mencionados) fueron elegibles para su publicación en estas actas, de los cuales finalmente fueron aceptados 18, ya que los 8 restantes, o bien no fueron aceptados en el congreso, o bien lo fueron, pero eliminando su posibilidad de publicación en estas actas. Así, las actas publicadas por ACM han tenido una tasa de aceptación del 69%.

Otros tipos de contribuciones que han sido aceptadas en el congreso han sido: 2 demostraciones de herramientas, 3 artículos relevantes ya publicados en revistas o congresos de impacto, 7 presentaciones de grupos o proyectos de investigación y 4 contribuciones al coloquio doctoral. Finalmente, también se han presentado en el congreso los 4 trabajos que han recibidos los premios y accésits de los concursos de Trabajos Fin de Grado y Trabajos Fin de Máster que convoca anualmente AIPO. Eso ha dado un total de 50 contribuciones presentadas en el congreso, sumando las diferentes tipologías.

El congreso ha acogido tres conferencias plenarias, estando una de ellas ligada al *workshop* Rehab. La primera conferencia plenaria fue impartida por el dúo artístico Varvara&Mar, formado por Varvara Guljajeva y Mar Canet. La conferencia que impartieron, enmarcada en la línea de arte interactivo que se viene trabajando recientemente en el congreso, se tituló “Artist guided neural networks – automated creativity or tools for extending minds?”, y versó sobre cómo herramientas informáticas como las redes neuronales y otras similares están revolucionando el mundo del arte, con consecuencias que pueden llegar a ser controvertidas.

La segunda conferencia invitada vino de la mano del programa ACM Distinguished speakers, al cual el congreso se acoge gracias al auspicio de CHISPA. El conferenciante fue Andrés Lucero, de la Universidad de Aalto, Finlandia. Lucero es un gran experto en aspectos de experiencia de usuario, con experiencia en el ámbito académico y también de la empresa privada, al haber trabajado en Nokia. La charla de Lucero se tituló “Creating Delightful User Experiences”, y versó sobre aspectos relacionados con el concepto de “juego” y “jugabilidad” en relación con la experiencia de usuario, incluyendo también otros aspectos curiosos como por ejemplo los relacionados con la Interacción Animal-Ordenador.

En cuanto a la tercera conferencia invitada, fue impartida por el Catedrático de la Universidad de Castilla-La Mancha Manuel Ortega Cantero. Ortega es uno de los investigadores pioneros en el campo de IPO en España, y participó en el germen de AIPO y de la conferencia Interacción. Su charla, vinculada al *workshop* Rehab 2022, se tituló “Eye tracking for analysis of usability and application to rehabilitation”, y en ella trató acerca del campo del seguimiento ocular como técnica para estudios de UX y usabilidad, relacionándolo con el ámbito de la rehabilitación.

Finalmente, otra actividad relevante del congreso ha sido la sesión de IPO en la empresa, en la cual representantes de cuatro empresas de Teruel (Sóteon, Edison/Starglob, Turomás y Fertinagro Biotech/Térvalis) han impartido charlas en las cuales han expuesto cómo la IPO es de interés en los campos en los que trabajan. La visión ha sido amplia al participar dos empresas del ámbito más puramente informático junto a otras dos en las cuales la informática es un instrumento para alcanzar sus fines.

Queremos agradecer a las entidades colaboradoras su ayuda para la celebración de este congreso, a AIPO y CHISPA por su apoyo constante, a los miembros del comité de programa por sus valiosas revisiones, a los moderadores de las sesiones por su trabajo, y en general a todos los que han hecho posible que el congreso haya sido un éxito, tanto en la parte científica como en la social, permitiendo que la comunidad IPO de habla hispana haya podido reunirse de nuevo y se hayan puesto las bases para retomar la intensa actividad que se venía llevando a cabo antes de la pandemia de COVID-19.

Jesús Gallardo Casero
Presidente del Comité de Programa de Interacción 2022

Sergio Albiol Pérez
Sandra Baldassarri
Silvia Mª Hernández Muñoz
Raquel Lacuesta Gilaberte
Arcadio Reyes-Lecuona
Copresidentes del Comité de Programa de Interacción 2022

	Miércoles 7 de septiembre				Jueves 8 de septiembre					Viernes 9 de septiembre		
	Salón de actos	Sala de juntas	Comidas/eventos		Salón de actos	Sala de juntas	Sala de exposiciones	Comidas/eventos		Salón de actos	Sala de juntas	Comidas/eventos
8:30			Apertura del registro	8:30					8:30	Workshop Rehab		
9:00	Sesión de apertura			9:00		Presentación de grupos y proyectos	Presentaciones demos		9:00		Concurso TFG/TFM	
9:30				9:30	Sesión "Accesibilidad"				9:30			
10:00	Conferencia Varvara & Mar	Coloquio doctoral		10:00		Sesión "Juegos-I"	Demos		10:00		Sesión "Juegos-II"	
10:30				10:30					10:30			
11:00			Coffee break	11:00				Coffee break	11:00			Coffee break
11:30	Sesión "Arte interactivo"			11:30		Sesión "Engendering Technologies"			11:30	Sesión empresas e IPO		
12:00				12:00					12:00			
12:30	Sesión "Experiencia de usuario"	Sesión "Salud e IPO"		12:30	Conferencia Andrés Lucero				12:30			
13:00				13:00					13:00	Clausura		
13:30			Comida en Restaurante El Milagro	13:30				Comida en Restaurante El Milagro	13:30			Comida en Restaurante El Milagro
14:00				14:00					14:00			
14:30				14:30					14:30			
15:00				15:00					15:00			
15:30	Sesión "Desarrollo y evaluación de sistemas interactivos"	Sesión "Computación afectiva"		15:30	Conferencia Manuel Ortega				15:30			
16:00				16:00					16:00			
16:30				16:30				Coffee break	16:30			
17:00			Salida a Albarracín	17:00	Asamblea AIPO				17:00			
17:30				17:30					17:30			
18:00			Visita guiada a Albarracín	18:00					18:00			
18:30				18:30					18:30			
19:00				19:00				Visita guiada a Teruel	19:00			
19:30				19:30					19:30			
20:00			Regreso a Teruel	20:00					20:00			
20:30				20:30					20:30			
21:00			Cóctel de bienvenida en Hotel Reina Cristina	21:00				Cena de gala en Hotel Palacio La Marquesa	21:00			
21:30				21:30					21:30			
22:00				22:00					22:00			
22:30				22:30					22:30			
23:00				23:00					23:00			
23:30				23:30					23:30			

Rojo: Apertura, clausura y actividades AIPO.
Verde: Programa científico.
Azul: Conferencias plenarias.
Naranja: Coffee breaks, comidas y cenas.
Rosa: Visitas turísticas.

		Pág
Coloquio doctoral - Doctoral colloquium		
Miércoles-Wednesday 10:00-12:30		
Sala de juntas		
Moderan: Lourdes Moreno (Univ. Carlos III de Madrid) y César Collazos (Universidad del Cauca)		
	Una metodología centrada en el usuario para el desarrollo de sistemas inteligentes basados en modelos de aprendizaje profundo. Santos Bringas Tejero.	166
	Diseñando un ecosistema de e-learning para apoyar a las personas con trastornos del espectro autista. Transformación digital en educación especial. Yussy Chinchay Manco.	168
	Evaluation process of play and fun experiences in older adults using pervasivity to promote active aging. Johnny Salazar.	171
	Automated Method for Determination of the Quality of Experience (QoE) in Video Services Using Affective Computing techniques. Luis Miguel Castañeda Herrera.	173
Sesión "Arte interactivo" - Session "Interactive art"		
Miércoles-Wednesday 11:30-12:30		
Salón de actos		
Moderador: Arcadio Reyes (Universidad de Málaga)		
11:30	Imagen imperfecta 2.0. Un proyecto artístico que explora la visión periférica. Blanca Montalvo, Javier Artero Flores, Alberto Cajigal, Estefanía Frías-Leal	20
11:50	Approach to digital rotoscoping by means of painting in motion through EbSynth: Experience of human-machine artistic creation. Alfonso Burgos-Risco, José Javier Luis-Tello	123
12:10	Interaction according to immersion in virtual environments. José Javier Luis-Tello, Alfonso Burgos-Risco, Gerardo Diego Robles-Reinaldos	124
Sesión "Experiencia de usuario" - Session "User experience"		
Miércoles-Wednesday 12:30-13:30		
Salón de actos		
Moderadora: Mireia Ribera (Universitat de Barcelona)		
12:30	The Design, Development and Usability of a Virtual Reality Training Application for the Dental Trainees. Ikram Asghar, Mark Griffiths, Luke Dando, Iain Salisbury	125
12:50	Case study on technological acceptance of autonomous vehicles and the influence of situational awareness: Lane detection in winter conditions. Tatiana Ortegon-Sarmiento, Patricia Paderewski-Rodriguez, Francisco Gutierrez-Vela, Sousso Kelouwani, Alvaro Uribe-Quevedo	126
13:00	On drivers' reasoning about traffic signs: the case of qualitative location. Ana Hernando Mazón, Antonio Lucas-Alba, María Teresa Blanch-Micó, Andrés Sebastián Lombas, Alberto Arbaiza, Hans Remeijn, Gunilla Thyni, Gilberto Tognoni	115

13:10	Historia y evolución del diseño de marcas en relación con el desarrollo tecnológico. Ana Canavese Arbona	80
Sesión "Salud e IPO" - Session "Health and HCI"		
Miércoles-Wednesday 12:30-13:30		
Sala de juntas		
Moderadora: Valeria Farinazzo Martins (Universidad Presbiteriana Mackenzie)		
12:30	Desarrollo con la metodología TRESD de un simulador obstétrico basado en el dispositivo háptico Phantom. Javier Oliver Losa, Jonatan Martínez Muñoz, Ana Belén García Bravo, Arturo Simón García Jiménez, Pascual González López, José Pascual Molina Massó	26
12:50	Classifying simple human activity using synthetic accelerometery data. Marlon Cárdenas, Susana Bautista	127
13:10	Identifying Requirements for Personal Health Record Software for Patients with a Rare Medical Condition. Juan Pablo Hourcade, Kerry Peterman, Elizabeth Chrischilles, Brian Gryzlak, Michael O'Rorke, Danielle Riley, Nicholas Rudzianski and Josh Mailman	85
Sesión "Desarrollo y evaluación de sistemas interactivos" - Session "Development and evaluation of interactive systems"		
Miércoles-Wednesday 15:30-17:00		
Salón de actos		
Moderadora: Alicia García Holgado (Universidad de Salamanca)		
15:30	Co-CIAT: Entorno Colaborativo para el Modelado con la notación CIAN. Yoel Arroyo, Ana Isabel Molina Díaz, Miguel Redondo	34
15:50	Generación y adaptación de explicaciones "Human-in-the-Loop" en la "Smart Home". Antoni Mestre, Miriam Gil, Manoli Albert, Vicente Pelechano, Jose Ignacio Panach	43
16:10	Evaluación heurística de la interacción persona-robot en entornos industriales. Ainhoa Apraiz Iriarte, Ganix Lasa Erle, Maitane Mazmela Etxabe	89
16:20	User Interaction Study in Public Websites based on Performance and Eye-tracking Data. Aritz Sala, Myriam Arrue, Sandra M. Espín, J. Eduardo Pérez	128
16:30	The Atomic IUI: A Framework for Intelligent User Interfaces. Angel Puerta	93
16:40	An Empirical Study of Rules for Mapping BPMN Models to Graphical User Interfaces. Jorge Eduardo Díaz Suárez, Jose Ignacio Panach Navarrete, Silvia Rueda Pascual, Jean Vanderdonckt	118
Sesión "Computación afectiva" - Session "Affective computing"		
Miércoles-Wednesday 15:30-17:00		
Sala de juntas		
Moderadora: Cristina Manresa (Universitat de les Illes Balears)		
15:30	LevPet: A Magnetic Levitating Spherical Pet with Affective Reactions. Josune Sorbet, Sonia Elizondo, Naroa Iriarte, Amalia Ortiz, Asier Marzo	129

15:50	Development of a 3D Avatar to improve the User Experience of a Movement-based Rehabilitation System. Pablo Córcoles Molina, Víctor M. R. Penichet, María. D. Lozano, Jose Maria Garcia-Garcia, Felix Albertos-Marco, Juan E. Garrido	130
16:10	Do Machines Better Understand Synthetic Facial Expressions than People? Ginés Carreto Picón, Maria Francesca Roig-Maimó, Miquel Mascaró Oliver, Esperança Amengual Alcover, Ramon Mas-Sansó	131
16:20	Diseño de una aplicación basada en el juego para el seguimiento de estados emocionales. Javier Navarro-Alamán, Raquel Lacuesta, Iván García-Magariño	97
16:30	Awareness en Interfaces de Usuario Naturales. Juan Enrique Garrido Navarro, Toni Granollers, Philippe Palanque	102
16:40	Un primer análisis de caracterización de asistentes virtuales para el seguimiento del estado de salud de personas mayores. Javier Navarro-Alamán, Iñaki Sanchez, Virginia Casino, Eva Cerezo, Raquel Lacuesta	106
Presentaciones de demostraciones - Presentation of demos		
Jueves-Thursday 9:00-10:00		
Sala de exposiciones		
Moderador: Oscar Ardaiz (Universidad Pública de Navarra)		
	Juego interactivo de entrenamiento de la prosodia en usuarios con síndrome de Down. David Escudero Mancebo, Valentín Cardeñoso-Payo, César González-Ferreras, Mario Corrales Astorgano	140
	Kina: una herramienta para retrasar la fragilidad en personas mayores. Gabriel Fuertes Muñoz, Franks González-Landero, Iván García-Magariño	142
Presentaciones de grupos y proyectos - Presentation of groups and projects		
Jueves-Thursday 9:00-10:00		
Sala de juntas		
Moderador: Julio Abascal (Universidad del País Vasco - Euskal Herriko Unibertsitatea)		
9:00	TecInt – Interactive Technologies. Valeria Martins, Ana Grasielle Correa, Cibelle Amato, Daniela Cunha, Bruno Rodrigues, Pedro Braga, Joaquim Pessoa Filho, Antonio Basile, Maria Amelia Eliseo, Cesar Collazos, Ismar Silveira	151
9:10	Actividad en el ámbito de la Interacción Persona-Ordenador de un equipo de trabajo integrado en el grupo de investigación MCFLAI. Rafael Duque, José Luis Montaña, Camilio Palazuelos, Sergio Salomón, Santos Bringas	153
9:20	Proyecto vLRF: Plataforma de Recomendaciones de Contenidos de Video Educativos. Jose Luis Arciniegas Herrera, Maite Rada Mendoza, Diego Fabián Durán Dorado	155
9:30	Audio inmersivo, personalizado e interactivo para RV/RA e investigación en psicoacústica. Proyectos SONICOM y SAVLab. Arcadio Reyes-Lecuona	158
9:40	Proyecto de investigación: Experiencias de juego pervasivas para tod@s. Sandra Baldassarri, Eva Cerezo, Francisco Gutierrez Vela, Carina Gonzalez, Francisco Jose Perales	160

9:50	Rehabilitación de la marcha en la enfermedad de Parkinson a través de un entorno virtual gamificado acoplado a un tapiz rodante. Pere Bosch-Barceló, Maria Masbernat-Almenara, Oriol Martínez-Navarro, Carolina Climent-Sanz, Jordi Virgili, Helena Fernández-Lago	162
Sesión "Accesibilidad" - Session "Accessibility"		
Jueves-Thursday 9:30-11:00		
Salón de actos		
Moderadora: Susana Bautista (Universidad Francisco de Vitoria)		
9:30	Validation of a heuristic set to evaluate the accessibility of statistical charts: a user test with low vision persons. Rubén Alcaraz Martínez, Mireia Ribera, Adrià Adeva Fillol, Afra Pascual Almenara	132
9:50	Requirements and design patterns for an accessible video conferencing tool. Lourdes Moreno, Paloma Martínez, Rodrigo Alarcon	133
10:10	Accessibility in Spanish Universities, evaluation through their policies: Communications about accessibility during COVID-19. Lluc Massaguer, Mireia Ribera, Rubén Alcaraz Martínez, Rosa M. Satorras Fioretti, Marina Salse, Mercè Costa, Miquel Térmens, Miquel Centelles	134
10:30	Comunicación empática de barreras de accesibilidad en la web dinámica. Afra Pascual, Toni Granollers, Moises Bernaus Lechosa	51
10:50	REMI: working on the memory and logical reasoning of the elderly. Henrique Nóbrega Grigolli, Kleber Takashi Yoshida, Renan de Oliveira Rocha, Cibelle Amato, Valeria Martins	135
Sesión "Juegos-I" - Session "Games-I"		
Jueves-Thursday 10:00-11:00		
Sala de juntas		
Moderadora: Nuria Medina (Universidad de Granada)		
10:00	Motivación en sistemas basados en juego: objetivos de juego y experiencia de jugador. Juan Antonio Trillo-Manzano, Francisco Luis Gutiérrez-Vela, Patricia Paderewski-Rodríguez	56
10:20	Definiendo Mecánicas de Juegos en Experiencias de Juego Sociales Pervasivas. Ramon Valera-Aranguren, Patricia Paderewski-Rodriguez, Francisco Luis Gutierrez-Vela, Jeferson Arango-López	64
10:40	Working attention, planning and social skills through Pervasive Games in Interactive Spaces. Eva Cerezo, Antonio Aguelo, Teresa Coma, Jesús Gallardo-Casero, Maria Angeles Garrido	120
Sesión "Engendering Technologies" - Session "Engendering Technologies"		
Jueves-Thursday 11:30-12:30		
Sala de juntas		
Moderadoras: Carina González (Universidad de La Laguna) y Raquel Lacuesta (Universidad de Zaragoza)		
11:30	Facial Expression Recognition: Impact of Gender on Fairness and Expressions. Cristina Manresa-Yee, Silvia Ramis Guarinos, José María Buades Rubio	137

11:50	Preliminary study of the usability of the INGAME game for social inclusion and civic participation. Alicia García-Holgado, Francisco José García Peñalvo, Andrea Vázquez-Ingelmo, Peter Frühmann, Maria Kyriakidou, Daina Gudonienė, Maria Patsarika, Afxentis Afxentiou	138
12:10	Women@Inf: the Spanish case of Women in Informatics. Carina Gonzalez-González, Alicia García-Holgado, María Ángeles González Navarro, Lourdes Moreno López, Paloma Martínez Fernández, Elena María Navarro Martínez, Belén Masia Corcoy, Alicia Fornés, Inmaculada García Fernández, Edurne Barrenechea, Silvia Rueda Pascual, Jezabel Molina Gil, Lara Carrascosa Puertas	145
Sesión de TFG y TFM premiados - Contest of TFG/TFM		
Viernes-Friday 9:00-10:00		
Sala de juntas		
Moderadora: Sandra Baldassarri (Universidad de Zaragoza)		
9:00	Análisis de una nueva propuesta para evaluaciones heurísticas en un contexto empresarial internacional. Marta Albets Mitjaneta. **Accésit del premio al mejor TFG.**	177
9:10	Development of a Collaborative Game in a Virtual Reality environment. Pedro Serrano. **Ganador del premio al mejor TFG.**	179
9:20	Herramienta de análisis de la diversión en sistemas basados en Juego. Juan Antonio Trillo-Manzano. **Accésit del premio al mejor TFM.**	181
9:30	Desarrollo de un simulador obstétrico con Unity y Novint Falcon. Carolina Ordoño López. **Ganadora del premio al mejor TFM.**	183
Sesión "Juegos-II" - Session "Games-II"		
Viernes-Friday 10:00-11:00		
Sala de juntas		
Moderador: Francisco Gutiérrez Vela (Universidad de Granada)		
10:00	Adultos mayores y tipos de jugadores en sistemas basados en juego: Clasificación basada en sus motivaciones. Johnny Salazar, Francisco Gutiérrez Vela, Jeferson Arango Lopez, Patricia Paderewski	72
10:20	Twist: a gamified platform with games and immersive experiences for active aging. Sara Pérez-Rodríguez, Carina Gonzalez-González, Francisco Gutierrez-Vela	136
10:40	Diseño de GeoBot-Primary: Un Sistema Multimedia Adaptativo para aprender Geografía jugando. Jesús Torres Sánchez, Nuria Medina Medina	110

COMITÉS CIENTÍFICOS

Comité de programa

Jesús Gallardo (Universidad de Zaragoza, España) (presidente)
Sergio Albiol (Universidad de Zaragoza, España) (copresidente)
Sandra Baldassarri (Universidad de Zaragoza, España) (copresidenta)
Silvia Hernández (Universidad de Zaragoza, España) (copresidenta)
Raquel Lacuesta (Universidad de Zaragoza, España) (copresidenta)
Arcadio Reyes (Universidad de Málaga, España) (copresidente)

Julio Abascal (Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea, España)
Silvia T. Acuña (Universidad Autónoma de Madrid, España)
Rubén Alcaraz (Universitat de Barcelona, España)
Francisco Álvarez (Universidad Autónoma de Aguascalientes, México)
Jeferson Arango (Universidad de Caldas, Colombia)
Oscar Ardaiz (Universidad Pública de Navarra, España)
Myriam Arrue (Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea, España)
Luis Azevedo (ANDITEC, Portugal)
Cristian Barria (Universidad Mayor, Chile)
Susana Bautista (Universidad Francisco de Vitoria, España)
Ricardo Benítez (Universidad del Cauca, Colombia)
James Berret (Swinburne University of Technology, Australia)
Marta Rosecler Bez (UFRGS, Brasil)
Federico Botella (Universidad Miguel Hernández, España)
Crescencio Bravo (Universidad de Castilla-La Mancha, España)
Marta Camacho (Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca, Colombia)
David Cantarero (Universidad de Zaragoza, España)
Alicia Carrión (Sheffield Hallam University, UK)
Thibault Carron (LIP6, Université Paris 6, Francia)
Eva Cerezo (Universidad de Zaragoza, España)
Anton Civit (Universidad de Sevilla, España)
César Collazos (Universidad del Cauca, Colombia)
Rosana Costaguta (Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina)
José Creissac Campos (University of Minho & HASLab/INESC TEC, Portugal)
María Cuevas (Universidad de Málaga, España)
Elena de la Guía (Universidad de Castilla-La Mancha, España)
Horacio René Del Giorgio (Universidad Nacional de La Matanza, Argentina)
Antonio Díaz Estrella (Universidad de Málaga, España)
Diego Díaz (Universitat Jaume I, España)
Manuel Jesús Domínguez Morales (Universidad de Sevilla, España)
Rafael Duque Medina (Universidad de Cantabria, España)
Pedro Encarnação (UCP – Católica Lisbon School of Business & Economics, Portugal)
Paula Escudeiro (Instituto Superior de Engenharia do Porto, Portugal)
Ramon Fabregat (Universitat de Girona, España)
Valeria Farinazzo (Universidade Presbiteriana Mackenzie, Brasil)
Alejandro Fernández (UNLP, Argentina)
Eduardo Fernández (Universidad de la República, INCO, Uruguay)
Xavier Ferre (Universidad Politécnica de Madrid, España)
Julián Flores González (Universidade de Santiago de Compostela, España)
Francisco Javier Galán (Universidad de Zaragoza, España)
Nestor Garay (Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea, España)
Roberto García (Universitat de Lleida, España)

Alicia García Holgado (Universidad de Salamanca, España)
Francisco José García Peñalvo (Universidad de Salamanca, España)
Juan Enrique Garrido Navarro (Universitat de Lleida, España)
Rosa Gil (Universitat de Lleida, España)
Carina González (Universidad de La Laguna, España)
Juan Manuel González (Universidad Autonoma de Puebla, México)
María Paula González (CONICET/UNS, Argentina)
Mariano González (Universidad de Sevilla, España)
Pascual González (Universidad de Castilla-La Mancha, España)
Toni Granollers (Universitat de Lleida, España)
Daniel Guasch (Universitat Politècnica de Catalunya, España)
Francisco Luis Gutiérrez Vela (Universidad de Granada, España)
Pablo Alfonso Haya (Universidad Autónoma de Madrid, España)
Javier Jaen (Universidad Politécnica de Valencia, España)
Ángel Jiménez-Fernández (Universidad de Sevilla, España)
Raquel Lacuesta (Universidad de Zaragoza, España)
Martín Llamas Nistal (Universidad de Vigo, España)
Juan Miguel López (Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea, España)
Víctor López Jaquero (Universidad de Castilla-La Mancha, España)
Begoña Losada (Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea, España)
Huizilopoztli Luna (Universidad de Zacatecas, México)
José Antonio Macías Iglesias (Universidad Autónoma de Madrid, España)
Cristina Manresa Yee (Universitat de les Illes Balears, España)
Silvia Martí Marí (Universidad de Zaragoza, España)
Estefanía Martín (Universidad Rey Juan Carlos, España)
Paloma Martínez Fernández (Universidad Carlos III de Madrid, España)
Asier Marzo (Universidad Pública de Navarra, España)
Ramon Mas (Universitat de les Illes Balears, España)
Jeanna Mathews (Clarkson University, USA)
Maitane Mazmela Etxabe (Mondragon Unibertsitatea, España)
Nuria Medina (Universidad de Granada, España)
Marta Mena (Universidad Tecnológica Nacional, Argentina)
António Mendes (University of Coimbra, Portugal)
Yenny Méndez (Universidad Mayor, Chile)
Ana Isabel Molina (Universidad de Castilla-La Mancha, España)
José Pascual Molina Massó (Universidad de Castilla-La Mancha, España)
Luis Molina Tanco (Universidad de Málaga, España)
Blanca Montalvo (Universidad de Málaga, España)
Francisco Montero (Universidad de Castilla-La Mancha, España)
Enric Mor (Universitat Oberta de Catalunya, España)
Alberto L. Morán (UABC, México)
Lourdes Moreno (Universidad Carlos III de Madrid, España)
Jaime Muñoz (Universidad Autónoma de Aguascalientes, México)
Manuel Ortega Cantero (Universidad de Castilla-La Mancha, España)
Patricia Paderewski (Universidad de Granada, España)
Natalia Padilla (International University of La Rioja, España)
Philippe Palanque (ICS-IRIT, University Toulouse 3, Francia)
José Ignacio Panach (Universitat de València, España)
Oscar Pastor Lopez (Universidad Politécnica de Valencia, España)
Aruquia Peixoto (CEFET/RJ, Brasil)
Victor M. R. Penichet (Universidad de Castilla-La Mancha, España)
Francisco J. Perales (Universitat de les Illes Balears, España)
Pere Ponsa (Universidad Politècnica de Catalunya, España)

José Antonio Pow-Sang (Pontificia Universidad Católica del Perú, Chile)
Rogerio Paulo Raposo Alves Taveira (Universidade de Lisboa, Portugal)
Miguel Ángel Redondo (Universidad de Castilla-La Mancha, España)
Mireia Ribera (Universitat de Barcelona, España)
Inmaculada Rodríguez (Universitat de Barcelona, España)
Cristian Rusu (Pontificia Universidad Catolica de Valparaiso, Chile)
Jose Luis Sánchez (Universidad de La Laguna, España)
Cecilia Sanz (UNLP, Argentina)
Wilson Sarmiento (Universidad Militar Nueva Granada, Colombia)
Cecilia Sik Lanyi (University of Pannonia, Hungría)
Christian Sturm (Hamm-Lippstadt University of Applied Sciences, Alemania)
Susanna Tesconi (Universidad Oberta de Catalunya, España)
Roberto Theron (Universidad de Salamanca, España)
Jesús Torres (Universidad de La Laguna, España)
Carlos Vaz de Carvalho (Instituto Superior de Engenharia do Porto, Portugal)
J. Ángel Velázquez Iturbide (Universidad Rey Juan Carlos, España)
Pablo Vera (National University of La Matanza, Argentina)
José Luis Verdegay (Universidad de Granada, España)
Markel Vigo (The Universivity of Manchester, UK)
Ramon Vilanova (Universitat Autònoma de Barcelona, España)
Marco Winckler (ICS-IRIT, Université Paul Sabtier, Francia)
Joaquín Sergio Zepeda (UAM-C, México)

Comité local

Jesús Gallardo (Universidad de Zaragoza, España) (presidente)
Sergio Albiol (Universidad de Zaragoza, España)
Silvia Hernández (Universidad de Zaragoza, España)
Raquel Lacuesta (Universidad de Zaragoza, España)

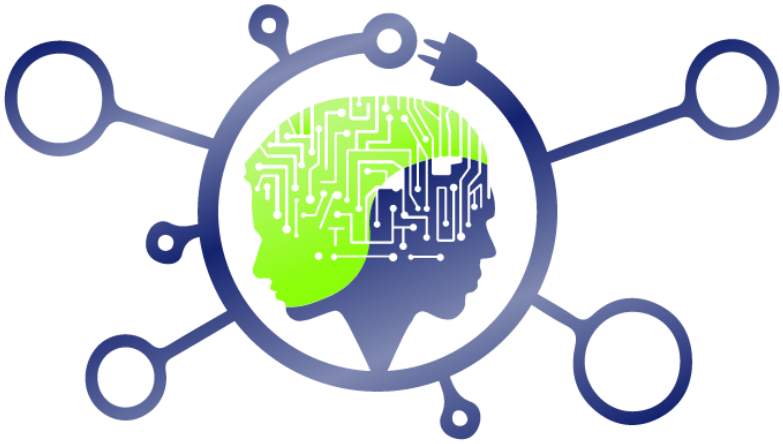
Organización de sesiones

Sesión *Engendering Technologies*:
Carina González (Universidad de La Laguna, España)
Raquel Lacuesta (Universidad de Zaragoza, España)

Demostraciones:
Oscar Ardaiz (Universidad Pública de Navarra, España)

Coloquio doctoral:
César Collazos (Universidad del Cauca, Colombia)
Lourdes Moreno (Universidad Carlos III de Madrid, España)

Sesión de empresas:
Ignacio Panach (Universitat de València, España)



INTERACCIÓN 2022

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS LARGOS

Imagen imperfecta 2.0.

Un proyecto artístico que explora la visión periférica

Blanca Montalvo†
Dep. de Arte y arquitectura
Facultad de BBAA
Universidad de Málaga
España
blanca.montalvo@uma.es

Javier Artero
Dep. de Arte y arquitectura
Facultad de BBAA
Universidad de Málaga
España
javierartero@uma.es

Alberto Cajigal
Dep. de Arte y arquitectura
Facultad de BBAA
Universidad de Málaga
España
a.caji30@uma.es

Estefanía Frías
Investigadora
independiente
esfrile@gmail.com

RESUMEN

Presentamos en esta ocasión la versión 2.0 del proyecto en proceso *Imagen imperfecta.* A través de esta obra exploramos los límites de la percepción visual y en concreto de la visión periférica del individuo. Diferentes ensayos y mejoras de la pieza en el campo de la optometría tienen como resultado la elaboración de un prototipo de casco de visión periférica que el espectador ha de portar para transitar la obra: una instalación compuesta por paneles de LEDs animados.

La dificultad del usuario para descifrar un texto animado que solo se muestra parcialmente, nos conduce a investigar el binomio espacio tiempo a través de una serie de obras instalativas, audiovisuales e interactivas.

Por último, tras analizar los resultados de *Imagen imperfecta 2.0*, indicamos cuáles son los próximos pasos a seguir para la consecución del proyecto.

ABSTRACT

On this occasion we present the version 2.0 of the *Imagen imperfecta* (Imperfect Image) project. Through this work we explore the limits of visual perception and specifically of the peripheral vision of the individual. Different tests and improvements of the piece in the field of optometry have resulted in the development of a peripheral vision helmet prototype that the viewer must wear to walk through the work: an installation made up of animated LED panels.

Finally, the user's difficulty in deciphering an animated text that is only partially displayed leads us to investigate the space-time binomial through a series of installation, audiovisual and interactive works.

CCS CONCEPTS

• Human-centered computing • Visualization systems and tools • Visualization theory, concepts and paradigms • Visualization application domains • Visual analytics

KEYWORDS

Arte interactivo, percepción, visión periférica, imagen, invisible.

Introducción

Este prototipo es la segunda fase consecuencia de un ensayo anterior, *Imagen imperfecta 1.0.* Cuando comenzamos la investigación, nos enfrentamos al mismo tiempo a una serie de problemas que no pudimos resolver en conjunto. De manera que durante este tiempo hemos tratado de identificar las debilidades de la investigación para poder corregirlas.

- Entendimos que era necesario explorar mejor el campo de la optometría, por lo que incluimos en el equipo a una profesional de esta área de conocimiento.
- Tras entender mejor las características y especificidades de la visión periférica, diseñamos y creamos un prototipo de casco para visión periférica, que facilite las pruebas.
- Al comenzar las pruebas, comprendimos la necesidad de modificar la interfaz del experimento, para facilitar la percepción y la interacción con las personas que lo testean.

Así, vamos a pasar a comentar los resultados de la investigación desarrollada hasta la fecha.

1. Percepción e interacción

Imagen imperfecta desde su primera versión, se fundamenta en la exploración y el desarrollo de una interacción adaptada a la percepción del espectador, inspirados por los estudios que Brenda Laurel realizó a finales de los años ochenta. La diseñadora e investigadora, defensora de la diversidad e inclusión en los videojuegos, proponía ya en aquellos primeros años una interactividad humano-máquina basada en el entendimiento profundo del espacio del teatro, y propuso una vuelta a las representaciones multisensoriales, frente al bucle infinito en el que entraba la anterior concepción de modelos mentales donde el usuario debía tener una idea de lo que esperaba de él el ordenador, y viceversa. Su propuesta de entender la interfaz no como un muro que separa, sino como el elemento que facilita y promueve la coincidencia de ambos agentes, sólo se hace posible cuando asumimos las características de nuestra percepción, para que puedan ser utilizadas por las interfaces actuales (Laurel, 1991, 12-14) [1].

Figura 1: Brenda Laurel, modelo simple de interfaz, hacia 1989

Centrados en ello, en las características específicas de la visión humana, desarrollamos una propuesta específica para la visión periférica. Si bien hasta la fecha no hemos podido confirmar ningún trabajo realizado en el campo del arte que explore la visión periférica, podemos situar los antecedentes de nuestra investigación en una amplia horquilla que va: desde las investigaciones en torno a lo sensorial, la desmaterialización y la cuestión espacio temporal de la forma plástica en el cine de José Val del Omar a las pantallas de texto de Rafael Lozano-Hemmer o de obras como *Listening Post*; de los sencillos vídeos en bucle sobre pantallas de LEDs de Jim Campell a los experimentos entre matemática y pintura de Manuel Barbadillo, realizados a finales de los años sesenta en el Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid; sin olvidar algunos de los pasillos y recorridos de Nauman, Serra o Bisbe.

A continuación revisaremos estos referentes, atendiendo a su especial atención al tiempo, el espacio y la forma de mostrarse al espectador.

1.1. El tiempo del espectador

El tiempo que el espectador dedica a la obra es uno de los grandes dilemas de los artistas. Por supuesto, siempre esperamos atención absoluta y una percepción activa, pero no siempre es así. En cualquier caso, es uno de los aspectos que se tienen en cuenta en la realización de la obra: cómo y durante cuánto tiempo va a ser vista, define la complejidad visual-conceptual con la que podemos trabajar, hasta convertirse en un elemento estructural y por tanto, fundamental.

Una obra que cuestiona nuestras capacidades perceptivas, al tiempo que las expectativas en relación a la tecnología, es *33 preguntas por minuto* (2001), de Rafael Lozano-Hemmer. En ella, un algoritmo utiliza el acceso aleatorio de palabras de un diccionario para formar nuevas frases, aunque algunas de ellas resultan absurdas: "Cuándo sangrarás de forma ordenada? Y luego hay otras que pueden interpretarse como si tuvieran coherencia, como ¿por qué nos siguen sobornando los artistas?" (Binder & Haupt, 2005, 66) [2]

La instalación presenta 33 preguntas por minuto, que es el umbral de velocidad para la lectura, de manera que la experiencia es irritante, ya que no deja tiempo para la reflexión, reflejo de nuestra cultura. Las cuestiones que aparecen en los veintiún *displays* electrónicos combinan las formadas por el algoritmo, con las que han sido introducidas por el público, mezclándose, de manera que es imposible determinar si han sido realizadas por personas o por la máquina. Plantear la prueba de Turing al revés es uno de los objetivos de la pieza de Lozano-Hemmer, diseñada para enfrentarnos con los límites de nuestra percepción y de nuestro lenguaje, al evidenciar la velocidad que no deja margen al tiempo del espectador para reflexionar sobre sus contenidos.

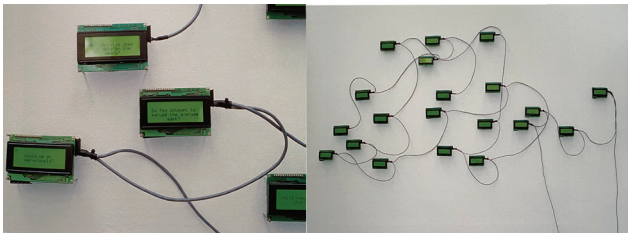


Figura 2: R. Lozano-Hemmer, *33 preguntas por minuto* (2001)

La obra de Lozano-Hemmer pivota en torno al tiempo del espectador que en su enfrentamiento con la máquina es incapaz de leer y reflexionar, lo que iguala ante él la inteligencia de unos y otra. En *Imagen imperfecta* es imprescindible que el espectador lea el texto, que lo reconozca pese a la cierta dificultad inicial por la falta de entrenamiento.

1.2. El espacio del espectador

El primero y único que ha explorado las capacidades expresivas de la visión periférica fue José Val del Omar, uno de los artistas más extraordinarios del cine experimental, debido a su revolucionaria exploración del "desbordamiento apanorámico de la imagen" (Val del Omar, 1957) [3], "la visión táctil" (Val del Omar, 1959) [4] y al afán experimentador con el que inventó artefactos técnicos con los que explorar sus teorías. "En cinema sólo transmitimos hoy noticia de la superficie (…) yo siento necesidad de tomarle el pulso y la temperatura. Yo quiero palpar, medir, adquirir conciencia plena y, aunque esta ambición tiene una frontera espaciotemporal, yo sé que hoy no utilizamos los grandes recursos técnicos que en nuestro caso, por ejemplo, la electrónica, nos brinda en luminotécnica." (Val del Omar, 1959) [5]. Su idea era no sólo hacer visible lo sensorialmente perceptible, sino también hacer tangible lo inmaterial, lo corpóreo, lo espaciotemporal, todo ello manteniendo una visión total, en unidad plurisensorial.

Figura 3: Val del Omar, *Fuego en castilla* (1960)

En la práctica, el desbordamiento apanorámico o extrafoveal utiliza doble foco y doble campo concéntrico de proyección por diversos procedimientos, entre los que señala el de desviar por espejo o prisma "una de las dos imágenes complementarias del fotograma, operando con dos ópticas base, una de gran ángulo y otra normal, concéntrica" (Val del Omar, 1957) [5]. Esto significa desplazar a una zona central de la sala la proyección nítida, y rodearla de un área de imágenes macro proyectadas, que desbordan por techo, paredes y suelo: un proceso tácito de desmaterialización y apropiación integral del espacio, que tiene influencias evidentes en el lugar ocupado por el espectador, y que activa su visión periférica, reforzada por el movimiento y el alto contrate de blanco y negro de obras como *Fuego en castilla* (1960).

1.3. Instalación y recorrido

Tras analizar algunos referentes que exploran la interacción atendiendo al tiempo y al espacio, nos planteamos cómo aprovechar el conocimiento adquirido; así, mientras que nuestro dispositivo *Imagen imperfecta 1.0* (2021) era una máquina de visión, colocada en un lugar, entendimos que era imprescindible que su versión mejorada *Imagen imperfecta 2.0* (2022) fuera tratado como un experimento instalado en unas condiciones controladas de luz y de espacio.

Al explorar el tipo de interactividad que queríamos que desarrollara el sujeto del experimento, ésta estaba más cercana de los vagabundeos de los espectadores en obras como *Pisopiloto* (2001) de Luis Bisbe que de la visión silenciosa, casi sumisa o religiosa, con la que los espectadores de Ars Electronica en 2004 contemplaban el enorme muro curvo de 121 displays de *Listening Post,* de Mark Hansen, Ben Rubin. "Lo que me interesa es este deambular a través de un espacio en el que se superponen exageradamente lo físico y lo mental para desplazar este mecanismo hacia el resto del mundo donde siempre se han solapado" (Bisbe, 2008, 9) [6]. En este sentido, aprovechamos las experiencias que el espectador ha desarrollado al desplazarse por recorridos controlados, bien en los estrechos pasillos de Bruce Nauman, como *Green Light Corridor* (1967) o *Live-Taped Video Corridor* (1970), o rodeados de toneladas de hierro en *La materia del tiempo* (1994-2005) de Richard Serra, donde los enormes muros generan diferentes efectos en el movimiento y la percepción del espectador. Las paredes de estas gigantes figuras se transforman de manera inesperada a medida que el visitante las recorre y las rodea, lo que crea una vertiginosa e inolvidable sensación, precisamente porque se activa la visión periférica.

Figura 4: Bruce Nauman, *Green Light Corridor* (1967)

"Lo que vemos está mediado por la construcción cultural de nuestra percepción aparentemente natural" (Jay 2007, 295) [7]. En los años sesenta del pasado siglo, Jean Servier reflexionó sobre cómo la ciencia occidental ha separado lo humano del resto del mundo objeto de su pensamiento: "En el espíritu del hombre de las civilizaciones tradicionales, lo invisible carece de la vaguedad de un concepto metafísico, es una realidad, una dimensión en la cual se mueve cada uno de los hombres que componen a la humanidad entera" (Servier 1970, 10) [8]. Este pensamiento abonaba la sospecha ya implantada por Canguilhem, Bachelar o Foucault, sobre la supuesta validez de la observación como

evidencia científica. El pensamiento ocularcentrista se resiste a desaparecer pese a las acusaciones de imperialismo insostenibles ya; pero entender y entendernos como parte de un todo en eterno flujo, en movimiento y reajuste constante, aunque nos facilitaría la comunicación y relaciones, sigue sin ajustarse a las interfaces tecnológicas a través de las que establecemos las relaciones. Investigar en este sentido, no es sólo una cuestión técnica, sino también y ante todo, una actitud revolucionaria y curiosa por todo lo oculto, lo invisible y lo fuera de campo.

2. Visión periférica

Como dijo Merleau Ponty, la visión es la manera del cerebro de tocar el mundo (Merleau Ponty 1993, 236) [9]. La visión es uno de los sentidos, además de la audición, que nos hace interaccionar con el entorno. Es un proceso dinámico y en constante cambio para el usuario de manera automática, por lo que, no somos conscientes de todas las fases por las que pasamos para ver un objeto, leer o simplemente movernos por el mundo.

La visión se divide en dos partes.

- La visión central es la responsable de captar, interpretar y discriminar el objeto que estamos mirando. La visión central proporciona la máxima agudeza visual y un sentido cromático exacto. Esto disminuye rápidamente hacia la periferia, sobre todo cerca de la nariz. Hacia los 30º de excentricidad la agudeza visual se sitúa entre 0,1 -0,2 y es de aproximadamente 0,05 a los 60º. Sin embargo, la retina periférica es muy sensible a los desplazamientos, ya que su característica esencial es la detección del movimiento (Rabbets & Bennett, 2007) [10]. El campo de visión binocular llega hasta 200º en el plano horizontal y 160º en el vertical. Sin embargo, disminuye rápidamente de forma proporcional al aumento de la velocidad del individuo. En relación con el color, es máxima para objetos blancos, pero disminuye de forma progresiva si se utilizan colores azules, rojos o verdes (Quevedo & Solé, 2010) [11].

- La visión periférica hace que nos podamos mover por el entorno y en situaciones de peligro nos avisa, es por ello, la responsable de que el ser humano haya podido sobrevivir.

El optometrista americano Arthur Marten Skeffington desarrolló un modelo que ayuda a entender el funcionamiento de la visión. Los Círculos de Skeffington definen las distintas habilidades que engloba la visión. (Aribau, 2017, 9) [12].

- El primer círculo es el antigravedad. Este círculo es el que nos permite saber en dónde estoy situado en el espacio, para lo que crea un mapa de nuestro cuerpo y desde ahí situamos un punto de referencia respecto al entorno.

- El segundo círculo lo llama el centrado y describe dónde está el objeto respecto a nosotros. Este es el círculo donde se integra la visión periférica, indica la posición en la que se encuentra el objeto en relación al entorno.

- El tercer círculo, el de la identificación responde a la pregunta de ¿qué es?, por lo que identifica el objeto sobre el que fijamos nuestra mirada. Está relacionado con la visión central. Este sistema además se relaciona también con otros sentidos como el sonido, el tacto, el olfato o el gusto.

- El cuarto círculo es el de habla o audición, responsable de ponerle el significado a lo que estamos viendo.

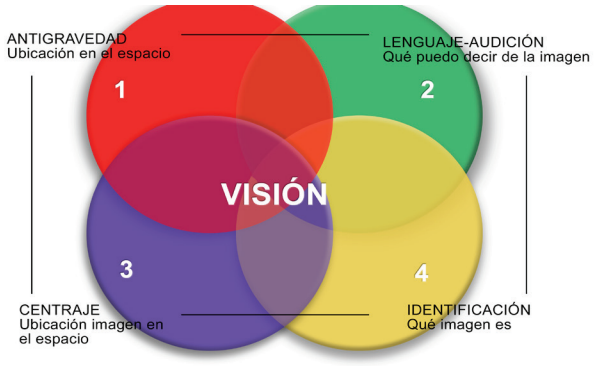


Figura 5: Círculos de Skeffington

Así, la visión periférica es imprescindible en nuestras experiencias diarias, pese a que casi todos los dispositivos están diseñados como si toda nuestra visión fuera central. De hecho, la mayor parte de disciplinas deportivas consideran imprescindible la necesidad de una buena visión periférica, y aún más importante el tener una óptima simultaneidad centro-periferia. Por lo que pensamos que seguir explorando este campo de forma experimental puede ser interesante.

3. Imagen imperfecta 2.0

Para la versión 2.0 de nuestro proyecto seguimos experimentando con diferentes matrices de LEDs (Figura 6). Elaboramos una estructura metálica en forma de esquina sobre la que disponemos una de estas matrices, con objeto de que la animación se pierda de vista al atravesar este ángulo. También empleamos otra pequeña matriz para el diseño de la maqueta que detallaremos a continuación. No obstante, con independencia de la disposición, ubicación y tamaño de los LEDs, seguimos experimentando algunas dificultades por desconocimiento en el campo de la optometría. Es por estas razones que empezamos a trabajar con una profesional de dicho campo, como ya se ha comentado.

Tras la revisión de los primeros ensayos detectamos problemas para que el usuario haga uso de su visión periférica, pues de manera involuntaria tiende a dirigir su mirada hacia la animación de LEDs. Para dar solución a esta problemática nuestra primera opción es ubicar un punto de atracción visual de manera que el espectador no dirija su visión central hacia los LEDs y acceda a estos mediante el uso de la visión periférica. Sin embargo este

método no es del todo efectivo pues, como decíamos, pequeñas modificaciones del ángulo de visión son a menudo involuntarias. La segunda opción es restringir la visión central del usuario, para lo que diseñamos un prototipo de *casco de visión periférica* (Figura 7).

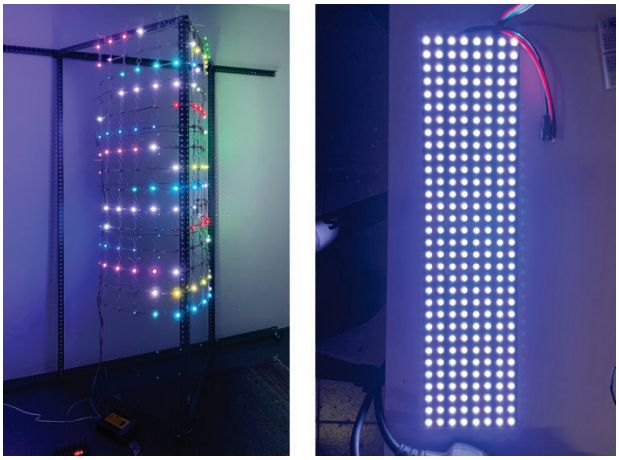


Figura 6: *Matrices de LEDs empleadas durante los ensayos*

El prototipo está fabricado de goma con esqueleto de alambre para que pueda ajustarse a las medidas de cada individuo. La estructura consiste en una diadema de la que cuelga una superficie rectangular que anula la visión central del usuario. Como resultado, el espectador se ve forzado a hacer uso de la visión periférica, pues los ángulos accesibles para su mirada son aquellos que se localizan en la periferia.

Figura 7: *Casco de visión periférica*

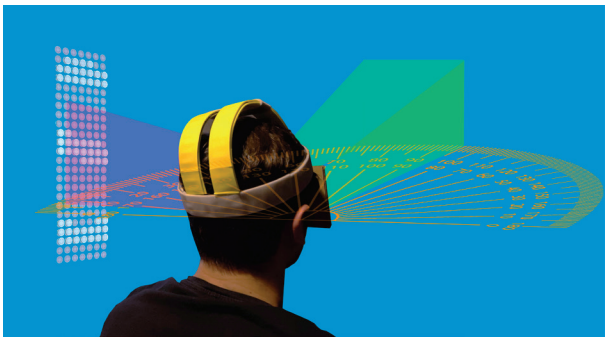


Figura 8: *Ángulo de visión con prototipo de casco de visión periférica.*

Como se aprecia en la ilustración (Figura 8), los ángulos de visión útiles para el usuario se localizan a partir de los 40º aproximadamente con respecto a un punto frontal (90º), es decir en la periferia. A través de las pruebas con el prototipo en cuestión realizamos una serie de comprobaciones. En primer lugar observamos que a medida que la animación de LEDs se aproxima a la visión central el usuario identifica mejor cada una de las letras, siendo en concreto la S la que reconoce con mayor facilidad. Al igual que pudimos señalar en la versión 1.0 del proyecto, subrayamos que los mejores resultados se obtienen con las luces LEDs de color blanco sobre fondo negro, desplazándose estas de derecha a izquierda a una velocidad constante de 1 segundo por letra.

Como resultado de estas últimas modificaciones, principalmente en lo que se refiere al diseño de un dispositivo que fuerza a trabajar la visión periférica, planteamos una instalación para ser transitada por el espectador con el casco de visión periférica, como se aprecia en la maqueta que hemos elaborado (Figura 9).

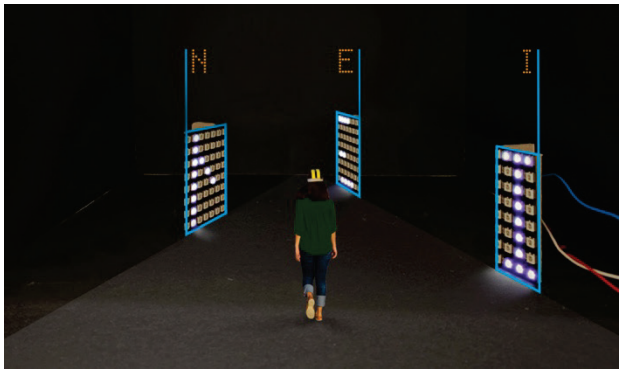


Figura 9: *Maqueta de instalación Imagen imperfecta 2.0*

La instalación consta de tres módulos de LEDs. Estos se disponen a derecha e izquierda para atender a las características de cada usuario, es decir, a tenor de ser zurdo o diestro de ojo. Los paneles se ubican en el espacio en forma de embudo, por lo que a medida que el espectador atraviesa el pasillo con el casco de visión periférica varía la distancia y el ángulo de visión. Así mismo, como se aprecia en la ilustración, cada uno de los módulos solo muestra las letras parcialmente y no por completo.

Conclusiones

Tras la experiencia de los primeros ensayos de Imagen Imperfecta decidimos la incorporación de una profesional del campo de la optometría. Las aportaciones recibidas se han traducido en una serie de modificaciones. Por un lado hemos diseñado un prototipo de casco de visión periférica que resuelve los problemas iniciales para trabajar la visión periférica de manera eficiente. El usuario de este casco ve anulada su visión central y por consiguiente recurre a áreas localizadas en la periferia. Por otro lado, si bien en un principio planteamos una animación de LEDs que debía ser percibida por el espectador inmóvil desde un mismo punto, ahora resulta fundamental el desplazamiento del usuario para el acceso a los paneles de LEDs. Para ello diseñamos la maqueta de instalación *Imagen imperfecta 2.0*, donde tres módulos de LEDs se disponen en el espacio apostados longitudinalmente a ambos lados de un pasillo en forma de embudo. De este modo, resueltos los problemas referentes a la optometría, a continuación nos proponemos colaborar con personal especializado en programación, con objeto de que podamos implementar las animaciones con las que hemos experimentado en las distintas fases del proyecto.

AGRADECIMIENTOS

DIANA (Diseño de Interfaces AvaNzAdos) grupo de investigación TIC171 del PAIDI (Plan Andaluz de Investigación Desarrollo e Innovación) de la Junta de Andalucía. http://www.diana.uma.es/

Cuerpos Conectados II. Nuevos procesos de creación y difusión de las prácticas artísticas identitarias en la no-presencialidad. PROYECTO I+D+I: PID2020-1166999RB-100
https://www.ub.edu/archID/investigadoras/

REFERENCIAS

[1] Laurel, B. 1991. *Computer as Teatre.* Addison-Wesley Publishing. Nueva York.
[2] Binder, P. & Haupt, G. 2005. "Universes in Universe" en *Scrabble. Vídeo, lenguaje y abstracción.* Centro Atlántico de Arte Moderno. Las Palmas de Gran Canaria.
[3] Val del Omar, J. 1957. "Desbordamiento apanorámico de la imagen," en las *Actas del IX Congresso Internazionale della Tecnica Cinematografica*, Turín, del 29 de septiembre al 1 de octubre de 1957. Disponible en la página web dedicada al autor: http://www.valdelomar.com/pdf/text_es/text_6.pdf
[4] Val del Omar, J. 1959. "Teoría de la Visión Táctil", publicado en la revista *Espectáculo*, Madrid, nº 132, febrero 1959, p. 28. Disponible en la página web dedicada al autor: http://www.valdelomar.com/pdf/text_es/text_5.pdf
[5] Val del Lomar, J. 1957 "Desbordamiento apanorámico de la imagen," en las *Actas del IX Congresso Internazionale della Tecnica Cinematografica*, Turín, del 29 de septiembre al 1 de octubre de 1957. Disponible en la página web dedicada al autor: http://www.valdelomar.com/pdf/text_es/text_6.pdf
[6] Bisbe, L. 2008. *Interiorismoyexteriorismo.* Madrid, La Casa Endendida.
[7] Jay, M. 2007. *Ojos Abatidos. La denigración de la visión en el pensamiento francés del siglo XX.* Madrid: Ed. Akal, Estudios Visuales.
[8] Servier, J. 1969. Historia de la utopía. Monte Ávila editores. Venezuela.
[9] Merleau-Ponty, M. 1993. Fenomenología de la percepción. Planeta Agostini, Barcelona.
[10] Rabbets, R & Bennett, A. G. 2007. *Clinical Visual Optics* [1992]. Butterworth-Heinemann. Oxford.
[11] Quevedo, Ll. & Solé, J. 2010. "Entrenamiento Visual en el deporte" en Vicente Rodríguez, Irene Gallego y Diego Zarco (Comps.), *Visión y Deporte* (pp. 93-102). Barcelona: Editorial Glosa.
[12] Aribau, E. 2017. "Bases neurológicas y prerrequisitos visuales y visomotores" en *Educadores: revista de renovación pedagógica.* Enero/Marzo #261

Desarrollo con la metodología TRES-D de un simulador obstétrico basado en el dispositivo háptico Phantom

Javier Oliver Losa
Instituto de Investigación en Informática de Albacete (I3A)
Univ. de Castilla-La Mancha
javier.oliver.losa@gmail.com

Jonatan Martínez Muñoz
Instituto de Investigación en Informática de Albacete (I3A)
Univ. de Castilla-La Mancha
jonatan.m@gmail.com

Ana Belén García Bravo
Servicio de Salud de Castilla-La Mancha (SESCAM)
Albacete
abgarciab@sescam.jccm.es

Arturo S. García Jiménez
Instituto de Investigación en Informática de Albacete (I3A)
Univ. de Castilla-La Mancha
arturosimon.garcia@uclm.es

Pascual González López
Instituto de Investigación en Informática de Albacete (I3A)
Univ. de Castilla-La Mancha
pascual.gonzalez@uclm.es

José Pascual Molina Massó
Instituto de Investigación en Informática de Albacete (I3A)
Univ. de Castilla-La Mancha
josepascual.molina@uclm.es

RESUMEN

Este trabajo describe el desarrollo de un simulador de Realidad Virtual para el entrenamiento de la técnica de exploración en el campo de la obstetricia. Este desarrollo se ha llevado a cabo usando la metodología TRES-D, que parte de características de otras metodologías para el desarrollo de interfaces tradicionales y añade aquellos aspectos necesarios para la creación de interfaces como las de Realidad Virtual. El simulador se ha basado en un dispositivo háptico Phantom que permite al usuario sentir la fuerza que produce tocar un objeto virtual como si fuera real. En concreto, este trabajo se ha centrado en la exploración que realizan las matronas (enfermeras obstétrico-ginecológicas) para buscar los puntos guía (en este caso, las fontanelas) en la cabeza del feto y así averiguar la orientación de la propia cabeza, clave para conocer la presentación del feto y adelantarse a posibles complicaciones. En el desarrollo se ha contado con la colaboración de una matrona para validar cada avance. Además, en este artículo se describen cuatro casos de estudio que han servido para comprobar las bondades del simulador, pero también sus limitaciones.

CCS CONCEPTS

• Human-centered computing

KEYWORDS

Realidad virtual, tacto, háptico, simulador, obstetricia, exploración, palpación, Phantom

1 Introducción

En las horas previas a un parto, la matrona comprueba con sus propios dedos el estado del cuello del útero de la madre y la presentación del feto, para saber cuándo la mujer estará lista para dar a luz y si el parto será eutócico (que no requiere instrumentación) o instrumental. El feto solo podrá salir si expone su menor diámetro craneal al paso por los huesos de la pelvis materna, por lo que cualquier otra presentación puede hacer necesaria la ayuda de instrumentos -un parto instrumental- o incluso cirugía -una cesárea-. La exploración que realiza la matrona resulta, por tanto, de gran valor para dirigir el parto hacia un buen final. Por esa razón, es de gran importancia que en su etapa de formación aprendan bien a ejecutar la técnica de exploración y a reconocer lo que sus dedos están tocando.

El problema de formar a las futuras matronas en esta técnica es que la zona a explorar no está a la vista, por lo que el aprendizaje se basa tradicionalmente en un conocimiento teórico de la anatomía de la mujer y del feto, en el entrenamiento con modelos físicos que reproducen dicha anatomía (véase Figura 1), y finalmente en la práctica real con embarazadas que se encuentran en trabajo de parto. Este enfoque tradicional tiene sus limitaciones, los entrenadores físicos ofrecen la posibilidad de cambiar piezas para preparar un número discreto de situaciones, y las mujeres embarazadas pueden verse incomodadas por las exploraciones que las estudiantes hagan en una zona tan íntima para ellas.

La Realidad Virtual puede ayudar a formar a las matronas en esta técnica concreta, como ya se hace en muchos otros ámbitos de aplicación, por ejemplo en la formación de pilotos con simuladores de vuelo, y en particular en el campo de salud, como en el entrenamiento de médicos en operaciones quirúrgicas, mejorando su habilidad y dominio. El uso de un entrenador de Realidad Virtual para el entrenamiento de matronas en la técnica de palpación tendría dos grandes ventajas. La primera es que permitiría multiplicar el número de situaciones que puede encontrar la matrona con respecto a los entrenadores físicos, que vienen limitados por el número de piezas distintas que traen y las posiciones en las que estas se pueden colocar. La segunda es que reduciría la necesidad de entrenarse con pacientes reales, mitigando así las molestias que ocasionan a las embarazadas en momentos tan trascendentales. Aparte, el empleo de un ordenador permitiría un mejor seguimiento del entrenamiento de la matrona, podría programarse un plan de formación para cada una, individualizado, registrando los casos que ha practicado, cuándo y

cuántas veces, y a partir del análisis de actividad se podrían sugerir nuevos casos o la repetición de otros según el tiempo transcurrido o la frecuencia. Todo contribuiría a mejorar considerablemente la curva de aprendizaje de los estudiantes.

El presente trabajo aborda entonces el desarrollo de un simulador de Realidad Virtual en el que las futuras matronas puedan practicar, de la forma más realista posible, la técnica de palpación tantas veces como sea necesario sin incomodar a ninguna mujer embarazada.

Figura 1: Entrenador usado en la Unidad Docente de Matronas del Complejo Hospitalario Universitario de Albacete

2 Dispositivos hápticos

La Realidad Virtual, como campo, reúne un conjunto de tecnologías y técnicas con las que se pueden simular desde simples objetos a entornos más complejos que el usuario puede sentir a través del engaño de sus sentidos, puede ver, oír y tocar, sumergirse e interaccionar. La imagen que suele venir a la memoria al hablar sobre Realidad Virtual es la de un usuario con un visiocasco en la cabeza y unos guantes de datos o unos mandos de control en las manos. El caso que nos preocupa se aleja de ese estereotipo, pues las matronas no ven en el mundo real lo que están palpando y no necesitarían, por tanto, ningún visiocasco. En esta ocasión, el único sentido a engañar es el tacto, a través del uso de los llamados dispositivos hápticos.

El sentido del tacto, frente a otros sentidos como la vista o el oído, es mucho más complejo y difícil de engañar, pues es la suma de muchos y variados receptores repartidos por todo nuestro cuerpo, aunque es en las manos y más en las yemas de los dedos donde más atención se presta, por la importancia que tiene para el ser humano poder alcanzar con la mano los objetos y sentir lo que toca. Como decía Bertrand Russell, "…es el tacto lo que nos proporciona el sentido de 'realidad'… toda nuestra concepción de lo que existe fuera está basado en el sentido del tacto". La tecnología háptica es aquella que ofrece una estimulación al sentido del tacto del usuario mediante sensores táctiles, donde es más importante la distribución espacial que la fuerza, y el retorno de fuerza o cinestésico, que interviene cuando la mano coge un objeto o se hace presión sobre él para percibir su dureza. Uno de los dispositivos hápticos más conocidos y usados en el ámbito de la simulación en ciencias de la salud es el Phantom (véase Figura 2), o mejor dicho la familia de dispositivos Phantom de la compañía 3D Systems (en sus inicios comercializado por Sensable) [1], dispositivos de fuerza basados en un brazo robot que también ofrecen cierta respuesta táctil.

Figura 2: Dispositivo háptico Phantom Premium

3 Trabajos relacionados

La exploración por tacto (palpación) es una herramienta muy usada por los profesionales sanitarios (enfermeras, matronas y médicos) que consiste en presionar con los dedos un área de interés para localizar y/o analizar algo bajo la piel del paciente, o para sentir la presencia o ausencia de características o alteraciones anatómicas y/o fisiológicas. Existen diferentes técnicas de palpación, que pueden ser usadas para diagnóstico del paciente o para guiar otra operación, y pueden requerir un único dedo (single finger) o varios (multi-finger). Por ejemplo, la exploración con el dedo índice se usa para el diagnóstico de alteraciones en tumores de próstata, y se usan varios dedos para diagnosticar problemas en el abdomen, pecho, cuello, colon, espalda, rodilla o pierna. La exploración con varios dedos manipulando simultáneamente es todo un reto a la hora de implementarlo en un simulador médico, por lo que es usualmente ignorado y, cuando se incluye, se hace simplificando enormemente la manipulación [7].

Muchos de los simuladores virtuales de tacto y palpación que pueden encontrarse en la literatura hacen uso de los más tradicionales dispositivos hápticos basados en motores eléctricos, como la familia de dispositivos Phantom. Uno de los primeros ejemplos de este tipo de simuladores virtuales es un simulador de exploración de rodilla que se basaba, sin embargo, en un guante Rutgers Master con realimentación de fuerza [12]. Existen muchos más ejemplos como los que recopilan [7] [17] y [19] en sus respectivas revisiones de simuladores hápticos en el campo de la medicina, y en particular para las técnicas de tacto y palpación. Aquí se repasarán aquellos más relacionados con la técnica de exploración ginecológica que es objeto de este trabajo.

En [6] se presenta un simulador de Realidad Virtual dirigido al entrenamiento en diagnóstico de cáncer de próstata. El prototipo está compuesto por una interfaz háptica Phantom que proporciona realimentación al dedo del usuario, una estructura que restringe los movimientos y una estación de trabajo SGI para renderizar la anatomía del paciente. Para el estudio, se desarrollaron varios modelos distintos de próstatas para varios casos particulares. Para el proyecto contaron con la colaboración de un urólogo que determinó el nivel de dureza cuando se producía un contacto para conseguir que los modelos fueran más "reales". El estudio confirmó que los estudiantes se encontraban

más cómodos utilizando este simulador ya que realizaban su diagnóstico sobre un modelo virtual sin las molestias que supone para un paciente real. Otra de las conclusiones que obtuvieron es que, a causa de la tecnología de ese momento, el dispositivo únicamente permitía la interacción con los modelos con un solo punto de contacto, mientras que la punta del dedo es un área con múltiples puntos de contacto.

En el campo de la medicina veterinaria, el simulador HOPS (Horse Ovary Palpation Simulator) [8] [9], desarrollado en la Universidad de Glasgow, permite palpar virtualmente los ovarios de una yegua usando también un dispositivo Phantom. En la senda del trabajo anterior, el mismo grupo de Glasgow desarrolló un simulador para la exploración rectal en vacas (bovine rectal palpation), usando un Phantom Premium 1.5 con un dedal (thimble) dentro de un modelo de fibra de vidrio de una vaca [20]. Esta exploración rectal se usa para el diagnóstico de embarazo y examen de fertilidad, y forma parte de la rutina de trabajo de los veterinarios con estos animales. Con el objeto de proporcionar un complemento a los métodos de enseñanza tradicionales, en [2] [3] [4] se presentan las primeras evaluaciones con este sistema, donde el simulador demuestra su capacidad para destreza la habilidad de los estudiantes de veterinaria con esta técnica, y también como guía para mejorar esa habilidad. En [5] se describe la evolución del anterior trabajo, proporcionando ayudas adicionales a los estudiantes como la corrección de sus movimientos y estímulos sonoros, haciendo innecesaria la presencia del instructor.

SIMone [16] es un simulador que recrea situaciones complicadas de parto donde pueda ser requerida la utilización de instrumental, como el fórceps, instrumento con el que se apresa a la cabeza del feto y se tracciona de él para ayudar en el periodo expusivo. En este caso, el estudiante usa instrumental real y opera sobre un modelo de silicona que reproduce la anatomía de la madre y la cabeza del feto. Es esta cabeza la que está conectada a un dispositivo háptico, que el sistema utiliza tanto para recoger e interpretar datos como para generar la respuesta de fuerza y el avance del feto ante la operación del estudiante. Se trata de un producto comercial, totalmente desarrollado, que en el momento de escribir estas líneas está a la venta por unos 43 mil euros.

En [13] [15] presentan el simulador SITEG, un sistema basado en Realidad Virtual para ayudar en el aprendizaje de patologías que, como el Herpes y el papiloma humano (HPV), son las más comúnmente relacionadas con el desarrollo de células cancerosas. El sistema permite simular el examen ginecológico en sus dos fases, una visual en la que se usa un espéculo para observar el color y la textura en vagina y cérvix, y otra en la que se usa el tacto de un dedo como instrumento para examinar y buscar consistencias que delaten la presencia de las citadas patologías. Para el examen visual, los autores recurren a imágenes estereoscópicas, y para la exploración con un dedo recurren al dispositivo háptico Phantom Omni, el más pequeño de la familia Phantom.

4 Palpación de fontanelas en la exploración obstétrica

La exploración por tacto que realizan las matronas [11] persigue, por un lado, determinar la fase de parto a través de cinco signos: el estado del cuello uterino o cérvix (borramiento, dilatación y consistencia), posición del propio cérvix y plano de Hodge (grado de encajamiento del feto en el canal del parto). Por otro lado, si el estado del cuello uterino permite llegar hasta el feto, las matronas usan de nuevo el tacto para intentar localizar las fontanelas de la cabeza del feto con el fin de determinar la presentación de éste y así adelantarse a las posibles complicaciones del parto. El presente trabajo se centra principalmente en dar solución a esta última tarea, ya que puede realizarse utilizando únicamente un dedo. En los siguientes párrafos se dan los detalles necesarios para su mejor compresión.

La bóveda craneal está compuesta por: 2 huesos frontales, 2 parietales, el occipital, los temporales y las alas del esfenoides. En el feto, estos huesos no están aún soldados, sino que permanecen unidos por membranas denominadas suturas; y en los lugares donde confluyen las suturas existen unos espacios irregulares, cerrados también por una membrana, que llamamos fontanelas (véase Figura 3). Destacamos dos de estas fontanelas:

- Fontanela mayor, romboidal. Está situada en la parte anterior del cráneo. Se halla en la unión de la sutura sagital y las suturas coronarias, entre cuatro huesos, lo que le da esa forma romboidal. Recibe también otras denominaciones: sincipucio o bregmática.
- Fontanela menor, triangular. Está situada en la parte posterior del cráneo. Se halla en la unión de la sutura sagital y las suturas lamboideas, entre tres huesos, lo que le da esa forma triangular. Recibe también distintas denominaciones: occipucio, vértice o lamboidea.

Las suturas y fontanelas son puntos de referencia anatómicos que permiten orientar por el tacto sobre la convexidad lisa del cráneo y reconocer la posición fetal en relación con la pelvis (Figura 4). Para dar con las fontanelas mayor y menor, la matrona usa normalmente un dedo en la exploración, palpando la bóveda y guiándose por las suturas si las encuentra. Si la matrona llega a palpar una de las fontanelas, usará entonces la sutura que comunica con la otra, la sutura sagital, como guía o camino para intentar llegar a esa otra. En otros casos, la matrona podría encontrar que el bebé está asomando la cara y tocarle un ojo o la nariz, por ejemplo.

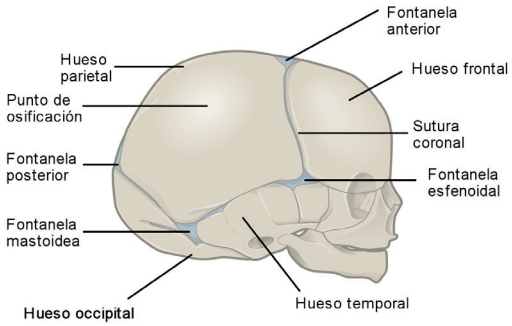


Figura 3: Fontanelas anterior (mayor, romboidal) y posterior (menor, triangular) en el cráneo de un recién nacido (Fuente: Creative Commons, autor: OpenStax College)

Figura 4: Palpando las fontanelas

Conocer qué diámetro de la cabeza es el que el feto enfrenta al canal expulsivo, así como la orientación de la propia cabeza, resulta de gran importancia para el éxito del parto, que siga como un parto eutócico, que sea necesario recurrir a ayudas y sea un parto instrumental, o incluso que requiera una intervención quirúrgica (cesárea). Así, una presentación de cara resulta muy complicada para que la madre de a luz a su bebé de forma eutócica, y para cualquier presentación que requiera el uso de instrumental (fórceps, ventosa) el ginecólogo necesita saber la orientación para poder agarrar la cabeza del feto por donde no le pueda lesionar.

Cuando el feto tiene la cabeza bien flexionada, mentón en pecho, el diámetro que presenta de adaptación a la pelvis es el menor, es el diámetro suboccipitobregmático (rodea la coronilla pasando por la fontanela mayor o bregmática), que mide 9,5 cm; en esta presentación, el punto guía a localizar en la exploración sería la fontanela menor (posterior o triangular). Si se localizase la fontanela mayor, el diámetro que se presentaría en relación a la pelvis materna sería el occipitofrontal (12 cm), mostrando la cabeza ligera deflexión. Sin embargo, el mayor diámetro que se podría presentar sería el occipitomentoniano (pasa por la coronilla y el mentón), con una longitud de 13.5 cm; aquí la matrona palparía parte de la fontanela mayor (anterior o romboidal), ubicándose el punto guía en la sutura metópica. Esta situación es la de peor pronóstico, siendo imposible el parto por vía vaginal a no ser que la presentación evolucione a una presentación de cara (punto guía en el mentón).

En cuanto a la orientación, dentro de la presentación cefálica se distingue entre orientación a izquierda y orientación a derecha, según el feto se encuentre orientado hacia su izquierda o hacia su derecha, que al ser una presentación cefálica coincidiría con la izquierda o la derecha de la matrona que asiste al parto, no la de la madre. También se distingue entre posición posterior (con la cara mirando hacia arriba), transversa (hacia un lado) y anterior (hacia abajo); esta última orientación se prefiere a las demás pues facilita el parto, con las otras se intentaría que el feto rotara para que la cara terminara mirando también hacia abajo (véase Figura 5).

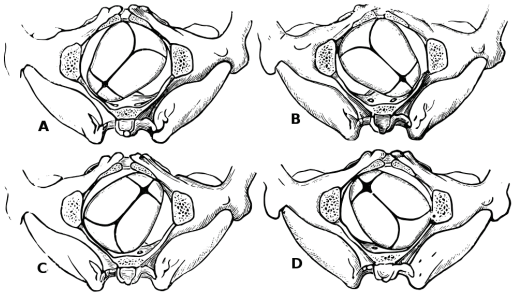


Figura 5: Diferentes orientaciones de la cabeza del feto (Fuente: Creative Commons, autor: no se proporciona)

En la Figura 6 se reproduce la parte del formulario (partograma) que usan las matronas del Complejo Hospitalario Universitario de Albacete donde se recoge la orientación de la cabeza del feto en una presentación cefálica, con un cuadro para las presentaciones a izquierdas y otro para las derechas.

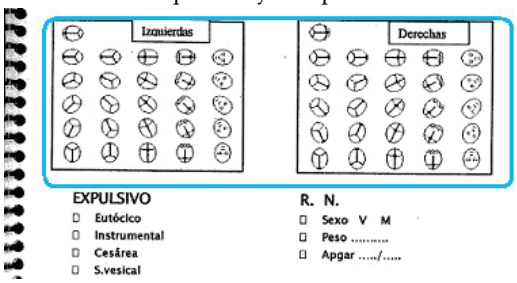


Figura 6: Orientaciones a izquierda y derecha en un partograma

5 Desarrollo del simulador obstétrico con la metodología TRES-D

Para el desarrollo de este trabajo se ha seguido la metodología TRES-D, propuesta en [14], ya que es una metodología interesante que está dirigida a la creación de interfaces tridimensionales, como lo es el simulador que aquí se presenta. La metodología TRES-D parte de características de otras metodologías para el desarrollo de interfaces tradicionales y añade aquellos aspectos necesarios para la creación de interfaces como las de Realidad Virtual.

La metodología, como se observa en la figura 7, propone fases previas al diseño que tienen por fin identificar los requisitos que

debe cumplir la interfaz además de presentar el problema y realizar un análisis del mismo. Se puede observar que cuando se introduce en el diseño, se producen dos líneas de trabajo paralelas, por un lado las tareas e interacciones y por otro la creación de los objetos tridimensionales. En nuestro caso, también se ha diferenciado entre una parte que corresponderá a una interfaz 2D tradicional, compuesta por una serie de formularios, y la interfaz tridimensional correspondiente a la simulación.

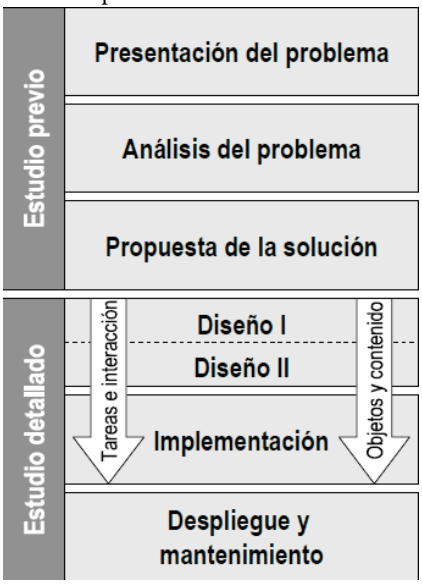


Figura 7: Fases de la metodología TRES-D

Cabe también resaltar que no sólo tras la implementación se produce una fase de pruebas, sino que tras la fase de diseño se producirán validaciones de prototipos en papel y otras pruebas para determinar parámetros de la interfaz háptica, con el fin de hacer partícipes del proceso de desarrollo a los futuros usuarios.

5.1 Estudio previo

El objetivo de este trabajo era construir una aplicación que, a través de una interfaz de ordenador, permitiera al usuario configurar o seleccionar un caso de prueba o ejercicio y lanzar después de una simulación con los parámetros elegidos, incluyendo la opción de guardar la configuración en disco para su posterior reutilización por el mismo u otros usuarios. Para la simulación se quería conseguir, a través de modelos 3D y la realimentación háptica, un entorno de aprendizaje lo más parecido a la realidad. Se identifican dos tipos de usuarios, por un lado el o la docente que usa la interfaz para configurar la simulación en función del ejercicio que quiera proponer, y por otro lado el o la estudiante quien será el que maneje el dispositivo háptico intentando realizar un diagnóstico del caso propuesto a través de la realimentación háptica, sin mirar la pantalla del ordenador. En el desarrollo ha participado una matrona para la evaluación experta de cada avance en el simulador.

Para este trabajo se ha contado con un dispositivo de realimentación de fuerza Phantom 1.0A de tres grados de libertad (3DOF), con un espacio de trabajo de 254×178×127 mm3, una resolución de 0.03 mm y una fuerza máxima de 8,5 N. Este dispositivo se conecta al ordenador a través del puerto paralelo. En una de las primeras entrevistas con la matrona colaboradora del proyecto, se preparó una prueba para averiguar si ese dispositivo sería capaz de transmitir los diferentes grados de durezas que las matronas distinguen en la exploración obstétrica. Se llegó a la conclusión que, utilizando el Phantom y su software, era posible simular la dureza del cuello uterino en diferentes fases del parto, así como el cráneo y las fontanelas, por lo que se siguió adelante con el desarrollo.

Para la solución, se propone crear dos interfaces separadas, una para configurar el caso, 2D, y otra para la simulación, 3D. Para llevar a cabo esa solución, se seleccionaron entonces una serie de librerías para el renderizado gráfico y háptico de los modelos 3D y otras para la interfaz 2D. El entorno de desarrollo elegido fue Visual Studio y el lenguaje de programación C++.

Así, para implementar la interfaz 2D con la que se configura o se carga cada ejercicio, se opta por usar la librería wxWidgets para darle forma de formulario. Para la interfaz 3D, se eligió OpenGL para el renderizado de gráfico, en conjunto con las librerías GLUT para la ventana de visualización y GLUI para el pequeño número de controles necesarios durante la simulación. Pero la interfaz 3D no es solo gráfica. De hecho, esos gráficos solo los verá el docente, no el alumno.

La interfaz 3D para el alumno debe ser háptica, y para ello se escogió el software OpenHaptics de Sensable, por su compatibilidad también con OpenGL. Este software nos permite, además, trabajar a distintos niveles de complejidad gracias a sus librerías HDAPI y HLAPI. Para este trabajo se optó por la segunda, ya que el uso de sus funciones es más sencilla puesto que oculta al programador aquellas operaciones directamente relacionadas con el control del entorno háptico, como son la detección de colisiones o el cálculo, y porque genera fuerzas en el dispositivo en modo seguro.

5.2 Estudio detallado

En esta fase se aborda el diseño e implementación tanto de las interfaces 2D como la 3D, concretando el aspecto gráfico de los modelos 3D así como su respuesta háptica.

Así, para las interfaces 2D se recurre a prácticas conocidas del desarrollo en interacción persona-ordenador como es la creación de prototipos en papel (véase Figura 8), que se muestran y se revisan con la matrona para refinarlos antes de empezar con su implementación (véase Figura 9).

La construcción de los modelos se ha llevado a cabo utilizando la herramienta AC3D (véase Figura 10) y el formato elegido para los modelos es .TRI, un formato basado en una representación muy sencilla de los modelos mediante la especificación de triángulos por las coordenadas de sus tres vértices.

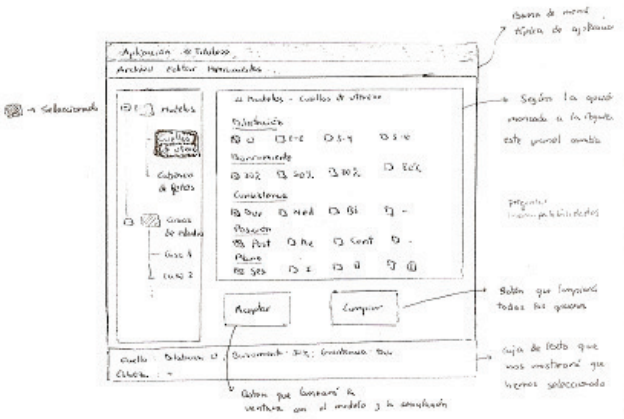


Figura 8: Prototipo en papel de la interfaz 2D

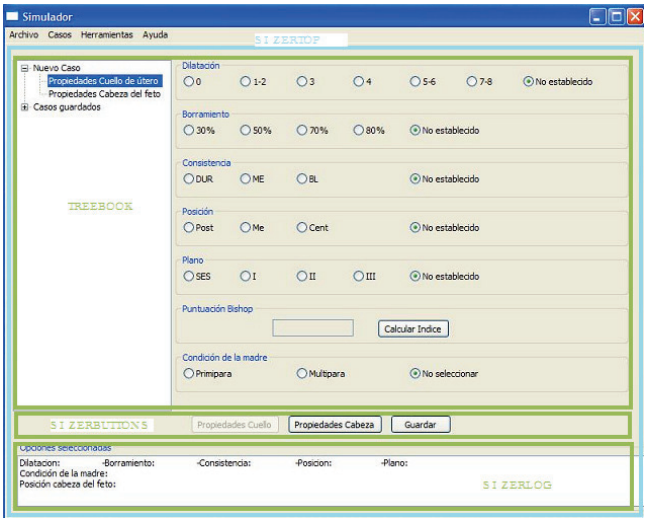


Figura 9: Interfaz 2D implementada

El problema de la cabeza del feto es que debe responder con diferentes durezas al tacto según dónde se esté palpando, blando en las fontanelas y duro allí donde debajo están los huesos del cráneo. Para solucionarlo, se probó primero a separar de la cabeza las mallas de las fontanelas y darles la dureza correspondiente, un valor de stiffiness de 0,2 para las fontanelas y de 0,8 para el resto de la cabeza. El problema que surge con esta propuesta es que cuando se desplaza el cursor háptico a lo largo de los límites de ambos objetos, con durezas distintas, se producen respuestas inesperadas en el dispositivo Phantom, vibraciones, fuerzas exageradas e incluso latigazos. Precisamente, las matronas necesitan explorar esos límites para hacerse una idea del tamaño y forma de la fontanela, por lo que se descarta esta opción.

La segunda idea que se probó fue extender la malla de los huesos de la cabeza por debajo de las fontanelas para que, en lugar de lindar un objeto con otro, se superpusieran. De esta forma, el usuario, al tocar en el lugar de la fontanela, sentiría su tacto blando, no el duro de la malla que queda debajo. Pero esta solución tampoco resuelve el problema en los límites de las fontanelas.

Finalmente, se optó por modificar en tiempo de ejecución la dureza de la malla en función del punto de colisión del cursor háptico con el objeto. De esta forma, toda la malla de la cabeza tiene una dureza de 0,8 pero, cuando se detecta que el usuario mueve el cursor sobre una fontanela, el programa la cambia a 0,2, y una vez fuera la reestablece al 0,8 anterior. Esta fue la opción que mejor resultado ofreció.

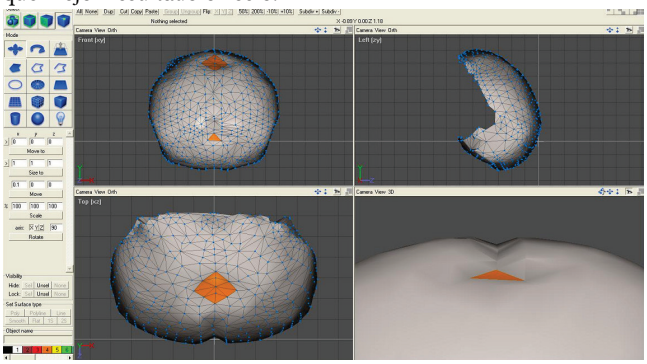


Figura 10: Modelo 3D de la cabeza del feto

6 Casos de estudio

Si bien el simulador permite crear muchos y variados casos de prueba o ejercicios, en este apartado se describirán cuatro que se eligieron específicamente durante el desarrollo para verificar con la matrona la respuesta háptica de los modelos.

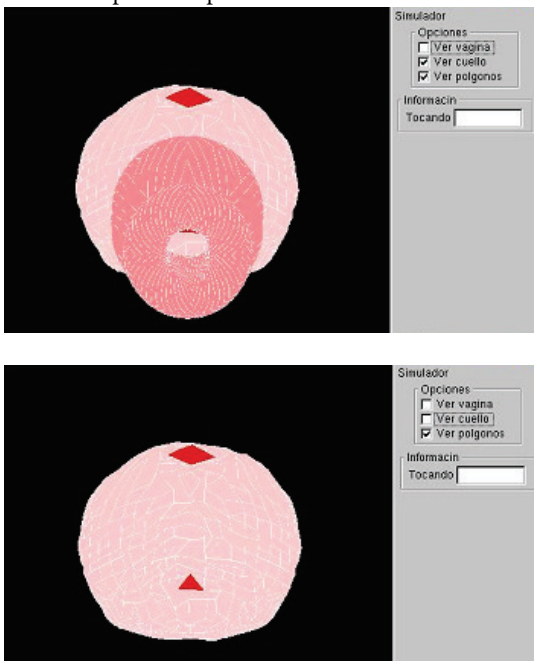


Figura 11: Caso de estudio nº 1, abajo ocultando el cérvix

Así, el caso nº 1 se corresponde a un cuello de útero con dilatación de 1-2 cm, borramiento del 50%, consistencia dura, posición posterior y encajamiento en plano SES (sobre estrecho superior de la pelvis). En este caso es posible la palpación de la fontanela menor y la sutura sagital (véase Figura 11).

El caso nº 2 se corresponde a un cuello uterino igual al nº 1, pero esta vez con una orientación distinta de la cabeza del feto. En este caso es posible palpar la sutura sagital como en el anterior, pero la fontanela que toca la matrona ya no es la menor sino la mayor (véase Figura 12).

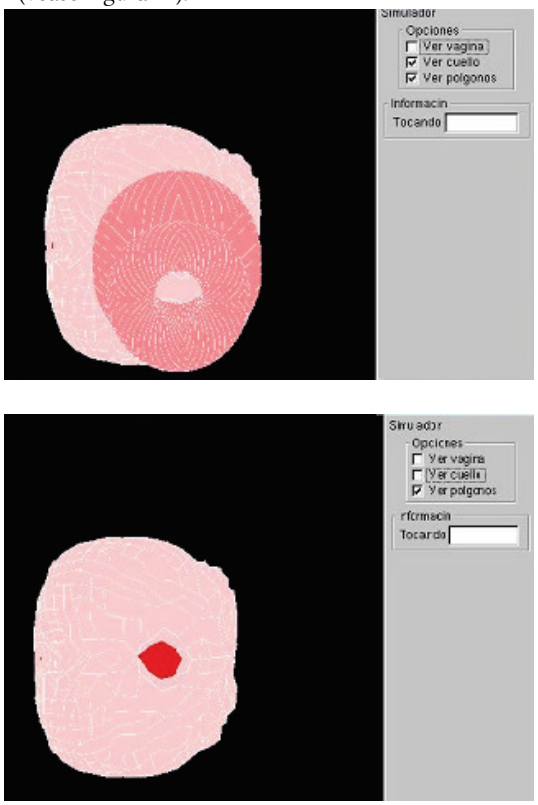


Figura 12: Caso de estudio nº 2, abajo ocultando el cérvix

El caso nº 3 se corresponde a un cuello de útero en una fase más avanzada, con una dilatación de 4 cm, borramiento del 70% del cuello, consistencia blanda, posición centrada y encajamiento en plano I de Hodge. En este caso es posible sentir la fontanela menor y la sutura sagital (véase Figura 13).

Finalmente, el caso nº 4 se corresponde a un cérvix igual al del caso nº 3, pero con la cabeza del feto en distinta orientación. En este caso es posible llegar a tocar ambas fontanelas además de la sutura sagital (véase Figura 14).

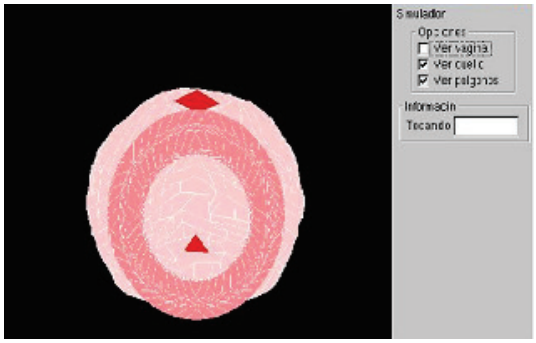


Figura 13: Caso de estudio nº 3

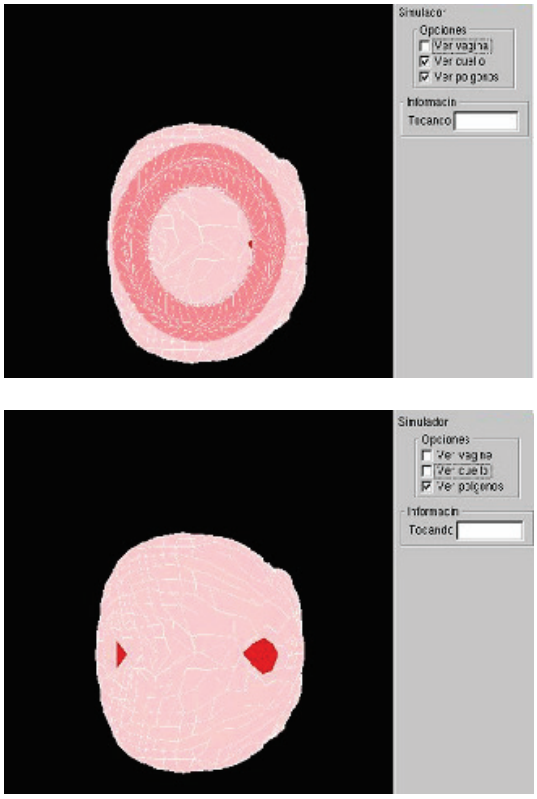


Figura 14: Caso de estudio nº 4, abajo ocultando el cérvix

7 Limitaciones y trabajos futuros

Como se ha podido observar, el modelo 3D de la cabeza del feto no es completo. Se podría completar, definiendo detalles de la cara como orejas, nariz y ojos. Sin embargo, la mayor limitación de este trabajo es que el dispositivo háptico usado sólo permite tocar en un punto, esto es, solo proporciona realimentación de fuerzas a la punta de un dedo, cuando las matronas suelen usar dos para la exploración vaginal. Esto no es tanto problema para la palpación de las fontanelas, que es en lo que se han centrado este trabajo, pero sí para estimar otros signos del parto como es la dilatación del cérvix.

En este sentido, [17] exponen sus propias conclusiones tras revisar 57 artículos que abordan la simulación con Realidad Virtual de diferentes técnicas de palpación, publicados entre 1994 y 2013, y a raíz de dichas conclusiones señalan las que ellos consideran que son las oportunidades de investigación y desarrollo en este ámbito. Su principal conclusión es que aún hay una gran distancia que andar hasta lograr una estimulación realista del sentido humano del tacto, debido a que la gran sensibilidad de este sentido impone requisitos que son difíciles de conseguir [18]. Uno de los aspectos que limitan el realismo en la simulación es, como se ha señalado antes, que muchos trabajos solo consideran un punto de contacto. Esta limitación no solo atañe al realismo, sino que también puede empobrecer el aprendizaje, sobre todo porque son muchas las técnicas de palpación usadas en el campo de la salud que usan dos o más dedos para explorar una parte del cuerpo. Así, uno de los retos futuros es conseguir mejorar el realismo. Sin embargo, como también señalan los autores del estudio, la simulación de varios puntos de contacto en los algoritmos de detección de colisiones no es una tarea trivial. De hecho, con respecto a estos algoritmos de detección de colisiones, deformación de tejidos, y cálculo del retorno de fuerza, se destaca que se han hecho pocas aportaciones en el periodo analizado. Las soluciones más usadas pasan por máquinas de estados finitos (FEM) o por el modelo masa-muelle (mass-spring), y solo [10] propone un nuevo enfoque de algoritmo de deformación. Hay, en general, una falta de algoritmos para múltiples puntos de contacto. Los autores también señalan la ausencia de simuladores colaborativos, aunque algunas propuestas, como la de [5] sí se acercan a la colaboración entre estudiante e instructor. Por último, no se olvidan los autores que muchos proyectos no cuentan con todos los recursos que desearían, de modo que los investigadores deben optar con aquellos dispositivos cuyo ratio coste-beneficio sea el más ventajoso. En este sentido, los más usados son los de la familia Phantom, también, dicen, por su fiabilidad.

8 Conclusiones

A diferencia de otros campos de la medicina y la enfermería, la obstetricia no ha recibido tanta atención de las posibilidades que tiene la informática para ayudar mejorar y modernizar sus prácticas como sí la ha recibido, por ejemplo, el campo de la ginecología. Así, es posible encontrar simuladores de Realidad Virtual para el entrenamiento de partos instrumentales, pero los simuladores obstétricos siguen siendo los de silicona los más clásicos. Resulta de gran interés, no solo para el campo de la obstetricia sino para el bienestar de las mujeres embarazadas, el desarrollo de herramientas informáticas que faciliten el aprendizaje en técnicas como es la exploración de fontanelas que se ha abordado en este trabajo.

Así, el simulador desarrollado, permite configurar o seleccionar un caso previamente guardado, lanzar la simulación y, gracias al dispositivo Phantom, el alumno puede explorar con su dedo un cérvix y una cabeza de feto virtual. El conjunto software y hardware tiene aún limitaciones que se esperan poder ir solventando en el futuro. La más importante de todas es que el alumno pudiera explorar no con un dedo, sino con dos, como hacen las matronas en la realidad.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo está financiado por el proyecto nacional MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por "ERDF: A way to make Europe". Los autores quieren agradecer a la Unidad Docente de Matronas del Complejo Hospitalario Universitario de Albacete su inestimable colaboración en el mismo.

REFERENCIAS

[1] 3D Systems. Scanners and haptics. URL: https://es.3dsystems.com/scanners-haptics

[2] S. Baillie, A. Crossan, S. Reid and S. Brewster. 2003. Preliminary Development and Evaluation of a Bovine Rectal Palpation Simulator for Training Veterinary Students. Cattle Practice, vol. 11, no. 2, 101-106.

[3] S. Baillie, S. A. Brewster, D. J. Mellor and S. Reid. 2005. Integrating a bovine rectal palpation simulator into an undergraduate veterinary curriculum. J. Vet. Med. Educ. 32, 1, 79-85.

[4] S. Baillie, A. Crossan, S. A. Brewster, D. Mellor and S. Reid. 2005. Validation of a bovine rectal palpation simulator for training veterinary students. Studies in health technology and informatics, 111, 33-36.

[5] S. Baillie, A. Crossan, S. A. Brewster, S. A. May and D. J. Mellor. 2010. Evaluating an automated haptic simulator designed for veterinary students to learn bovine rectal palpation. J. Soc. Simul. Healthcare 5, 5, 261–266.

[6] G. Burdea, G. Patounakis, V. Popescu and R. E. Weiss. 1999. Virtual reality-based training for the diagnosis of prostate cancer. IEEE Transactions on Biomedical engineering, 46(10), 1253-1260.

[7] T. R. Coles, N. W. John and D. Meglan. 2011. The role of haptics in medical training simulators: A survey of the state of the art". IEEE Trans. Haptics 4, 1 (Jan 2011), 51–66.

[8] A. Crossan and S. Brewster. 2001. Comparison of Simulated Ovary Palpation Training Over Different Skill Levels. Glasgow Interactive Systems Group. Department of Computing Science.

[9] A. Crossan, S. Brewster, S. Reid and D. Mellor. 2002. Multi-session VR Medical Training: The HOPS Simulator. People and Computers XVI-Memorable Yet Invisible. Springer, London, 213-225.

[10] A. Frisoli, L. Borelli and M. Bergamasco. 2005. Modeling biologic soft tissues for haptic feedback with an hybrid multiresolution method. Stud. Health Technol. Inform. 111, 145-148.

[11] J. González Merlo. 2006. Obstetricia. Edit. Masson.

[12] N. A. Langrana, G. Burdea, K. Lange, D. Gomez and S. Deshpande. 1994. Dynamic Force Feedback in a Virtual Knee Palpation. Artificial Intelligence in Medicine, vol. 6, no. 4 (Aug. 1994), 321-333.

[13] L. S. Machado and R. M. Moraes. 2006. VR-based simulation for the learning of gynaecological examination. In Advances in Artificial Reality and Tele-Existence. Springer, 97–104.

[14] J. P. Molina, P. González, J. Vanderdonckt, A. S. García and D. Martínez. 2009. A Space Model for 3D User Interface Development. In Computer-Aided Design of User Interfaces VI. Springer, 103-114.

[15] R. M. Moraes, D. F. L. Souza, M. C. O. Valdek and L. S. Machado. 2006. A Virtual Reality Based Simulator for Gynecologic Exam Training. Information Technology Based Higher Education and Training, ITHET 2006, 786–791.

[16] T. Obst, R. Burgkart, E. Ruckhäberle and R. Riener. 2004. The delivery simulator: a new application of medical VR. Medicine Meets Virtual Reality 12: Building a Better You: The Next Tools for Medical Education, Diagnosis, and Care, 98, 281-287.

[17] M. L. Ribeiro, H. M. Lederman, S. Elias, and F. L. Nunes. 2016. Techniques and devices used in palpation simulation with haptic feedback. ACM Computing Surveys (CSUR), 49(3), 1-28.

[18] G. Robles-De-La-Torre. 2006. The importance of the sense of touch in virtual and real environments. Multi-Media, IEEE 13, 3 (July 2006), 24–30.

[19] A. Talhan and S. Jeon. 2017. Pneumatic Actuation in Haptic-Enabled Medical Simulators: A Review. IEEE Access, 6, 3184-3200.

[20] Virtalis. Virtual Cow. URL: https://www.virtalis.com/haptic-cow/

Co-CIAT: Entorno Colaborativo para el Modelado con la Notación CIAN

Yoel Arroyo†
Departamento de Tecnologías y Sistemas de la Información
Facultad de Ciencias Sociales/UCLM
Talavera de la Reina, Toledo
España
Yoel.Arroyo@uclm.es

Ana Isabel Molina
Departamento de Tecnologías y Sistemas de la Información
Escuela Superior de Informática/UCLM
Ciudad Real, España
AnaIsabel.Molina@uclm.es

Miguel Ángel Redondo
Departamento de Tecnologías y Sistemas de Información
Escuela Superior de Informática/UCLM
Ciudad Real, España
Miguel.Redondo@uclm.es

Resumen

Este artículo presenta Co-CIAT, un editor gráfico colaborativo para la especificación de sistemas de trabajo en grupo usando la notación CIAN. En el artículo se describe el proceso de creación de Co-CIAT, como ejemplo de aplicación del método de desarrollo dirigido por modelos Learn-CIAM, que ha permitido la generación semiautomática de este editor colaborativo. El proceso de generación no sólo soporta la obtención del editor gráfico, sino también la incorporación de los mecanismos de *awareness* y otros componentes de coordinación y comunicación, necesarios para soportar este tipo de tareas grupales. Co-CIAT, al ser una herramienta *online* permite, a cualquier equipo multidisciplinar, trabajar sin la necesidad de reservar espacios, realizar desplazamientos, etc., lo cual redunda en una reducción de costes.

CCS CONCEPTS

• Human-Centered computing • Collaborative and social computing • Systems and tools • Synchronous editors

KEYWORDS

CSCW, MDD, *groupware*, modeling, design, *awareness*

1 Introducción

En 1984, se introduce por primera vez el término Trabajo Cooperativo Asistido por Computador (*Computer Supported Cooperative Work*, CSCW), por Irene Greif y Paul Cashman [1]. Desde entonces y hasta la fecha, el enfoque CSCW ha permitido estudiar el funcionamiento básico del trabajo cooperativo, así como implantar las bases teóricas y métodos de soporte al diseño de los sistemas que le dan soporte (*groupware*) [2]. Son muchas las ventajas reconocidas que ofrece el uso del enfoque CSCW y de los sistemas *groupware*. Los equipos, que pueden encontrarse físicamente dispersos, pero que trabajan en proyectos en los que la comunicación y colaboración es esencial, necesitan conectar, comunicarse y compartir información con el resto de miembros del equipo. Gracias al uso de herramientas *groupware*, los integrantes de un equipo de trabajo pueden asistir a las sesiones de debate y trabajo en grupo desde su propio espacio físico de trabajo. El empleo de herramientas de soporte a la comunicación y colaboración distribuida reduce o elimina el tiempo y el coste de los desplazamientos, así como el coste de alquiler o compra de un área física de trabajo. A su vez, el espacio de almacenamiento de documentos y los costes de mantenimiento, así como el tiempo de búsqueda de documentos, pueden reducirse significativamente [3].

Los sistemas *groupware* resultarán eficientes en la medida en que sean capaces de reproducir y soportar de forma virtual las necesidades de comunicación, coordinación y compartición de información que se dan en las sesiones presenciales de trabajo en grupo. Para ello, es necesario incorporar, a través de diferentes mecanismos visuales (*widgets* y componentes de la interfaz), información sobre el resto de miembros del equipo y su actividad durante el desarrollo del trabajo grupal. La información suministrada a los equipos se apoya en la denominada consciencia de grupo (*awareness*) [4], que resulta clave para la toma de decisiones, así como para la comunicación, colaboración y coordinación de los integrantes del grupo de trabajo. La aplicación eficiente del *awareness* requiere de mecanismos de visualización que faciliten la generación y la compartición de información, sin provocar una carga cognitiva adicional que dificulte y afecte negativamente el desarrollo de la actividad [5].

Por su parte, el propio proceso de diseño de los sistemas *groupware* resulta complejo. Con el objetivo de dar soporte a la especificación de este tipo de aplicaciones se propuso la notación gráfica CIAN [6], soportada por la herramienta CIAT [7]. CIAT es un editor gráfico que permite crear modelos en notación CIAN, y especificar así los requisitos de colaboración e interacción de los sistemas *groupware*. Sin embargo, el editor gráfico CIAT no es colaborativo. Teniendo en cuenta que el propio proceso de creación de modelos en esta notación puede realizarse de forma colaborativa, y posiblemente distribuida, se propone hacer evolucionar CIAT hacia una versión colaborativa, a la que se ha llamado Co-CIAT. En el proceso de desarrollo de la versión colaborativa de CIAT se aplicará un proceso de desarrollo dirigido por modelos para la obtención de sistemas de aprendizaje colaborativo, llamado Learn-CIAM [8]. Learn-CIAM es una metodología creada con el objetivo de dar soporte a

diseñadores, ingenieros y docentes, en la creación y generación semiautomática de sistemas colaborativos de aprendizaje (*Computer-Supported Collaborative Learning*, CSCL) [9]. Consta de dos fases diferenciadas: una primera fase, que da soporte a la generación de distintos editores gráficos independientemente del dominio de entrada (consistente en un conjunto de nodos y enlaces, que componen los diagramas); y una segunda fase, que genera e incorpora componentes para obtener los sistemas colaborativos de aprendizaje finales.

El objetivo de este trabajo es el de dotar a los distintos implicados (*stakeholders*) en el diseño de sistemas *groupware*, que hagan uso de la notación CIAN, de una herramienta (Co-CIAT) de creación colaborativa de modelos en esta notación. En este artículo se describe el proceso de obtención de esta aplicación, que se beneficia del enfoque CSCW, e incorpora una serie de características de *awareness* que han sido evaluadas y utilizadas en trabajos anteriores. En su creación se han seguido las diferentes etapas de las que consta la primera fase de la metodología Learn-CIAM, la cual, tal y como se comentó anteriormente, permite obtener editores gráficos independientes del dominio de entrada (y no necesariamente de aprendizaje, lo cual se aborda en la segunda fase de dicha metodología).

Este artículo se estructura como sigue. En el apartado 2 se describen algunos trabajos relacionados o herramientas existentes que permiten trabajar o generar editores gráficos colaborativos. El apartado 3 describe el proceso de creación del editor gráfico Co-CIAT, introduciendo, en primer lugar, la metodología, la notación, así como las tecnologías y herramientas que han servido de base a su desarrollo. Por último, se enumeran las conclusiones extraídas de este trabajo, así como las líneas de continuación del mismo.

2 Trabajos relacionados

Contar con un entorno colaborativo de modelado facilita a los miembros de un equipo de trabajo compartir información y coordinar sus actividades en el contexto de un proyecto de diseño conjunto [2,10], pudiendo además interactuar de manera distribuida en la construcción de un modelo o artefacto, de acuerdo con la especificación de un objetivo o de una tarea concreta [11].

En la literatura existen numerosas aportaciones y herramientas colaborativas, de distinta índole, que abordan el modelado en grupo. Nuestro interés se centrará en aquellas que incorporen un conjunto amplio de características de soporte al *awareness*, así como de componentes de comunicación y coordinación y que, a su vez, admitan diferentes dominios gráficos, es decir, permitan el diseño de diferentes tipos de diagrama. En concreto, y puesto que se pretende soportar el trabajo colaborativo en tiempo real (al mismo tiempo), se estaría hablando de *herramientas de modelado colaborativo síncrono*. Debido a que existe una gran variedad de este tipo de herramientas, se pasa a describir, a continuación, algunas de las más relevantes encontradas en la literatura y que se alinean con la consecución de nuestros objetivos.

HAMSTERS (*Human-centered Assessment and Modeling to Support Task Engineering for Resilient Systems*) [12] es un editor de modelado gráfico para la edición de diagramas de tareas basados en la notación CTT (*ConcurTaskTrees*) [13], que incluye, sobre la base de esta notación, nuevos conceptos relacionados con la identificación de posibles errores humanos y como prevenirlos. Los autores, Koller et al. [14], han trabajado en una versión colaborativa, que incorpora la funcionalidad necesaria para que los usuarios puedan comunicarse, como es la inclusión de un *chat*, así como algunos mecanismos de *awareness*, tales como la posibilidad de añadir notas o realizar comentarios sobre las tareas (indicando el usuario que las añade), así como un historial de cambios en el que quedan registradas las modificaciones realizadas por cada usuario en el diagrama. Sin embargo, la versión colaborativa de esta aplicación se encuentra en desarrollo y sólo existe un prototipo de la misma. Por otra parte, permite trabajar de forma colaborativa en un único dominio específico, el de los diagramas de tareas CTT ampliado.

Obeo Designer[1] es la versión colaborativa profesional (no libre) de *Sirius*[2], un entorno de modelado gráfico de sistemas complejos (*software*, actividades empresariales, etc.). Su versión colaborativa aplica un enfoque basado en la nube para la compartición de los modelos y toda la información relacionada con ellos. Sin embargo, este sistema no incluye un adecuado soporte al *awareness*, y se limita a proporcionar cierto control sobre el contexto compartido, mediante el bloqueo de regiones, evitando conflictos a la hora de modificar y compartir los modelos.

AToMPM[3] (*A Tool for Multi-Paradigm Modeling*) [15] es un entorno de modelado colaborativo de código libre, que se puede utilizar desde el navegador *web*, lo cual evita problemas de portabilidad entre plataformas o dispositivos. AToMPM es una evolución, y sucesor directo, de su homónimo monousuario, AToM3 [16]. Se trata de un entorno que permite generar diferentes sistemas de modelado para dominios específicos, además de facilitar la transformación, manipulación y mantenimiento de los modelos, e incluso la generación de código a partir del diseño realizado por el usuario en las etapas finales del desarrollo. Para ello se apoya en la nube, donde se almacena toda la información para la compartición de información entre los usuarios. Sin embargo, al igual que *Obeo Designer*, también basada en la nube, únicamente da soporte a la compartición de los modelos, pero no incorpora mecanismos adecuados de *awareness*.

SpacEclipse [17] es una evolución de la herramienta de modelado *Space-Design* [18], creada como *plug-in* de *Eclipse*, que permite la generación semiautomática de sistemas colaborativos síncronos de modelado. Este sistema es una de las herramientas más

[1] https://www.obeodesigner.com/en/
[2] https://www.eclipse.org/sirius/
[3] https://atompm.github.io/

interesantes y potentes de las analizadas, ya que facilita la generación de editores gráficos colaborativos independientes del dominio. Además, incorpora un gran número de características y mecanismos de *awareness*, así como otros componentes para la comunicación y la coordinación síncrona, que no incluyen las herramientas anteriormente comentadas. De hecho, *SpacEclipse* ha sido adaptada, mejorada y ampliada en trabajos más recientes [8,19], como parte de la metodología Learn-CIAM, lo cual pone de manifiesto que se trata de una herramienta potente y muy flexible.

En la Tabla 1 se muestra una comparativa de algunas de las características más relevantes de cada una de las herramientas analizadas, indicando: 1) la plataforma de destino; 2) el dominio gráfico con el que permite trabajar (que podrá ser uno en concreto o personalizado), y si permite crear dominios de modelado según la necesidad del diseñador; 3) si contempla características de *awareness* (en mayor o menor medida, es decir, si incluye un soporte a esta característica bastante rico o completo, o por el contrario, escaso o parcial); y 4) si incorpora *widgets* o componentes de soporte a la coordinación y la comunicación (como *chats*, paneles de sesión, etc.).

Entorno colaborativo	Plataforma	Dominio	Awareness[4]	Colab. (Widgets)
HAMSTERS	NetBeans	CTT ampliado	√	Sí
Obeo Designer	Web	Personalizado	~	No
AToMPM	Web	Personalizado	~	No
SpacEclipse	Eclipse	Personalizado	√	Sí

Tabla 1: Herramientas de modelado colaborativas y principales características

Pese a que la tendencia actual es la generación de sistemas multiplataforma basados en la nube, como ocurre con *Obeo Designer* o AToMPM, tal y como se ha visto, existen propuestas validadas e implementadas sobre la plataforma *Eclipse*. El uso de plataformas modulares y basadas en *plug-ins*, como *Eclipse,* juega un papel importante en la creación de herramientas de modelado colaborativas, gracias a los *frameworks* de modelado y generación de editores gráficos que incorpora. A su vez, el uso de entornos integrados de desarrollo (IDE) flexibles y ágiles, como *Eclipse*, en los que el usuario pueda añadir, personalizar o eliminar funcionalidades y vistas del entorno de modelado, según sus necesidades, facilita la adaptación del entorno colaborativo a los requisitos específicos del proyecto y de la organización. Además, este IDE es un entorno de desarrollo multiplataforma contrastado, profesional y de largo recorrido, que permite a los diseñadores trabajar sobre distintos sistemas operativos.

Por tanto, de los entornos descritos, el que mejor se adapta a nuestras necesidades es la versión más reciente de *SpacEclipse* [8,19], ya que está implementada sobre la plataforma *Eclipse*, lo cual lo hace flexible y extensible, e incluye un conjunto de *widgets* de soporte a la colaboración y al *awareness* bastante completo.

[4] *Leyenda:* (√) Soporte bastante rico o completo; (~) Soporte escaso o parcial

3 Co-CIAT: editor gráfico colaborativo

A continuación, se describe cada uno de los elementos, así como el proceso de creación de las distintas versiones o evoluciones, que constituyen la base del editor gráfico colaborativo final (Co-CIAT): **(1)** la notación gráfica soportada (CIAN) y la primera versión del editor gráfico (CIAT); **(2)** una nueva versión del editor gráfico monousuario, de soporte a la creación de modelos en dicha notación, pero que hace uso de tecnologías más actuales; y **(3)** el editor gráfico colaborativo final (Co-CIAT), el cual ha sido generado utilizando como dominio de entrada la herramienta descrita en el apartado 3.2 (la versión más reciente del editor gráfico monousuario CIAT).

3.1 Obtención del editor gráfico de partida (CIAT)

CIAM (*Collaborative Interactive Applications Methodology*) [20] es una metodología propuesta para facilitar el diseño de sistemas de trabajo en grupo. Surge con el objetivo de guiar a diseñadores e ingenieros *software* en la especificación conceptual de la capa de presentación (interfaz de usuario) de sistemas *groupware*. Dicha metodología es soportada por una herramienta, CIAT (*Collaborative Interactive Applications Tool*) [7], que permite crear modelos basados en la notación CIAN (*Collaborative Interactive Applications Notation*) [6]. Ambas, por tanto, notación y herramienta, se encuentran enmarcadas dentro de la metodología CIAM.

En el proceso de diseño de la capa de presentación de un sistema *groupware*, según la metodología CIAM, se ha de seguir una serie de fases/etapas [21]: 1) *Especificación del sociograma:* en esta fase se debe modelar la estructura de la organización (sus actores, roles, agrupaciones, etc.); 2) *Modelado del Proceso:* en esta fase se detallan las principales tareas (o procesos) individuales y en grupo, así como los participantes en cada una de ellas; 3) *Modelado de responsabilidades:* en esta etapa se modelan las responsabilidades individuales y compartidas entre los implicados; 4) *Modelado de las tareas en grupo:* en esta fase se describen, con mayor nivel de detalle, las tareas en grupo (colaborativas y cooperativas) identificadas en la etapa anterior; y 5) *Modelado de la interacción:* en esta última etapa se modelan los aspectos más interactivos del sistema, haciendo uso de la notación CTT (*ConcurTaskTrees*) [13].

En cada una de estas fases o etapas se crean distintos modelos o especificaciones gráficas, haciendo uso de la notación CIAN [6]. El diseñador podría crear los modelos a mano, o utilizar alguna herramienta de dibujo convencional (*Microsoft Paint*, *PowerPoint*, etc.). Sin embargo, para facilitar esta labor, se creó un editor gráfico que permitiera (y a la vez guiara) a los diseñadores en la creación de las especificaciones que propone CIAM y en el uso de su notación. Este editor gráfico es CIAT [7].

La primera versión de CIAT se creó siguiendo el paradigma de desarrollo dirigido por modelos (*Model-Driven Development*, MDD), apoyándose en el marco de desarrollo GMF (*Graphical Modeling Framework*). GMF es un marco que facilita la creación y mantenimiento de los modelos necesarios para la generación de editores gráficos en *Eclipse*. Para ello, incorpora un diagrama de bloques predefinido, que sirve de guía en todo el proceso. Este diagrama fue utilizado para la generación semiautomática del editor gráfico CIAT (Figura 1), que pasó por los siguientes pasos (en cada uno de los cuales se generaron distintos ficheros):

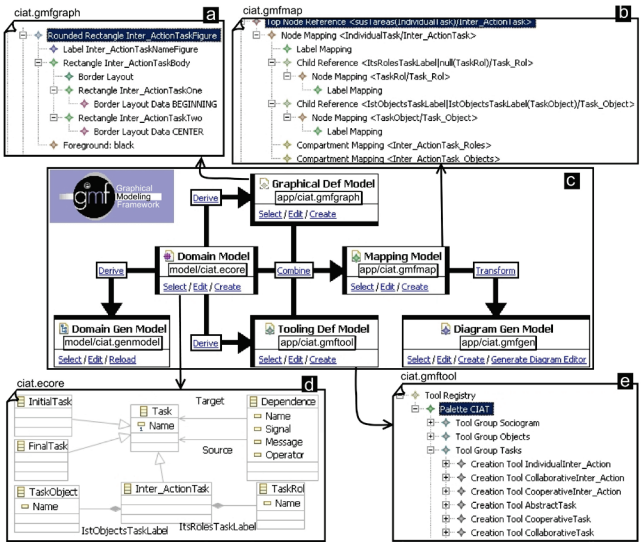


Figura 1: Proyecto GMF y su uso para generar el editor gráfico CIAT (extraído de [7])

1. *Especificación del modelo gráfico:* modelo que sirve para definir la estructura gráfica de cada uno de los nodos y enlaces, basados en la notación CIAN. Se corresponde con un primer boceto del aspecto visual que debería tener cada uno de los nodos y enlaces que soportará el editor gráfico.
2. *Especificación del modelo de dominio:* modelo de dominio que describe cada uno de los nodos y enlaces de la notación soportado por el editor gráfico, atendiendo al boceto creado en 1. Se corresponde con la creación de dos ficheros: el modelo de dominio, con extensión '*.ecore*' (Figura 1.d); y el modelo gráfico, con extensión '*.gmfgraph*' (Figura 1.a).
3. *Especificación de la paleta del editor:* modelo necesario para la especificación del conjunto de nodos y enlaces que deben estar disponibles en la paleta del editor gráfico. Se corresponde con un fichero con extensión '*.gmftool*' (Figura 1.e).
4. *Implementación del modelo de mapeo:* modelo necesario para relacionar cada uno de los nodos y enlaces especificados en los modelos anteriores: dominio, gráfico y paleta del editor; de manera que se pueda, por ejemplo, arrastrar y crear el nodo o enlace correspondiente al hacer *drag & drop* desde la paleta hacia el área de edición (*canvas*). Se corresponde con la creación de un fichero con extensión '*.gmfmap*' (Figura 1.b).

Una vez creados todos los modelos enumerados, basta con lanzar el proceso de generación automático para obtener el editor gráfico en forma de *plug-in* de Eclipse. Como se puede apreciar, son varios los modelos y especificaciones a crear, con la complejidad que este proceso conlleva, no solo por su definición, si no por posibles necesidades de mantenimiento y/o actualización de los mismos. La nueva versión de CIAT, y que sirve como dominio de entrada para el editor gráfico colaborativo Co-CIAT, ha sido generada utilizando un proceso simplificado, más actual, y que se describe en el siguiente apartado.

3.2 Creación de la nueva versión del editor gráfico monousuario CIAT

La nueva versión de CIAT se creó siguiendo también un proceso de desarrollo dirigido por modelos, pero utilizando un conjunto de tecnologías, herramientas y lenguajes que simplifican significativamente el proceso de generación automática. Tanto para la generación como posterior uso del nuevo editor gráfico, es necesario disponer de la siguientes tecnologías y herramientas en el entorno de desarrollo *Eclipse*:

1. *Paquete Eclipse Modeling Tools* [5]*:* entorno de desarrollo necesario para la generación y uso del editor gráfico en forma de *plug-in* de Eclipse. Incluye un conjunto predefinido de *plug-ins* de soporte al paradigma de desarrollo dirigido por modelos.
2. *Epsilon*[6]*:* familia de lenguajes y de herramientas de soporte a la automatización de tareas comunes dentro del paradigma de desarrollo dirigido por modelos en *Eclipse*, tales como la generación de código, la transformación entre modelos, y la validación de los mismos (a partir de modelos EMF, UML, *Simulink* o XML, entre otros). Incluye a su vez la herramienta *Eugenia*, que sustituye al diagrama de bloques GMF descrito en el apartado anterior. Esta herramienta es capaz de generar, a partir de un único fichero de dominio, cada uno de los ficheros mencionados anteriormente (*.ecore*, *.gmfgraph*, *.gmftool*, *.gmfmap*).
3. *Editor Emfatic*[7]*:* editor de texto de soporte a la navegación, edición, y conversión de modelos *Ecore*, que utiliza una sintaxis compacta y más legible, muy similar a la del lenguaje de programación Java (y en concreto, al lenguaje *Emfatic*[8]).
4. *QVTo (Query/View/Transformation) Operational* [9]*: plug-in* que, junto a los lenguajes de *Epsilon* y la herramienta *Eugenia*, es capaz de realizar transformaciones *modelo-a-modelo* complejas.

[5] Paquete *Modeling Tools*: https://www.eclipse.org/downloads/packages/release/2022-03/r/eclipse-modeling-tools
[6] [Eclipse URI] http://download.eclipse.org/epsilon/updates/2.4/
[7] [Eclipse URI] https://download.eclipse.org/emfatic/update/
[8] Lenguaje *Emfatic*: https://www.eclipse.org/modeling/emft/emfatic/
[9] [Eclipse URI] https://download.eclipse.org/mmt/qvto/updates/releases/3.4.0

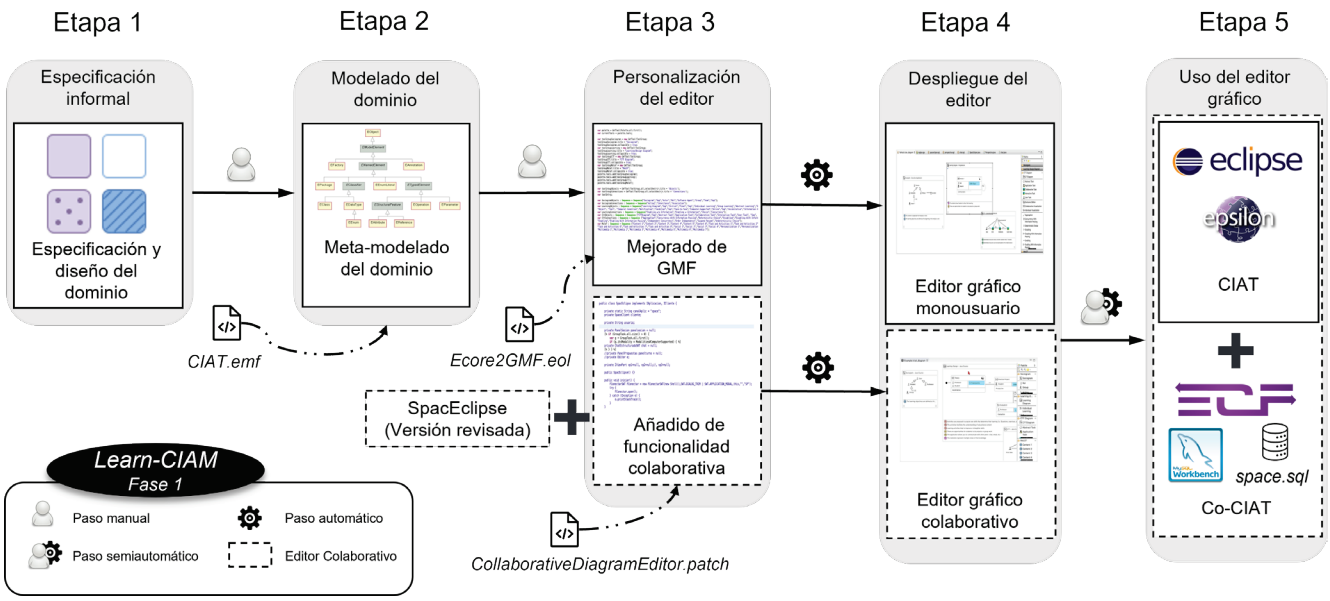


Figura 2: Proceso de generación de un editor gráfico aplicando la metodología Learn-CIAM (Fase 1)

Una vez se dispone del conjunto de tecnologías y herramientas anterior, el proceso de diseño y generación puede comenzar. En la elaboración del nuevo editor gráfico se han seguido los pasos descritos en la primera fase de la metodología Learn-CIAM [8]. Pese a que Learn-CIAM es una metodología enfocada en el desarrollo de sistemas colaborativos de aprendizaje, fue diseñada en dos fases diferenciadas al detectarse que la primera de ellas podría ser independiente del dominio. Esta fase se compone de varias etapas (Figura 2), que se siguieron en la generación del nuevo editor gráfico:

1. *Especificación informal:* modelo que sirve para diseñar el aspecto de cada uno de los nodos y enlaces que debe soportar posteriormente el editor. Se corresponde con un boceto inicial del aspecto visual de cada uno de estos elementos. En este trabajo, se corresponde con el boceto de los componentes gráficos de la notación CIAN que se podrán crear usando el editor.
2. *Modelado del dominio:* modelo de dominio que incluye cada uno de los nodos y enlaces, así como sus relaciones, atendiendo al diseño especificado en 1. En este trabajo, se corresponde con un único fichero en lenguaje *Emfatic* (*CIAT.emf*), que recoge toda esta información.
3. *Personalización del editor gráfico:* una vez que se dispone del modelo de dominio, es posible generar el editor gráfico de manera automática. En el caso de que el resultado final no sea el deseado, se puede aprovechar la potencia que ofrece el paquete *Epsilon* para crear un fichero de personalización adicional (con extensión '*.eol*', en lenguaje EOL), que permite modificar el aspecto por defecto del editor. En este trabajo, se ha generado un fichero de personalización, denominado *Ecore2GMF.eol*, para mejorar el aspecto de la paleta, así como de algunos de los nodos, que requerían una estructura visual diferente, y más compleja, a la proporcionada por defecto.
4. *Despliegue del editor gráfico:* etapa correspondiente al despliegue del editor gráfico generado (ejecutable para su instalación en diferentes instancias del entorno *Eclipse*).
5. *Uso del editor gráfico:* como su propio nombre indica, se corresponde con el uso del editor gráfico generado, previa instalación del mismo.

Como se puede apreciar, en el proceso de generación del nuevo editor gráfico, el número de ficheros a crear y mantener queda reducido a dos: ficheros de dominio y de personalización. El proceso es totalmente transparente, ya que, gracias a la elección de la nueva tecnología y lenguajes, y a partir de un único fichero (dominio), el resto de los ficheros, que en la versión anterior eran creados manualmente (modelo gráfico, modelo de paleta del editor y modelo de mapeo), ahora se generan de manera automática.

Esta simplificación puede apreciarse aún más en sistemas como el editor gráfico generado. El único fichero que se ha tenido que crear, de manera adicional, ha sido el fichero de personalización *Ecore2GMF.eol*. Este tipo de ficheros son muy fáciles de crear y mantener, ya que utilizan una sintaxis muy similar a un lenguaje reconocido, como es Java. Además, puesto que ya no es necesario crear cada uno de los modelos de manera manual, es suficiente con revisar el elemento que se desee personalizar en el modelo correspondiente para, a continuación, especificar las modificaciones visuales necesarias en el fichero de personalización. En las Figuras 3 y 4 se muestra, a modo de ejemplo, cómo se han modificado tanto el aspecto de uno de los nodos del editor gráfico (Figura 3), como el orden de los elementos de la paleta del editor gráfico (Figura 4), haciendo uso del fichero de personalización.

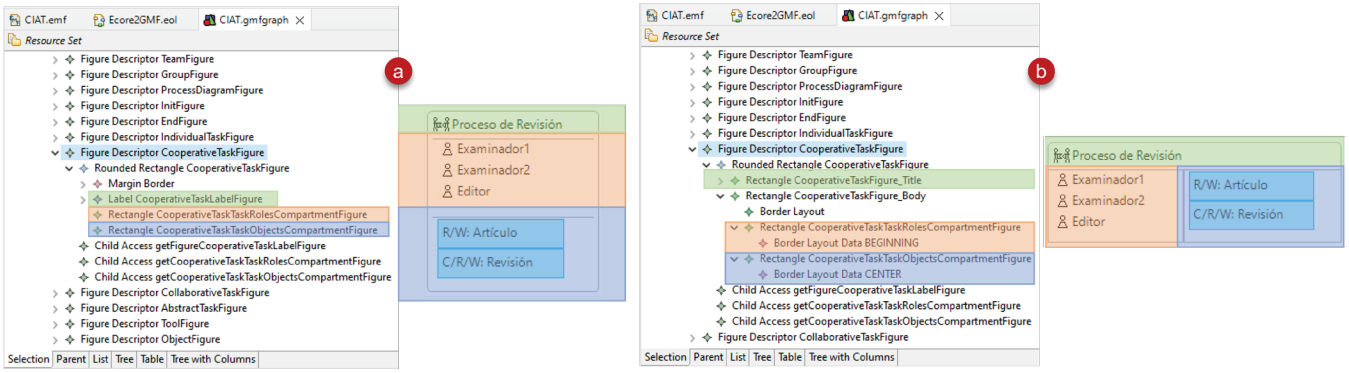


Figura 3: Nodo de una actividad cooperativa (CIAN) sin personalizar (a) y personalizado (b)

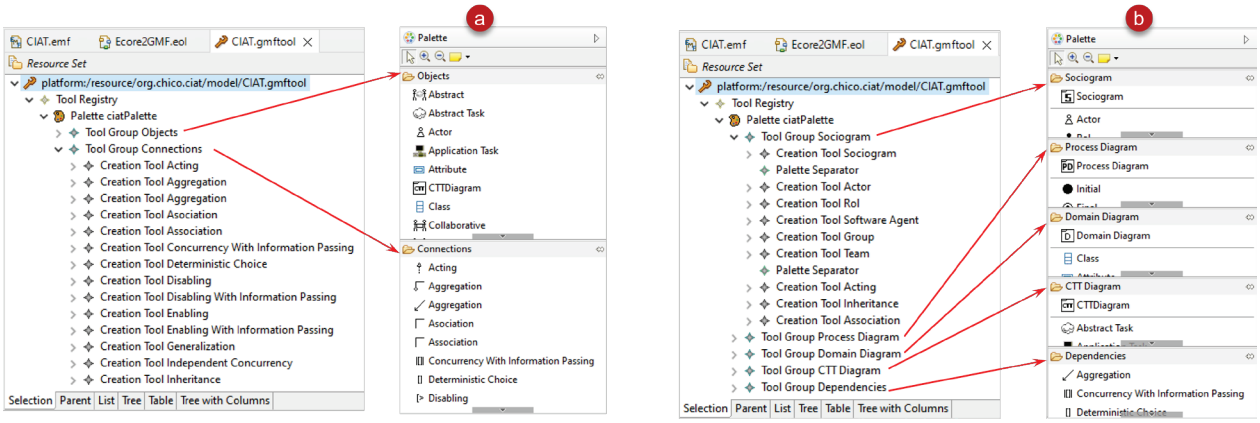


Figura 4: Paleta del editor CIAT sin personalizar (a) y personalizada (b)

3.3 Proceso de generación del editor colaborativo síncrono (Co-CIAT)

Aplicando la primera fase de la metodología Learn-CIAM, fue posible incorporar el soporte colaborativo a la última versión del editor gráfico monousuario (obtenido como resultado de los pasos indicados en el apartado 3.2). Para ello, de nuevo, fue necesario disponer de una serie de tecnologías y herramientas instaladas en el entorno:

1. *SpacEclipse* (*versión revisada*): *plug-in* de *Eclipse* de soporte a la metodología de idéntico nombre [22], que da soporte a la generación de editores gráficos colaborativos independientes del dominio. Los editores gráficos colaborativos generados incluyen una serie de mecanismos de *awareness* y *widgets* de soporte al diseño colaborativo.
2. *ECF* (*Eclipse Communication Framework*) [10]: conjunto de *frameworks* que permite configurar las comunicaciones entre un servidor y los distintos clientes de un sistema o servicio determinado. Es el *plug-in* necesario para soportar la comunicación entre distintas instancias cliente de Co-CIAT, y así, permitir trabajar de forma colaborativa.
3. *MySQL Workbench*[11] y *MySQL Server*[12]: herramientas para arquitectos y diseñadores de bases de datos. Proporcionan capacidad para el modelado de datos y consultas en lenguaje SQL (*Structured Query Language*), así como una serie de herramientas para la configuración de servidores, administración de usuarios, copias de seguridad, y otras funcionalidades de soporte adicionales. Es, por tanto, el conjunto de herramientas necesario para la implementación y configuración del servidor de soporte a la base de datos utilizada por Co-CIAT.

El proceso de generación de Co-CIAT se llevó a cabo siguiendo, nuevamente, la primera fase de Learn-CIAM [8] (Figura 2). En concreto, en la etapa de personalización, existe la posibilidad de utilizar parches genéricos (ficheros con extensión '*.patch*'), con una sintaxis idéntica a los parches utilizados por *Git* para el control de versiones (Listado 1). Estos parches, gracias a la nueva tecnología empleada (*Eugenia*), permiten modificar cualquier porción del código fuente final que se ha generado automáticamente. En este trabajo se creó un parche (*CollaborativeDiagramEditor.patch*), para incorporar la

[10] [Eclipse URI] https://download.eclipse.org/rt/ecf/3.13.2/site.p2/

[11] MySQL Workbench: https://downloads.mysql.com/archives/workbench/
[12] MySQL Server: https://dev.mysql.com/downloads/windows/installer/5.7.html

funcionalidad colaborativa necesaria durante el proceso de generación automática. La ventaja de este procedimiento es que supone un "camino de ida y vuelta", ya que es posible también (gracias a *Eugenia*) aplicar o deshacer estos cambios, pulsando tan solo un botón (Figura 5). De esta forma, el usuario final puede escoger entre utilizar la versión de la herramienta de modelado individual (CIAT) o la versión colaborativa (Co-CIAT), en cualquier momento.

```
diff --git
org.chico.ciat.diagram/src/ciat/diagram/part/CiatDiagramEditor.java
org.chico.ciat.diagram/src/ciat/diagram/part/CiatDiagramEditor.java
index f4c32c5..266a093 100644
--- org.chico.ciat.diagram/src/ciat/diagram/part/CiatDiagramEditor.java
+++ org.chico.ciat.diagram/src/ciat/diagram/part/CiatDiagramEditor.java

@@ -61,13 +80,18 @@
import ciat.diagram.navigator.CiatNavigatorItem;
+import spaceclipse.collab.CUtilities;
+import spaceclipse.collab.interfaces.ICollaborativeEditor;
+import spaceclipse.herramientas.UsuarioPanel;
+import spaceclipse.space.SpacEclipse;

-public class CiatDiagramEditor extends DiagramDocumentEditor implements
IGotoMarker {
+public class CiatDiagramEditor extends DiagramDocumentEditor implements
ICollaborativeEditor, IGotoMarker {
```

Listado 1: Porción de código extraída de *CollaborativeDiagramEditor.patch*

Para llevar a cabo este proceso de generación, y tal y como se muestra en la Figura 5, es necesario disponer en el espacio de trabajo de *Eclipse* de: 1) el conjunto de *plug-ins* que compone la nueva versión monousuario de CIAT; 2) la versión revisada de *SpacEclipse*; y 3) el parche colaborativo, listo para ser aplicado o no, a conveniencia del desarrollador.

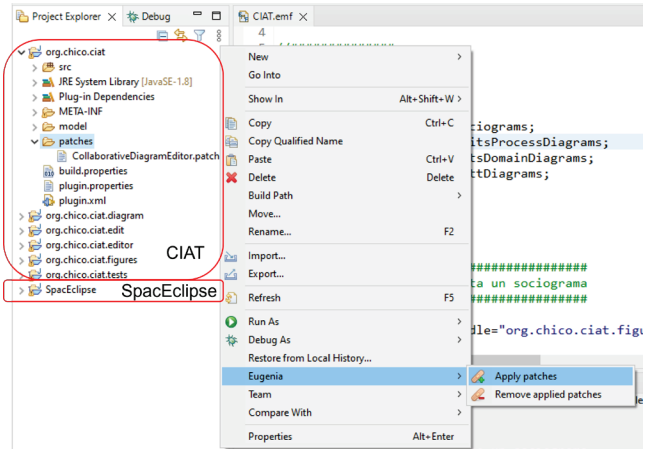


Figura 5. Co-CIAT y aplicación de parches

Como se puede apreciar, el proceso es muy sencillo, una vez que el parche ha sido generado de manera correcta, pues es suficiente con seleccionar la opción deseada para incorporar o eliminar la funcionalidad colaborativa sobre el código fuente del editor monousuario. Por supuesto, si se quisiera o se considerara necesario lanzar el proceso de generación automático (completo), el parche sería aplicado durante dicho proceso de manera automática.

Una vez que se dispone del editor gráfico colaborativo, es necesario configurar un servidor de soporte a la base de datos (*script* '*space.sql*'), que permita a los usuarios finales realizar acciones en Co-CIAT, tales como la creación de sesiones, la creación y actualización de usuarios, o conectarse a una sesión colaborativa de modelado, entre otras.

En la Figura 6 se muestra el aspecto final de la herramienta Co-CIAT. Tal y como se puede ver en la imagen, en la sesión colaborativa de modelado intervienen tres usuarios que hacen uso del editor gráfico de la notación CIAN. En el ejemplo se muestra el diagrama en esta notación (en concreto, el modelo de proceso) de un sistema de soporte a la gestión de los Trabajos Fin de Grado (TFG) de una Facultad. En el instante capturado los usuarios están discutiendo sobre la composición y elementos de este diagrama. En la Figura 6 se pueden ver los principales componentes de la interfaz gráfica final de Co-CIAT, provenientes tanto del editor gráfico CIAT como del *plug-in SpacEclipse*.

En el área central está el *canvas* o área de dibujo (Figura 6.a), en el que se puede ver los telepunteros de cada uno de los usuarios, identificados mediante un color distintivo. El resto del editor lo componen *widgets* y componentes colaborativos provenientes de *SpacEclipse*: panel de sesión (Figura 6.b), en el que aparecen los usuarios conectados a la sesión colaborativa; el *chat* estructurado (Figura 6.c), en el que se puede ver la conversación que están manteniendo los usuarios durante el proceso de diseño; y el panel de turnos (Figura 6.d), en el que los usuarios de la sesión pueden solicitar el turno para modificar el diagrama. Por último, es necesario indicar que también se incluyen distintas características y mecanismos *awareness*, que provienen de la versión revisada de *SpacEclipe*, tales como: 1) el uso de notificaciones textuales, para indicar quién está modificando el diagrama en un momento determinado (en este ejemplo se puede ver, desde la instancia de Co-CIAT del usuario *Miguel*, que el usuario *Ana* está "*editando...*" el diagrama); 2) sonidos, para avisar a los usuarios de que se ha producido un cambio de turno, en el cual se realiza además el correspondiente bloqueo del editor al resto de usuarios, evitando así posibles sobreescrituras; 3) uso de telepunteros y colores identificativos para cada usuario conectado a la sesión; 4) uso de mensajes predeterminados en el *chat*; y 5) avatares únicos para cada usuario (que pueden modificar accediendo a su perfil, antes de unirse a la sesión colaborativa).

4 Conclusión

En este trabajo se ha descrito la evolución y proceso de generación de un editor gráfico colaborativo de soporte a la especificación de sistemas de trabajo en grupo en notación CIAN. Para ello, ha sido necesario generar una nueva versión del editor gráfico monousuario de partida (CIAT). La versión actualizada de este editor, que hace uso de tecnologías y lenguajes de soporte al desarrollo dirigido por modelos más actuales y potentes, ha permitido simplificar el proceso de obtención de la versión colaborativa de esta herramienta final (Co-CIAT).

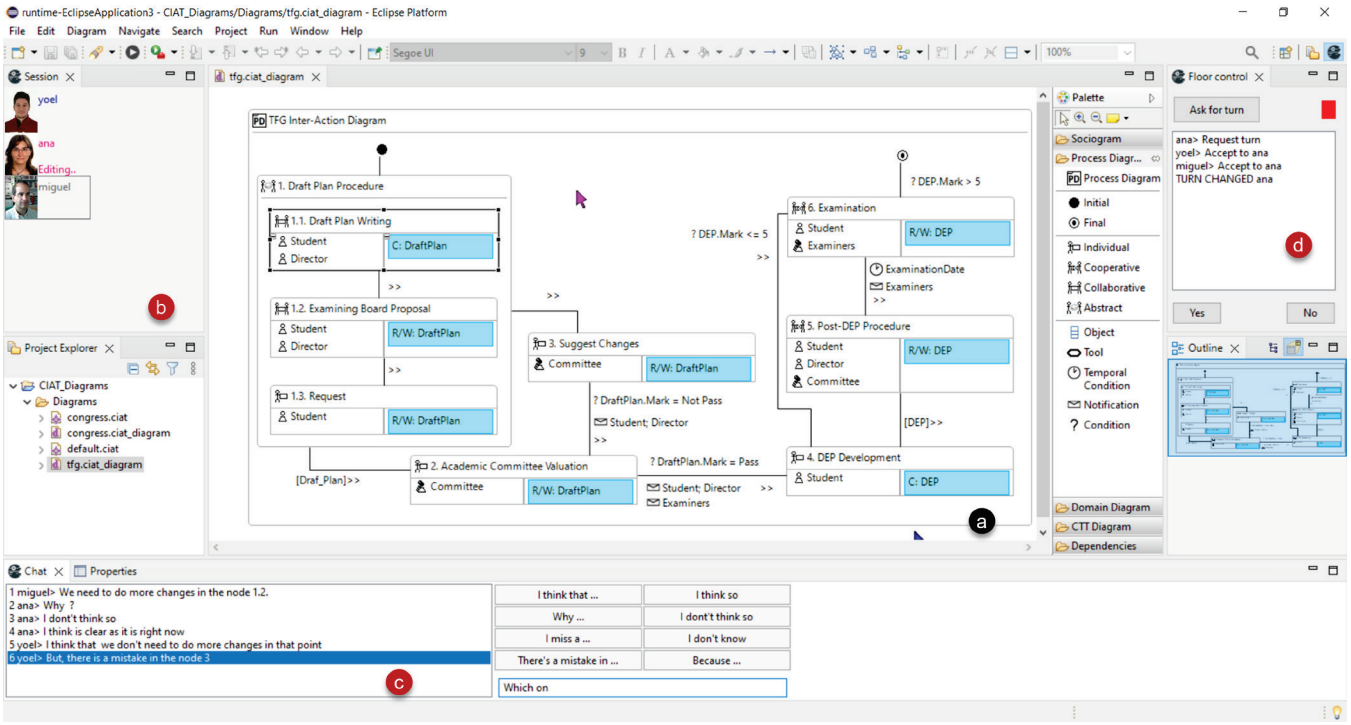


Figura 6. Interfaz de usuario colaborativa editor gráfico Co-CIAT

El proceso de generación de esta aplicación ha servido de ejemplo de aplicación de la metodología Learn-CIAM. Este ejemplo ha permitido, a su vez, comprobar que la división de esta metodología en dos fases bien diferenciadas fue acertada. Tal y como se ha indicado con anterioridad, la primera de las fases de Learn-CIAM permite generar editores independientes del dominio, es decir, permite la generación de editores gráficos de notaciones no orientadas al modelado de requisitos de aprendizaje; mientras que la segunda de las fases sí que se enfoca en la generación del soporte necesario para obtener este tipo concreto de sistemas colaborativos (CSCL).

También, cabe indicar que, por tratarse de una herramienta de trabajo en grupo *online* permite, a cualquier equipo multidisciplinar, trabajar sin la necesidad de reservar espacios, realizar desplazamientos, etc. y, por tanto, permite reducir los costes derivados.

Por último, y como trabajo futuro, se plantea realizar varias evaluaciones con distintos *stakeholders* que pudieran estar implicados en el diseño colaborativo de sistemas *groupware* y que, para ello, quieran hacer uso de la notación CIAN. Como escenarios de uso/evaluación de partida, se podría contemplar el diseño colaborativo de sistemas *groupware* para la gestión de Trabajos Fin de Grado (TFG) de una Facultad (como en el ejemplo incluido en este artículo), para la gestión y planificación de un Congreso, o para la planificación de una EvAU (Evaluación para el Acceso a la Universidad), entre otros.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el proyecto TIN2015-66731-C2-2-R del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades.

REFERENCIAS

[1] Irene Greif. 2019. How we started CSCW. *Nat. Electron. 2019 23* 2, 3 (March 2019), 132–132. DOI:https://doi.org/10.1038/s41928-019-0229-y

[2] Angelika Bullinger-Hoffmann, Michael Koch, Kathrin Möslein, and Alexander Richter. 2021. Computer-Supported Cooperative Work - Revisited. *i-com* 20, 3 (December 2021), 215–228. DOI:https://doi.org/10.1515/ICOM-2021-0028/MACHINEREADABLECITATION/RIS

[3] Djalal Hedjazi. 2018. Constructing collective competence: A new CSCW-based approach. *Int. J. Inf. Commun. Technol.* 12, 3–4 (2018), 393–416. DOI:https://doi.org/10.1504/IJICT.2018.090418

[4] César A. Collazos, Francisco L. Gutiérrez, Jesús Gallardo, Manuel Ortega, Habib M. Fardoun, and Ana Isabel Molina. 2019. Descriptive theory of awareness for groupware development. *J. Ambient Intell. Humaniz. Comput.* 10, 12 (December 2019), 4789–4818. DOI:https://doi.org/10.1007/s12652-018-1165-9

[5] Lenka Schnaubert and Daniel Bodemer. 2022. Group awareness and regulation in computer-supported collaborative learning. *Int. J. Comput. Collab. Learn.* (March 2022), 1–28. DOI:https://doi.org/10.1007/s11412-022-09361-1

[6] A. I. Molina, J. Gallardo, M. A. Redondo, M. Ortega, and W. J. Giraldo. 2013. Metamodel-driven definition of a visual modeling language for specifying interactive groupware applications: An empirical study. *J. Syst. Softw.* 86, 7 (July 2013), 1772–1789. DOI:https://doi.org/10.1016/j.jss.2012.07.049

[7] William J. Giraldo, Ana I. Molina, Cesar A. Collazos, Manuel Ortega, and Miguel A. Redondo. 2009. CIAT, A Model-Based Tool for Designing Groupware User Interfaces Using CIAM. In *Computer-Aided Design of User Interfaces VI*. Springer London, London, 201–212. DOI:https://doi.org/10.1007/978-1-84882-206-1_18

[8] Yoel Arroyo, Ana I. Molina, Miguel A. Redondo, and Jesús Gallardo. 2021. Learn-CIAM: A Model-Driven Approach for the Development of Collaborative Learning Tools. *Appl. Sci. 2021, Vol. 11, Page 2554* 11, 6 (March 2021), 2554. DOI:https://doi.org/10.3390/APP11062554

[9] Cindy E. Hmelo-Silver and Heisawn Jeong. 2021. An Overview of CSCL Methods. (2021), 65–83. DOI:https://doi.org/10.1007/978-3-030-65291-3_4

[10] Davide Di Ruscio, Mirco Franzago, Ivano Malavolta, and Henry Muccini. 2017. Envisioning the future of collaborative model-driven software engineering. In *39th International Conference on Software Engineering Companion, ICSE-C 2017*, IEEE, 219–221. DOI:https://doi.org/10.1109/ICSE-C.2017.143

[11] Antonio Bucchiarone, Federico Ciccozzi, Leen Lambers, Alfonso Pierantonio, Matthias Tichy, Massimo Tisi, Andreas Wortmann, and Vadim Zaytsev. 2021. What is the future of modeling? *IEEE Softw.* 38, 2 (March 2021), 119–127. DOI:https://doi.org/10.1109/MS.2020.3041522

[12] Célia Martinie, David Navarre, Philippe Palanque, and Camille Fayollas. 2015. A generic tool-supported framework for coupling task models and interactive applications. In *Proceedings of the 7th ACM SIGCHI Symposium on Engineering Interactive Computing Systems - EICS '15*, ACM Press, New York, New York, USA, 244–253. DOI:https://doi.org/10.1145/2774225.2774845

[13] Fabio Paternò. 2003. ConcurTaskTrees: An Engineered Notation for Task Models. In *The Handbook of Task Analysis for Human-Computer Interaction*. 483–503. Retrieved from http://giove.cnuce.cnr.it/ctte.html

[14] Marius Koller, Cristian Bogdan, and Gerrit Meixner. 2016. Collaborative task modeling: A first prototype integrated in Hamsters. In *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 366–373. DOI:https://doi.org/10.1007/978-3-319-44902-9_24

[15] Eugene Syriani, Hans Vangheluwe, Raphael Mannadiar, Conner Hansen, S. V. Mierlo, and Huseyin Ergin. 2013. AToMPM: A web-based modeling environment. In *MODELS '13: Invited Talks, Demos, Posters, and ACM SRC*, 1115. Retrieved from http://hergin.students.cs.ua.edu/research/models2013-demo.pdf

[16] Juan De Lara and Hans Vangheluwe. 2002. Atom3: A tool for multi-formalism and meta-modelling. In *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 174–188. DOI:https://doi.org/10.1007/3-540-45923-5_12

[17] Jesús Gallardo, Crescencio Bravo, and Miguel A. Redondo. 2012. A model-driven development method for collaborative modeling tools. *J. Netw. Comput. Appl.* 35, 3 (May 2012), 1086–1105. DOI:https://doi.org/10.1016/j.jnca.2011.12.009

[18] Rafael Duque, Jesús Gallardo, Crescencio Bravo, and António José Mendes. 2008. Defining tasks, domains and conversational acts in CSCW systems: the SPACE-DESIGN case study. *J. Univers. Comput. Sci.* 14, 9 (2008), 1463–1479. DOI:https://doi.org/10.3217/jucs-014-09-1463

[19] Yoel Arroyo, Ana I. Molina, Miguel A. Redondo, Jesús Gallardo, and Carmen Lacave. 2019. Collaborative Modeling of Group Learning Applications Using Eclipse Technology. *13th Int. Conf. Ubiquitous Comput. Ambient Intell.* 31, 1 (November 2019), 21. DOI:https://doi.org/10.3390/proceedings2019031021

[20] Ana I Molina, Miguel A Redondo, Manuel Ortega, and Ulrich Hoppe. 2008. CIAM: A Methodology for the Development of Groupware User Interfaces. *J. Univers. Comput. Sci.* 14, 9 (2008), 1435–1446. DOI:https://doi.org/10.3217/jucs-014-09-1435

[21] A. I. Molina, M. A. Redondo, and M. Ortega. 2009. A methodological approach for user interface development of collaborative applications: A case study. *Sci. Comput. Program.* 74, 9 (2009), 754–776. DOI:https://doi.org/10.1016/j.scico.2009.03.001

[22] Jesús Gallardo, Ana I. Molina, Crescencio Bravo, and Miguel A. Redondo. 2013. A model-driven and task-oriented method for the development of collaborative systems. *J. Netw. Comput. Appl.* 36, 6 (November 2013), 1551–1565. DOI:https://doi.org/10.1016/j.jnca.2013.03.016

Generación y adaptación de explicaciones "Human-in-the-Loop" en la "Smart Home"

Antoni Mestre
VRAIN Institute
Universitat Politècnica de València
Valencia, Spain
anmesgas@inf.upv.es

Miriam Gil
Departament d'Informàtica
Universitat de València
Burjassot, Spain
miriam.gil@uv.es

Manoli Albert
VRAIN Institute
Universitat Politècnica de València
Valencia, Spain
malbert@pros.upv.es

Vicente Pelechano
VRAIN Institute
Universitat Politècnica de València
Valencia, Spain
pele@pros.upv.es

Ignacio Panach
Departament d'Informàtica
Universitat de València
Burjassot, Spain
ignacio.panach@uv.es

ABSTRACT

Conseguir una colaboración persona-sistema efectiva y eficiente en sistemas autónomos con participación del humano ("human-in-the-loop"), requiere de sistemas transparentes, comprensibles, y que generen confianza en las personas. Las explicaciones constituyen la herramienta esencial para conseguir esto. Sin embargo, el camino hacia conseguir unas explicaciones comprensibles y no intrusivas presenta muchos desafíos. Es necesario identificar cuándo un usuario en un contexto particular requiere o no de una explicación, de esta forma se evita abrumar a los usuarios con explicaciones innecesarias, y generar una explicación comprensible ante esta situación, todo esto ayudando a la mejora de la experiencia de usuario. En este trabajo presentamos una propuesta para generar de forma automática explicaciones *Human-in-the-Loop*. Estas explicaciones se generan solo cuando se detecta la necesidad de explicación ante una acción de adaptación del sistema. Esto se consigue utilizando técnicas de Aprendizaje Automático que son capaces de inferir, a partir de la interacción que está llevando a cabo el humano con el sistema, si el usuario requiere explicaciones. Además, estas explicaciones se generarán en tiempo de ejecución de forma automática. Para ello, se utilizan técnicas de Generación de Lenguaje Natural para, a partir de la información sobre el sistema, generar una explicación.

CCS CONCEPTS

• Human-centered design. Ubiquitous and mobile computing. Ubiquitous and mobile computing systems and tools

• Human-centered design. Interaction design. Interaction design process and methods

KEYWORDS

Human in the Loop, Explicabilidad, Sistemas Autónomos, Explicaciones Auto-adaptables, Aprendizaje Automático, Experiencia de Usuario

1 Introducción

La introducción de los sistemas autónomos colaborando con las personas para ayudarse mutuamente en la realización de sus tareas (concepto acuñado como "mixed-initiative interaction" [12]), permitirá combinar lo mejor del conocimiento y las capacidades humanas junto con las máquinas (o sistemas). Por ejemplo, en el dominio de la automatización de vehículos, Miller y Ju [21] identificaron las capacidades superiores de las personas sobre las máquinas y viceversa. Combinar las capacidades de los sistemas autónomos junto con las capacidades de las personas es lo que permitirá lograr realmente construir sistemas con la deseada flexibilidad, capacidad de acción y autonomía. A esta colaboración de las personas con los sistemas es a lo que llamamos soluciones "*Human-in-the Loop*" (HiL). La fluidez de la interacción, la transparencia y la comprensibilidad del sistema desempeñan un papel clave en la aceptación de estos sistemas y la experiencia de usuario.

Diseñar de forma adecuada la coordinación entre la persona y el sistema es uno de los retos más importantes a los que se enfrenta la comunidad científica hoy en día. El problema que aparece en estos sistemas es que las personas no comprendan completamente el estado del sistema, los objetivos a alcanzar, o no tengan conocimiento suficiente para llevar a cabo sus acciones [29]. Más aún si tenemos en cuenta que el comportamiento de los sistemas autónomos puede ser emergente, lo que implica que su comportamiento puede sorprender a los usuarios por inesperado. Para hacer frente a este problema, hay un considerable interés reciente en dotar a los sistemas de capacidad para que puedan generar "explicaciones" ante decisiones que el sistema toma en tiempo de ejecución. De esta forma es posible mejorar la comprensión humana y su capacidad para cooperar con el sistema [1]. Las explicaciones son esenciales para mejorar la confianza y la comprensión entre la persona usuaria y el sistema [22], mejorar la colaboración, la

transparencia y aumentar la confianza [16]. Si bien se ha demostrado que las explicaciones son efectivas en muchas circunstancias, el camino hacia conseguir unas explicaciones comprensibles y adaptadas a cada situación o usuario presenta muchos desafíos. No todos los usuarios ni todas las situaciones requieren de las mismas explicaciones, por lo que para evitar abrumar a los usuarios con explicaciones innecesarias, es necesario identificar cuándo un usuario en un contexto particular requiere o no de una explicación.

Abordar adecuadamente estos desafíos requiere de un nuevo enfoque a la hora de diseñar las funciones de un sistema autónomo y su colaboración con las personas. Necesitamos soluciones que permitan mejorar la transparencia de los sistemas autónomos y conseguir sistemas auto-explicables. Estos sistemas auto-explicables deben poder, en tiempo de ejecución, 1) identificar cuándo es necesario ofrecer una explicación sobre lo que está haciendo el sistema, y 2) una vez detectada esta necesidad, generar una explicación adaptada al usuario y al contexto específico del sistema.

La principal contribución de este trabajo es la definición de una propuesta para construir sistemas HiL auto-explicables que generen y adapten las explicaciones en tiempo de ejecución. Estas explicaciones estarán enfocadas en informar al usuario acerca de las acciones de adaptación que ha llevado a cabo el sistema (causa de la adaptación y acción realizada) de forma que se mejore la confianza, el entendimiento y la colaboración entre el usuario y el sistema ante el comportamiento emergente del mismo. Un aspecto clave de la propuesta es la utilización de un diseño centrado en el usuario (DCU) [25] para la detección de la necesidad de explicación para cada situación específica (contexto del usuario, sistema y entorno), ya que dependiendo de lo que está ocurriendo en el sistema puede ser conveniente o no ofrecer una explicación. Con esto lo que se pretende es adaptar las explicaciones a cada situación concreta, consiguiendo que el usuario entienda el sistema pero sin necesidad de abrumarlo en exceso. Estas explicaciones no se definirán en tiempo de diseño (puesto que no se conoce si se requiere la explicación), sino que en tiempo de ejecución, una vez detectada la necesidad de explicación, el sistema generará la explicación de forma automática. Para ello, se utilizan técnicas de Inteligencia Artificial (IA) con dos objetivos:

- Detección de la necesidad de ofrecer una explicación. En concreto se utilizan técnicas de aprendizaje automático que son capaces de inferir, a partir de la interacción que está llevando a cabo el humano con el sistema, si se requieren explicaciones sobre la acción de adaptación que el sistema ha realizado.
- Generación de las explicaciones en lenguaje natural. En concreto se utilizan técnicas de Generación de Lenguaje Natural (GLN) para a partir de la acción de adaptación realizada por el sistema generar una explicación.

El resto del trabajo se estructura de la siguiente forma. La Sección 2 analiza los trabajos relacionados que abordan las explicaciones en sistemas autónomos. En la Sección 3 se detalla el problema que se aborda en el trabajo y se propone una solución para el mismo. La Sección 4 describe los elementos que componen la solución propuesta. En la Sección 5 se presenta un caso de estudio en el dominio de las 'Smart Homes'. Finalmente, la Sección 6 presenta el trabajo futuro y las conclusiones.

2 Estado del Arte

Recientemente, el papel de las explicaciones ha resurgido en el campo de la Inteligencia Artificial con la noción de Inteligencia Artificial Explicable (XAI) y en agentes y robots autónomos como una capacidad importante de éstos [1]. Hellström y Bensch [13] describieron cómo se captura el estado del sistema en la mente de un ser humano. Cuando no se explica el comportamiento del sistema, es posible que el estado en la mente no sea coherente con el estado real, lo que podría conducir a situaciones peligrosas. Además, la falta de un modelo mental para el ser humano para que pueda estimar las acciones del sistema puede desencadenar riesgos para la seguridad [3]. Por lo tanto, las explicaciones son necesarias en sistemas autónomos, como también ratifica la legislación Europea sobre "explicabilidad". En el contexto de las leyes de protección de datos recientes, las leyes europeas exigen ahora que las decisiones que tomen los sistemas autónomos para personas les sean explicadas [7]. Los sistemas autónomos toman muchas decisiones, pero las razones de estas decisiones pueden ser opacas para la persona usuaria [4]. En este trabajo nos centramos en detectar la necesidad de ofrecer una explicación y en generarla adaptándola a cada contexto específico, por tanto, analizaremos trabajos centrados en estos dos aspectos.

La necesidad de explicaciones no siempre es fácil de detectar, un claro ejemplo de ello ocurre en el dominio de los vehículos autónomos, ya que los vehículos toman muchas decisiones a lo largo del tiempo y explicar todas estas decisiones al usuario podría ser contraproducente. Por ejemplo, en un momento dado el vehículo toma una decisión (explícita o implícita) de acelerar o desacelerar, y de realizar un ajuste de dirección (lo que se conoce como el nivel de control de Michon [20]): ¿Deberían los vehículos autónomos explicar estas decisiones continuamente? ¿O solo deberían explicarse las decisiones que generen cambios relevantes en el funcionamiento normal del vehículo como podría ser la selección de cambios de rutas? ¿O solo se necesita una explicación retrospectiva en torno a posibles accidentes? Aunque idealmente un sistema debería poder dar múltiples explicaciones, si lo hacen puede afectar a la atención del usuario y también podría tener un impacto en el rendimiento del sistema (al dedicar capacidad al almacenamiento de decisiones). Desde la perspectiva de las soluciones HiL, la explicabilidad debe estar presente al menos para evitar la 'confusión de modos de automatización' [15] y para evitar la 'fatiga de estar en alerta' [27].

Wüest et al. [30] utilizaron un enfoque de ciclo de retroalimentación para identificar situaciones en las que es valioso pedirle al usuario retroalimentación sobre el comportamiento del sistema. Los autores compararon el comportamiento del usuario con un modelo de objetivos y solicitaban comentarios cuando las personas lograban

subobjetivos o cuando se desviaban de un subobjetivo esperado. Li et al. [17] investigaron cuándo se debían proporcionar explicaciones en sistemas auto-adaptativos dependiendo del coste generado por los retrasos en las adaptaciones y el beneficio de la explicación con respecto a la función de utilidad del sistema. Sin embargo, los autores tratan la explicación como una acción preparatoria. En este trabajo, se trata la explicación como una acción para que el humano comprenda el sistema y se utilizan técnicas de inteligencia artificial que toman como entrada datos del contexto del usuario y su interacción con el sistema para determinar si se necesita una explicación. A diferencia de otros trabajos en nuestra propuesta un aspecto clave es evitar abrumar al usuario con explicaciones innecesarias. Para ello se adaptarán las explicaciones al contexto del usuario.

En cuanto a la generación de la explicación, muchos trabajos se han centrado en este aspecto. Neerincx et al. [23] distinguieron tres fases para proporcionar una explicación: generación de la explicación, comunicación de la explicación y recepción de la explicación. La generación de explicaciones tiene como objetivo generar dos categorías [28]: 1) 'explicación del qué' (*what-explanation*), una descripción de la solución de un problema de planificación; y 2) 'explicación del por qué' (*why-explanation*), una justificación de por qué se selecciona esa solución. Se pueden adoptar modelos de requisitos basados en objetivos para ofrecer una explicación de cómo un sistema cumple sus requisitos [29]. Lim et al. [18] propusieron explicaciones automáticas para los diferentes tipos de explicación. Sukkerd et al. [28] presentaron un método para generar un argumento de cómo se prefiere una solución a otras alternativas. Estos trabajos existentes se centran en el contenido de la explicación en la etapa de generación de la explicación o en los efectos de la explicación en el humano en las etapas de comunicación y recepción. Sin embargo, ninguno de ellos adapta las explicaciones en base al contexto.

Drechsler et al. [5] propusieron los primeros pasos hacia un marco conceptual para un sistema ciberfísico auto-explicativo. En su aproximación proponen agregar una capa de auto-explicación que incluye un modelo abstracto del sistema, y proponen ajustar la granularidad de las explicaciones para diferentes grupos de usuarios. Proponen construir cadenas de causa-efecto para acciones observables utilizando el modelo abstracto. Los usuarios pueden acceder a estas cadenas para comprender la causa de las acciones. Blumreiter et al. [2] propusieron un framework de referencia para construir sistemas ciberfísicos auto-explicativos introduciendo capacidades de auto-reflexión en el bucle de control MAPE-K. Sin embargo, en ninguno de estos trabajos se tienen en cuenta las necesidades de las personas ni el contexto para adaptar las explicaciones.

3 Planteamiento del Problema y Visión General de la Solución

Los sistemas autónomos son capaces de ajustar su comportamiento de acuerdo con cambios en su entorno. Para ello, el sistema realiza adaptaciones de su comportamiento de forma autónoma. Esto puede ocasionar que los usuarios no entiendan lo que está sucediendo en el sistema y se comporten y cooperen de forma errónea con él. Para solucionar esta falta de comprensión y mejorar la cooperación de los humanos con los sistemas, se deben utilizar explicaciones que traten de argumentar a los usuarios los cambios en el comportamiento del sistema. Estas explicaciones no pueden ser vistas como algo estático, sino que deben ser dinámicas, adaptándose a factores internos y externos tales como la capacidad, experiencia, género, o estado de atención de las personas, aparición de fallos o conflictos en el sistema, condiciones del entorno, etc. Además, no siempre se deberían explicar los cambios en el comportamiento del sistema, puesto que podemos abrumar a los usuarios con explicaciones que no sean necesarias. Por lo tanto, se deberían proporcionar las explicaciones solo cuando se detecte que es necesario. Por ejemplo, supongamos una tarea de una 'Smart Home' que se encarga de realizar el pedido de la compra a un supermercado de forma autónoma. Puede ocurrir que cuando el sistema envía el pedido al supermercado, este servicio no esté disponible. En ese caso, el sistema se adapta a este suceso enviando el pedido a otro supermercado. Este cambio en la forma habitual del comportamiento del sistema podría causar que un usuario con poca experiencia en el sistema, pierda la noción de lo que está ocurriendo. En caso de que se detectara que efectivamente el usuario no está entendiendo lo que sucede, por ejemplo, si detectamos que está intentando hacer la compra de forma manual, se debería ofrecer una explicación al usuario

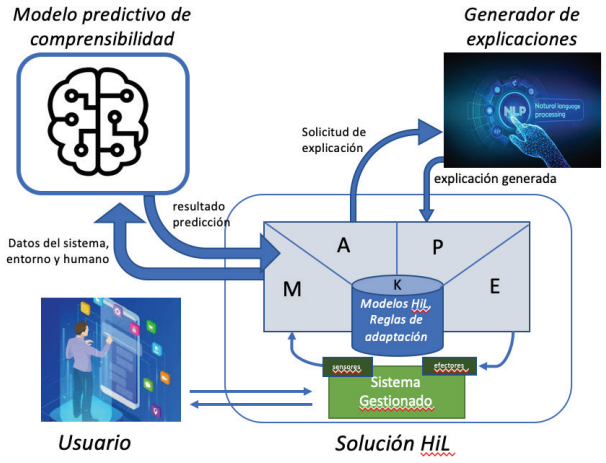


Figura 1: Arquitectura de la solución propuesta

En este trabajo se propone una propuesta para el diseño de soluciones HiL auto-explicables que utiliza un modelo predictivo de comprensibilidad, para inferir cuando es necesario ofrecer una explicación al usuario ante una acción de adaptación del sistema, y un generador de explicaciones para construir la explicación necesaria en tiempo de ejecución. La arquitectura de la solución propuesta se muestra en la Figura 1. El componente base de la arquitectura es el sistema gestionado más un bucle MAPE-K para sistemas auto-adaptativos [14]. El sistema gestionado se obtiene

aplicando el marco de desarrollo propuesto en [9] para el diseño e implementación de tareas colaborativas humano-sistema (estas tareas colaborativos conforman la solución HiL). Para adaptar las tareas al contexto, el bucle MAPE-K es responsable de monitorizar el entorno del usuario y el sistema, además de adaptar la funcionalidad y la comunicación humano-sistema en función de unas reglas de adaptación y de unos modelos que describen las tareas colaborativas.

Partiendo de la arquitectura presentada en la Figura 1, la operacionalización del funcionamiento del sistema gestionado con los componentes de la solución propuesta se puede abstraer en los siguientes pasos:

- **Identificación de la necesidad de explicación**. El módulo de monitorización del bucle MAPE-K, cuando detecta que se ha ejecutado una acción de adaptación, manda una solicitud al modelo predictivo de comprensibilidad. Este modelo es capaz de inferir a partir de los datos de la interacción que está llevando a cabo el humano con el sistema si se requieren explicaciones sobre la acción de adaptación que el sistema ha realizado. La necesidad de explicación puede inferirse, ya sea porque ante una acción de adaptación, el humano no está colaborando de forma correcta con el sistema o porque ni siquiera colabora con él.
- **Generación de la explicación**. Si se detecta la necesidad de dar una explicación ante una acción de adaptación del sistema, el módulo de análisis del bucle MAPE-K manda una solicitud al generador de explicaciones. Este módulo se basa en técnicas de PLN para generar una explicación del comportamiento del sistema utilizando como base de conocimiento las reglas de adaptación.
- **Ejecución de la explicación**. Una vez obtenida la explicación, el módulo de planificación define la acción para ofrecer la explicación. Esta acción la llevará a cabo el módulo de ejecución a través del sistema gestionado.

4 Diseño de los componentes

Una vez presentada la arquitectura de la solución propuesta, en esta sección detallamos el diseño de los componentes involucrados en cada paso de la operacionalización del funcionamiento del sistema.

4.1 Identificación de la necesidad de explicaciones

Para la identificación de la necesidad de explicaciones se propone diseñar y desarrollar un modelo predictivo que permita inferir si es necesario mostrar una explicación al usuario ante una acción de adaptación realizada por el sistema. Esta predicción inferirá si es necesario o no dar una explicación. Con esta información, el componente de PLN (ver Sección 4.2) generará la explicación en caso necesario.

El modelo predictivo se crea utilizando un algoritmo de aprendizaje supervisado que aprenda del comportamiento del usuario, del contexto de ejecución del sistema y de la información del entorno. Los datos que debe utilizar el modelo como entrada para inferir si es necesaria una explicación o no, estarán relacionados con:

- **El Sistema**: datos sobre las acciones que está realizando el sistema. Estas acciones quedan registradas en el log del sistema.
- **El Entorno**: datos sobre el entorno proporcionados por los sensores que monitorizan las variables del entorno del sistema (i.e. temperatura, hora, etc.).
- **El Humano**: datos sobre el perfil del humano, como su experiencia y su capacidad (el perfil se especifica utilizando el modelo OWC el cual categoriza las características de los humanos en tres factores: *opportunity*, *willingness* y *capability* [6]), la ocupación actual del humano (a partir de las interacciones del humano con el sistema se puede obtener esta información) y su interacción con el sistema (información obtenida a través del log del sistema).

Tabla 1: Variables de entrada para el modelo predictivo de la 'Smart Home'.

Id	Variable	Descripción
X_1	Acción de adaptación	Descriptor de la adaptación que se está llevando a cabo en el sistema
X_2	Localización de la adaptación	Identificador de la estancia de la casa a la que afecta la adaptación
X_3	Localización del usuario	Identificador de la estancia de la casa donde se encuentra localizado el usuario
X_4	Perfil del usuario	Descriptor de perfil de usuario que está interactuando con el sistema
X_5	Ocupado	Booleano, si el usuario está ocupado o no lo está
X_6	Acción t_0	Descriptor de la acción que está sucediendo en el sistema en el instante actual
X_7	Dispositivo t_0	Identificador de dispositivo con el que el usuario está interactuando en la acción t_0
X_8	Acción t_{-1}	Descriptor de la acción que está sucediendo en el sistema en el instante previo al actual
X_9	Dispositivo t_{-1}	Identificador de dispositivo con el que el usuario está interactuando en la acción t_{-1}
X_{10}	Acción t_{-2}	Descriptor de acción que está sucediendo en el sistema en el instante previo al anterior
X_{11}	Dispositivo t_{-2}	Identificador de dispositivo con el que el usuario está interactuando en la acción t_{-2}
X_{12}	Temperatura	Grados centígrados de la casa
X_{13}	Hora	Hora actual

Por ejemplo, en el caso de la 'Smart Home', un vector de entrada para el modelo predictivo contendría datos para las variables que se muestran en la Tabla 1. La salida del modelo predictivo es un valor booleano que indica la necesidad o no de proporcionar explicación cuando el sistema ha llevado a cabo una acción de adaptación. Como ejemplo del modelo predictivo que se propone, hemos creado un modelo para el caso de la 'Smart Home'. Para su creación, se ha implementado un algoritmo de aprendizaje supervisado. Estos algoritmos aprenden a partir de muestras de entrenamiento etiquetadas. En nuestro caso, los datos de entrenamiento los hemos obtenido de datos recogidos de un prototipo de una 'Smart Home' en la que disponíamos de los siguientes dispositivos: 2 teléfonos inteligentes, 2 relojes inteligentes, altavoces, 1 simulador de frigorífico inteligente con registro de existencias, 4 bombillas inteligentes, 2 simuladores de aires acondicionados, 2 simuladores de ventanas de apertura y cierre automático, 2 sensores de temperatura, y 2 sensores de presencia.

Los datos de entrenamiento se han generado a través de 20 sesiones con 20 usuarios para los que ejecutábamos 3 escenarios de adaptación en la 'Smart Home': regulación de temperatura, compra automática y regulación de la iluminación. Estos datos de entrenamiento han sido etiquetados por los propios usuarios, por lo que la construcción del modelo predictivo sigue un enfoque de diseño centrado en el usuario. En la Sección 5 se detallan los dos primeros escenarios. La Tabla 2 presenta 3 muestras de los datos de entrenamiento recogidos de acuerdo con las variables identificadas en la Tabla 1.

Tabla 2: Datos recogidos en el ejemplo de la 'Smart Home'

Id	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
X_1	[actualización sistema]: bloqueo temperatura	[fallo bombilla principal]: activación bombilla auxiliar	[aumento temperatura]: activación aire acondicionado
X_2	Smart Home	Cocina	Smart Home
X_3	Salón	Dormitorio	Salón
X_4	Usuario1	Usuario3	Usuario no identificado
X_5	Ocupado	Ocupado	No ocupado
X_6	Aumentar la temperatura 1 grado	Aumentar la temperatura 1 grado	Ø
X_7	Teléfono móvil del usuario	Teléfono móvil del usuario	Ø
X_8	Aumentar la temperatura 1 grado	Aumentar la temperatura 1 grado	Ø
X_9	Teléfono móvil del usuario	Teléfono móvil del usuario	Ø
X_{10}	Disminuir la temperatura 1 grado	Disminuir la temperatura 1 grado	Ø
X_{11}	Teléfono móvil del usuario	Teléfono móvil del usuario	Ø
X_{12}	19 grados	19 grados	16 grados
X_{13}	08:55:10	08:55:10	22:35:26
Etiqueta	Explicación	No explicación	No explicación

Como se puede ver en la tabla, cada registro se ha etiquetado según el observador veía que el usuario necesitaba o no una explicación de la acción de adaptación que se estaba llevando a cabo. Se ha aumentado el conjunto de muestras mediante la generación de datos sintéticos [8]. Para ello, se ha utilizado el método *Synthetic Minority Oversampling Technique* (SMOTE). Con este método, los datos sintéticos creados se obtienen mediante interpolación de varias muestras de la misma clase que se encuentran cercanas entre sí en el espacio de características. De manera intuitiva, los datos sintéticos son creados emulando las características de las muestras reales.

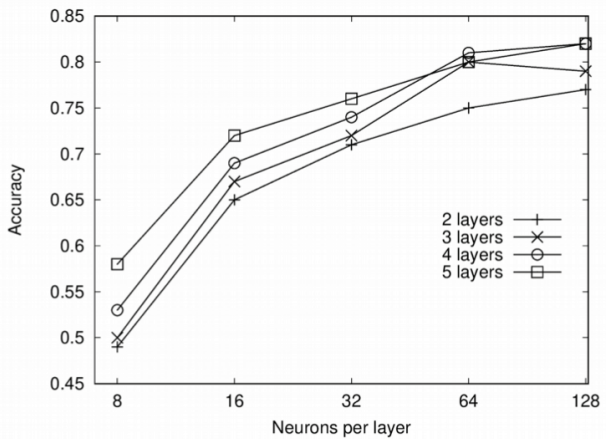


Figura 2: Precisión entre el número de capas ocultas y el número de neuronas por capa

El algoritmo implementado hace uso de redes neuronales densamente conectadas entrenadas mediante aprendizaje supervisado. La función de activación empleada es la *Relu - Rectified Linear Units*, utilizada por su facilidad de entrenamiento en contraposición a otras funciones [11]. Para la estimación de los parámetros se han realizado diferentes pruebas variando el número de capas ocultas y el número de neuronas en cada capa (ver Figura 2).

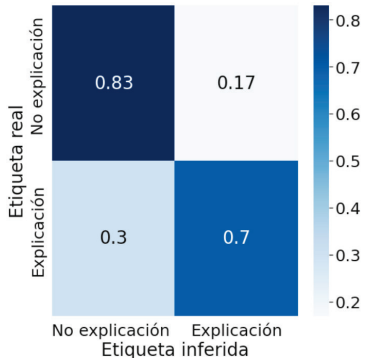


Figura 3: Matriz de confusión de la red neuronal

La configuración óptima es de 4 capas ocultas con 64 neuronas en cada una de ellas. La arquitectura de la red neuronal consta de 6 capas; la capa de input, 4 capas ocultas y la capa de output, compuesta por dos neuronas correspondientes al número de clases: explicación y no explicación. La partición de los datos de aprendizaje es de 75% para entrenamiento, 15% para validación y 10% para test. Se ha obtenido una precisión de 80.6% (ver Figura 3).

4.2 Generación de explicaciones mediante PLN

Para la generación automática de explicaciones en lenguaje natural se propone el diseño y desarrollo de un modelo de PLN que sea capaz de componer explicaciones para explicar al usuario las acciones de adaptación que lleva a cabo el sistema. Las técnicas de PLN, en concreto el área de Generación de Lenguaje Natural (GLN) [19], permiten dotar a los sistemas de capacidad para crear texto en lenguaje humano de manera autónoma. La generación de texto en lenguaje natural requiere, en primer lugar, decidir la información a reproducir, y posteriormente, determinar cómo organizarla y cómo producir el texto en lenguaje natural.

El modelo de GLN utiliza como entrada para generar las explicaciones una regla de adaptación del bucle MAPE-K. Esta regla es la que ha disparado la acción de adaptación que necesita explicación. En concreto, una regla de adaptación especifica las acciones que se han de llevar a cabo ante un evento si se satisface una condición. Para ello, una regla de adaptación se define de la siguiente manera: *Evento [Condición] Acción.* Por ejemplo, supongamos que en la 'Smart Home' queremos que cuando se detecte una subida de temperatura que conlleve que el valor de la temperatura aumente más de 5 grados, se active el aire acondicionado. La regla de adaptación, que llamamos "*AumentoTemperaturaRelevante*", se definiría como:

AumentoTemperatura [Incremento > 5] Activar AC

Se ha construido un modelo de GLN para la 'Smart Home' que utiliza como entrada la última regla de adaptación que se ha ejecutado en el sistema y con esta información genera un texto con la explicación a ofrecer al usuario. El modelo utiliza la siguiente estructura sintáctica genérica para construir las explicaciones:

Acción por *Condición [*y por *Condición,] [*debido a *Evento [*y a *Evento]].*

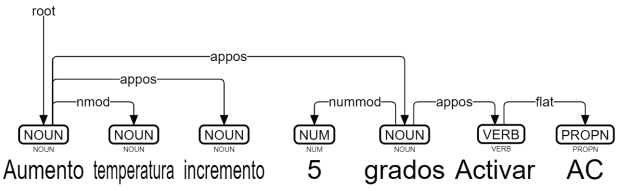


Figura 4: Análisis morfológico de regla de adaptación

En primer lugar, el modelo elimina los caracteres que no son alfanuméricos y tokeniza la regla (es decir, desglosa la regla en palabras). En segundo lugar, realiza un análisis morfológico [26] para identificar la categoría gramatical de las palabras, en el caso de los números, no se les asigna categoría gramatical. La Figura 4 muestra el análisis morfológico de la regla "AumentoTemperaturaRelevante". En este paso, también se añaden preposiciones o artículos para aumentar la comprensibilidad de la sentencia. Por ejemplo, dados dos sustantivos consecutivos, se inserta la preposición "de".

Por último, es necesario que se expliquen las acciones que se han llevado a cabo utilizando el tiempo verbal correcto. En toda regla, la parte Acción contiene un verbo en forma infinitiva que indica la acción realizada en la adaptación. Para indicar que la acción se ha realizado con la forma verbal correcta, el módulo de GLN aplica stemming al verbo (extrae la raíz sin el sufijo infinitivo), y le concatena la terminación de participio. Siguiendo con el ejemplo anterior, dada la acción de la regla: *ActivarAC*, el módulo de GLN transforma este texto en: Activado AC.

Con todo esto, para la regla "AumentoTemperatura [Incremento > 5 grados] ActivarAC", la explicación generada por el módulo de GLN sería:

Activado AC por incremento de 5 grados debido a aumento de temperatura.

Una vez generada la explicación, el módulo de planificación seleccionaría los mecanismos de interacción más adecuados para ofrecer la explicación. A partir de esta selección, el módulo de ejecución ofrecería la explicación mediante estos mecanismos de interacción. Para ello, se propone usar AdaptIO [10], una infraestructura software para adaptar la interacción de notificaciones en base al contexto del usuario. AdaptIO monitoriza el contexto y adapta los mecanismos de interacción de las notificaciones (en nuestro caso las explicaciones) en términos de nivel de molestia. Esta parte queda fuera del alcance del presente trabajo y se plantea como trabajo futuro en la Sección 6.

5 Ejemplo de aplicación de la propuesta

Como ejemplo de aplicación de la propuesta utilizamos el escenario de regulación de temperatura y compra autónoma propuesto por Nilsson et al. [24] en el ámbito de la 'Smart Home'.

5.1 Escenario de regulación de la temperatura

Este escenario implica la regulación de la temperatura dentro de la casa de forma automática monitorizando variables del entorno, tales como la ocupación de la casa. Sin embargo, algunos trabajos [24] reflejan como este comportamiento autónomo muchas veces causa confusión en los usuarios originando una pérdida de confianza de estos.

Supongamos que, debido a una actualización del sistema, se ha ejecutado una acción de adaptación que ha bloqueado

temporalmente la tarea regular temperatura. La regla de adaptación que se ha ejecutado es la siguiente:

ActualizaciónSistema [] BloquearReguladorTemperatura.

El modelo predictivo a partir de la información de la que dispone del sistema, del usuario y del entorno, infiere si es necesario proporcionar una explicación al usuario. Un registro de los datos de entrada del algoritmo se muestra en la Tabla 3.

Los datos de la Tabla 3 reflejan que lo que está sucediendo en el sistema es que el usuario está intentando regular la temperatura (x6, x8, x10) mediante su teléfono móvil (x7, x9, x11), el perfil del usuario es conocido (x4) y este se encuentra en el salón (x3). La acción de adaptación que ha llevado a cabo el sistema es un bloqueo de la regulación de la temperatura, lo que afecta a toda la casa (x2), ante una actualización del sistema (x1). La red neuronal infiere que es necesario proporcionar una explicación con un 84% de probabilidad. Al inferirse necesidad de proporcionar explicación, el componente de GLN genera la sentencia. La explicación sería la siguiente:

Bloqueado regulador de temperatura debido a actualización de sistema.

Tabla 3: Vector de datos que recibe el modelo predictivo de la 'Smart Home' en el escenario de regulación de temperatura

Id	Dato
X_1	ActualizaciónSistema []: BloquearReguladorTemperatura
X_2	Smart Home
X_3	Salón
X_4	Usuario1
X_5	Ocupado
X_6	Aumentar la temperatura 1 grado
X_7	Teléfono móvil del usuario
X_8	Aumentar la temperatura 1 grado
X_9	Teléfono móvil del usuario
X_{10}	Disminuir la temperatura 1 grado
X_{11}	Teléfono móvil del usuario
X_{12}	19 grados
X_{13}	08:55:10

5.2 Escenario de compra autónoma

Este escenario implica la compra automática de alimentos cuando la nevera se está quedando sin existencias. Las acciones de adaptación que se llevan a cabo en este escenario pueden causar confusión en los usuarios. Por ejemplo, al solicitar la compra al supermercado habitual, el servicio de compra no responde. Ante esto, el sistema de compra autónoma decide hacer la compra en otro supermercado puesto que hay un alimento marcado como indispensable. La regla de adaptación que se ha ejecutado es la siguiente:

SolicitudCompra [ServicioCompraNoResponde && CantidadArticuloPrioritario = 0] SolicitarCompraSupermercadoAuxiliar.

El modelo predictivo a partir de la información de la que dispone del sistema, del usuario y del entorno, infiere si es necesario proporcionar una explicación al usuario. Un registro de los datos de entrada del algoritmo se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4: Vector de datos que recibe el modelo predictivo de la 'Smart Home' en el escenario de compra autónoma

Id	Dato
X_1	SolicitudCompra [ServicioCompraNoResponde && CantidadArticuloPrioritario = 0] SolicitarCompraSupermercadoAuxiliar
X_2	Smart Home
X_3	Cocina
X_4	Usuario1
X_5	Ocupado
X_6	Buscar mail compra supermercado
X_7	Teléfono móvil del usuario
X_8	Leer mail
X_9	Teléfono móvil del usuario
X_{10}	Leer mail
X_{11}	Teléfono móvil del usuario
X_{12}	19 grados
X_{13}	14:05:15

Los datos de la Tabla 4, reflejan que lo que está sucediendo en el sistema es que el usuario ha consultado su mail y ha buscado un mail del supermercado (x6, x8, x10) mediante su teléfono móvil (x7, x9, x11), el perfil del usuario es conocido (x4) y éste se encuentra en la cocina (x3). La acción de adaptación que ha llevado a cabo el sistema es una solicitud de cambio de supermercado, lo que afecta a toda la casa (x2), ante una actualización del sistema (x1). Ante estos datos, la red neuronal infiere que es necesario proporcionar una explicación con un 82% de probabilidad. Al inferirse necesidad de proporcionar explicación, el modelo de GLN genera una explicación:

Solicitado compra supermercado auxiliar por servicio de compra no responde y cantidad artículo prioritario 0 debido a solicitud compra

6 Conclusiones y trabajo futuro

La comunicación humano-máquina es clave para el éxito de los sistemas autónomos con participación del humano. El trabajo colaborativo requiere el entendimiento del sistema por parte del humano. La necesidad de garantizar o maximizar este entendimiento hace que se planteen nuevas formas de abordar el diseño de la interacción humano-máquina en sistemas autónomos con participación del humano. El diseño de esta interacción no puede hacerse de forma personalizada y adaptable

si se aborda en tiempo de diseño, cuando no se conoce el comportamiento de los usuarios ni se sabe qué posibles situaciones se va a encontrar el sistema. Ante este reto, en este trabajo se propone el uso de técnicas de IA y PLN para la generación automática de explicaciones ante acciones de adaptación que lleva a cabo el sistema. Estas acciones de adaptación implican un cambio en el comportamiento habitual del sistema, lo que puede confundir al humano llevándole a cometer errores en el trabajo colaborativo. Utilizando técnicas de IA se identifican las situaciones en las que los humanos requieren explicaciones, y se generan explicaciones de forma automática en tiempo de ejecución utilizando técnicas de PLN. Este trabajo abre el camino hacia futuros trabajos donde se pretende aprender de la reacción del usuario ante las explicaciones del sistema para continuar aprendiendo y retroalimentando el modelo predictivo.

Como trabajo futuro se pretende validar la propuesta con usuarios. Para ello planteamos reclutar a sujetos con distintos perfiles (expertos y no expertos en el dominio de la 'Smart Home'), y ubicarlos en contextos diferentes (dedicados en exclusividad a la tarea o haciendo otras acciones en paralelo). Para cada contexto, definiremos un conjunto de acciones de adaptación experimentales donde el usuario debe indicar dada la ejecución de una acción de adaptación, si desearía recibir una explicación y en caso afirmativo, la explicación a recibir. Compararemos si la preferencia indicada para ese contexto y ese perfil de usuario coincide o no con el resultado proporcionado con el conjunto de datos de entrenamiento y los algoritmos propuestos en el presente artículo. Las variables respuesta a analizar serán: la correctitud del sistema para inferir la necesidad de explicación y su generación (mide el grado de coincidencia entre la solución ofrecida y las preferencias de los usuarios); la intención de uso de este sistema por los usuarios finales, la utilidad percibida del sistema de recomendación y la facilidad de uso percibida. Además, también se pretende integrar la solución con AdaptIO [10] para adaptar dinámicamente los mecanismos de interacción a utilizar para ofrecer las explicaciones generadas.

ACKNOWLEDGMENTS

Trabajo financiado por la Generalitat Valenciana bajo el proyecto GV/2021/072 y cofinanciado por el MINECO bajo el proyecto AVANTIA PID2020-114480RB-I00.

REFERENCES

[1] Biran, O., Cotton, C. "Explanation and justification in machine learning: A survey," in IJCAI-17 workshop on explainable AI (XAI), vol. 8, 2017, p. 1.

[2] Blumreiter, M. et al., "Towards Self-Explainable Cyber-Physical Systems," 2019 ACM/IEEE 22nd International Conference on MODELS-C, 2019, pp. 543-548.

[3] Broekens, J., Harbers, M., Hindriks, K., Van Den Bosch, K., Jonker, C. and Meyer, J.-J. "Do you get it? user-evaluated explainable bdi agents," in German Conference on Multiagent System Technologies, 2010, pp. 28–39.

[4] Burrell, J., 2016. How the machine 'thinks': understanding opacity in machine learning algorithms. Big Data Soc. 3 (1), 205395171562251 2.

[5] Drechsler, R., Lüth, C., Fey, G., and Güneysu, T. "Towards self-explaining digital systems: A design methodology for the next generation," in 2018 IEEE IVSW, 2018, pp. 1–6.

[6] Eskins, D. And Sanders, W. H.: The Multiple-Asymmetric-Utility System Model: A Framework for Modeling Cyber-Human Systems. QEST '11, 233-242 (2011).

[7] European Union (2018) Corrigendum to Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council of 27 April 2016 on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data Directive 95/46/EC. http://data. euro-pa.eu/eli/reg/2016/679/corrigendum/2018-05-23/oj.

[8] Fernandez, A., Garcia, S., Herrera, F., Chawla, N. V., "SMOTE for Learning from Imbalanced Data: Progress and Challenges, Marking the 15-year Anniversary". 2018.

[9] Gil, M., Albert, M., Fons, J. et al. Modeling and "smart" prototyping human-in-the-loop interactions for AmI environments. Personal and Ubiquitous Computing (2021).

[10] Gil, M., Pelechano, V. Self-adaptive unobtrusive interactions of mobile computing systems. J. Ambient Intelligence and Smart Environments. 9(6): 659-688 (2017).

[11] Goodfellow, I., Bengio, Y. and Courville, A. (2016). Deep Learning. MIT Press. http://www.deeplearningbook.org.

[12] Hearst, M. A. Mixed-initiative interaction. IEEE Intelligent Systems. pp 14-24, 1999.

[13] Hellström, T. and Bensch, S. "Understandable robots-what, why, and how," Paladyn, Journal of Behavioral Robotics, vol. 9, no. 1, pp. 110– 123, 2018.

[14] IBM, An architectural blueprint for autonomic computing, White Paper 2005

[15] Janssen, C. P., Donker, S. F., Brumby, D. P., Kun, A. L. History and future of human-automation interaction. International Journal of Human-Computer Studies 131 (2019) 99-107.

[16] Le Bras, P., Robb, D. A., Methven, T. S., Padilla, S., and Chantler, M. J. "Improving user confidence in concept maps: Exploring data driven explanations," in CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. ACM, 2018, pp. 1–13.

[17] Li, N. Cámara, J. Garlan, D. & Schmerl, B. (2020) "Reasoning about When to Provide Explanation for Human-involved Self-Adaptive Systems," 2020 IEEE International Conference on Autonomic Computing and Self-Organizing Systems (ACSOS), 2020, pp. 195-204.

[18] Lim, B.Y., Dey, A.K, Avrahami, D. "Why and why not explanations improve the intelligibility of context-aware intelligent systems," in CHI 2009, 2009, pp. 2119–2128.

[19] Martínez, E., Nogales, A., Morales, J., Garcia-Tejedor, A. J. "A light method for data generation: a combination of Markov Chains and Word Embeddings". Procesamiento del Lenguaje Natural. 2020, 64: 85-92.

[20] Michon, J.A., 1985. A critical view of driver behavior models: what do we know, what should we do? Human Behavior and Traffic Safety. Springer, pp. 485–524.

[21] Miller, D., Ju, W., 2015. Joint cognition in automated driving: combining human and machine intelligence to address novel problems.

[22] Nahavandi, S., 2017. Trusted autonomy between humans and robots: toward human-on-the-loop in robotics and autonomous systems. IEEE Syst. Man Cybern. Mag. 3 (1), 10–17.

[23] Neerincx, M. A., vander Waa, J., Kaptein, F., and van Diggelen," J. Using perceptual and cognitive explanations for enhanced human-agent team performance," in Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics - EPCE 2018, 2018, pp. 204–214.

[24] Nilsson, T., Crabtree, A., Fischer, J. et al. (2019) Breaching the future: understanding human challenges of autonomous systems for the home. Pers Ubiquit Comput (2019) 23: 287.

[25] Norman, D. A. & Draper, S. W. (Editors) (1986) "User-Centered System Design: New Perspectives on Human-Computer Interaction". Lawrence Earlbaum Associates, Hillsdale, NJ.

[26] Peng Qi, Yuhao Zhang, Yuhui Zhang, Jason Bolton and Christopher D. Manning. 2020. Stanza: A Python Natural Language Processing Toolkit for Many Human Languages. In Association for Computational Linguistics (ACL) System Demonstrations. 2020.

[27] Sorkin, R.D., 1989. Why are people turning off our alarms. Hum. Factors Bull. 32 (4), 3–4.

[28] Sukkerd, R. "Improving transparency and understandability of multi-objective probabilistic planning," Thesis Proposal – School of Computer Science Institute for Software Research Software Engineering, pp. 1–41, 2018.

[29] Welsh, K., Bencomo, N., Sawyer, P., Whittle, J. "Self-explanation in adaptive systems based on runtime goal-based models," Trans. Comput. Collective Intell., v. 16, pp. 122–145, 2014.

[30] Wüest, D., Fotrousi, F. and Fricker, S. "Combining monitoring and autonomous feedback requests to elicit actionable knowledge of system use," in RE, 2019, pp. 209–225.

Comunicación empática de barreras de accesibilidad en la web dinámica

Afra Pascual Almenara
Departament d'Informàtica i Enginyeria Industrial Universitat de Lleida, Spain
afra.pascual@udl.cat

Toni Granollers Saltiveri
Departament d'Informàtica i Enginyeria Industrial Universitat de Lleida, Spain
toni.granollers@udl.cat

Moises Bernaus Lechosa
Departament d'Informàtica i Enginyeria Industrial Universitat de Lleida, Spain
malalu385@gmail.com

ABSTRACT

Se presenta un prototipo con elementos web accesibles y no accesibles, formalizado en un contexto web dinámico (Framework VUE). El resultado es un sistema que informa de forma empática de las barreras de acceso con las que impactan los usuarios con discapacidad. El objetivo del sistema es muestrar mensajes a través de la perspectiva de personas con discapacidad para que usuarios prosumers –usuarios que producen y consumen contenido web- comprendan la necesidad de incorporar características de accesibilidad en sus contenidos web. Es importante considerar que realizar un sitio web accesible, no es cumplir con las pautas WCAG únicamente, sino pensar en qué aspectos se deben considerar para que las personas con discapacidad tengan una experiencia de usuario accesible a la web (AUX).

CCS CONCEPTS

Accesibilidad web • Evaluación de accesibilidad • Experiencia de Usuario Accesible (AUX)

KEYWORDS

Web accessibility • Accessibility evaluation report • Accessibility User Experience (AUX) • Pautas WCAG •VUEJS •user centred design

1 Introducción

En el desarrollo de aplicaciones web, es muy importante que el producto resultante sea eficiente, eficaz, satisfactorio y que además ofrezca una buena experiencia al usuario [1]. Sin embargo, aunque esté en boca de todos, pocas veces hay una verdadera consciencia del derecho [2] que tienen las personas con discapacidad de percibir, entender, navegar e interactuar de forma adecuada un sitio web [3]. Sobre todo, lo más importante es que estas personas puedan disfrutar de una experiencia altamente satisfactoria y de calidad durante su interacción con una interfaz, lo que se considera una experiencia de usuario accesible a la web (AUX) [4] [5].

Para desarrollar un sitio web accesible es necesario seguir las pautas WCAG y considerar la accesibilidad desde el inicio en todas las fases del proyecto. Sin embargo, aunque la Iniciativa de Accesibilidad Web (WAI) [6] de World Wide Web Consortium (W3C) ofrece muchos recursos al respecto [7] [8] y también existen normativas con obligatoriedad de aplicarlas en muchos países del mundo [9] diferentes estudios de la Unión Europea [10]; del Observatorio de Accesibilidad Web Español [11] donde se han analizado más de mil sitios web y de la reconocida consultora americana WebAIM, -que ha analizado un millón de páginas web-, nos indican que menos de un 10% de sitios web actualmente en la web son accesibles [12]. Estos datos son altamente preocupantes y la causa de este bajo índice podría sugerir que existen otros problemas para alcanzar la plena accesibilidad. Por ejemplo, la dificultad técnica relacionada con la incomprensión de los requisitos de la norma UNE 139803:2004 [13] o la falta de empatía hacia usuarios con discapacidad [14].

Con el fin de facilitar a usuarios sin conocimientos técnicos una comprensión de las barreras de acceso a la web desde una perspectiva empática e investigar en la experiencia de usuario accesible (AUX), se ha desarrollado un sitio web con elementos accesibles y no accesibles. El foco principal es explicar sin un lenguaje técnico, las barreras concretas con las que impactan los usuarios con discapacidad al interactuar con el contenido.

El documento se organiza primero con esta introducción, luego se presentan los trabajos relacionados, la metodología con la que se ha desarrollado el proyecto y finalmente las conclusiones y trabajo futuro.

2 Trabajos relacionados

El trabajo que aquí se presenta, se inspira en el proyecto *Before&After* [15] creado en el año 2012 por el W3C, donde se muestran diversos elementos web en dos versiones, una en la que estos elementos son inaccesibles y otra en la que estos mismos elementos cumplen las pautas de accesibilidad WCAG y, por lo tanto, son accesibles. El proyecto *Before&After* es muy útil pero la información que se muestra es demasiado técnica para prosumers, usuarios que producen y consumen contenido web [16]; y solo implementa pautas WCAG 2.0 [17], es decir, no está actualizado a la recomendación de las pautas WCAG 2.1 vigente desde el 2018 [18].

Complementariamente, se consultaron otros sitios web que ofrecen información con ejemplos de elementos web accesibles [19] [20], en los cuales también se observó que la información que ofrecen es muy técnica, dirigida a desarrolladores con

conocimientos específicos en accesibilidad. Además, los ejemplos no muestran a qué colectivos de usuarios están causando realmente barreras de acceso ni como estas impactan a los distintos grupos de personas con discapacidad. Una barrera es una condición que dificulta a una persona con discapacidad el acceso a un elemento o la realización de una tarea, y se produce cuando el usuario no puede acceder o interaccionar con una información específica del contenido [21].

La empresa Deque Systems[1], ha trabajado en un framework VUE-AXE [22] que permite realizar auditorías de accesibilidad para aplicaciones Vue.js, basada en su motor de evaluación de accesibilidad AXE [23]. Es interesante consultar la demo[2] en la que puede verse como dinámicamente se cambia el código fuente HTML para ser accesible/no accesible.

Para desarrollar el sitio web, se utilizó parte del conocimiento proveniente de la base de datos del sistema *EmphaticEditor4Accessibility* [24] de donde se ha extraído información respecto a qué discapacidad es impactada por una barrera concreta, el comentario de la "persona con discapacidad" al encontrarse la barrera y las emociones que esa barrera le causan. Todos estos datos se obtuvieron a partir de diversos test de usuarios que se realizaron a personas con discapacidad para observar cómo impactaban las barreras de accesibilidad a cada colectivo: visual total y baja visión [25], auditiva[26], motriz [27] y cognitiva [28]. También, se consideró importante incluir información sobre la descripción de la barrera, sugerencias sobre como podría resolverse el problema y las pautas WCAG 2.1 asociadas. En el ámbito del proyecto *EmphaticEditor4Accessibility*, se crearon diversas "Personas" [28] que se utilizan para transmitir de forma empática la información relacionada con las barreras de accesibilidad.

3 Metodología

A continuación, se explica el objetivo y contexto del proyecto, después se presenta el análisis previo, el diseño, prototipo e implementación realizada para llevar a cabo el sistema.

3.1 Objetivo y contexto del proyecto

El objetivo principal reside en implementar un sitio web con elementos accesibles y otros que no lo son, explicando con un lenguaje no técnico cuáles son las barreras concretas que los usuarios con discapacidad encuentran al interactuar con el contenido no accesible. Para formalizarlo en un contexto real, se consideró un sitio web con información básica de un congreso y se eligió el contexto del congreso "interacción" como referente de buenas practicas. El sitio web de Interacción debería ser un modelo de sitio usable y accesible frente a otros sitios webs más generalistas, pues el marco del congreso es la Interacción Persona Ordenador (IPO), y debería cuidarse en todos los ámbitos públicos en los que el congreso se publicita. Para llevarlo a cabo, se siguió la metodología del Modelo de Proceso de la Ingeniería de la usabilidad y de la accesibilidad (MPIu+a) [30], pues es una metodología que permite desarrollar sistema usables y accesibles a partir de unas fases de análisis de requisitos, diseño, prototipado, evaluación e implementación.

3.2 Análisis previo

Primero, se realizó una exploración de los sitios web del congreso Interacción de los tres últimos años (2019[3], 2021[4], 2022[5]). Se observaron los elementos existentes y se analizó la accesibilidad únicamente de la página de inicio de cada sitio para observar qué tipo de problemas de accesibilidad existían[30]. Para ello, se utilizó el evaluador online automático IDI Web *Accessibility Checker*[6] [32], por ser el mismo que utiliza el sistema *EmphaticEditor4Accessibility*. El resultado de errores, advertencias y problemas potenciales obtenidos con la evaluación, pueden consultarse en la Tabla 1.

Tabla 1. Resultado de errores, advertencias y problemas potenciales obtenidos con la herramienta evaluación de accesibilidad automática realizada con AChecker. Se muestran la cantidad de errores detectados por cada pauta y el total.

Congreso interacción	Errores	Adver-tencias	Problemas potenciales
Edición 2022	1.1.1(A) – 2 errores, 2.4.6(AA) – 1 errores (3 errores en total)	(0 errores en total)	(187 errores en total)
Edición 2021	1.1.1(A)- 5 errores, 1.4.3(AA) – 2 errores, 1.4.4(AA)–18 errores, 2.4.4 (A) - 5 errores (30 errores en total)	1.3.1(A) – 1 error (1 en total)	(197 errores en total)
Edición 2019	1.1.1(A) – 3 errores, 1.4.4(AA) - 3 errores, 2.4.4(A) - 3 errores, 2.4.6(AA) – 2 errores. (11 errores en total)	(0 errores en total)	(176 errores en total)

Los resultados de la evaluación presentados en la Tabla 1, muestran que los *errores detectados por código* provenían principalmente por la falta de texto alternativo de las imágenes (1.1.1 A), el contraste entre primer plano y fondo (1.4.3 AA) o que los encabezados no tenían una buena estructura (2.4.6 AA); la *cantidad de advertencias* están relacionadas con un mal uso del código HTML (1.3.1 A); los *problemas potenciales* (que se deben analizar de forma manual) eran más de 170 en cada web evaluada. Estos problemas potenciales eran todos provenientes de análisis del código fuente y que deben verificarse de forma manual. En cada evaluación de accesibilidad se obtuvieron los mismos criterios para revisar en el contenido: 1.1.1(A), 1.3.1(A), 1.3.3(A), 1.4.1(A), 1.4.5 (AA), 2.1.1(A), 2.3.1(A), 2.4.1(A), 2.4.2(A), 2.4.4(A), 2.4.5(A), 2.4.6(AA), 3.2.3(AA), 3.2.4(AA). Se observa que todas son pautas que pueden detectarse por la codificación HTML y que necesitan ser evaluadas de forma manual. Posteriormente, se realizó una evaluación manual de algunos elementos con

[1] Deque Systems: https://www.deque.com/
[2] Demostración del Proyecto VUE-AXE: https://vue-axe.surge.sh/
[3] Interacción 2019: https://interaccion2019.ehu.eus/
[4] Interacción 2021: https://www.interaccion2021.uma.es/
[5] Interacción 2022: https://interaccion2022.unizar.es/
[6] IDI Web Accessibility Checker: https://achecker.achecks.ca/

problemas potenciales como las imágenes (1.1.1 A) y los encabezados (1.3.1 A). Se constató que la manera de proveer una solución accesible a estos elementos web no era la más adecuada para que la persona con discapacidad tenga una buena experiencia al navegar por esas webs. Se ha obtenido un ejemplo de elementos no accesibles de la página de Interacción 2022. Los iconos de la Figura 1 no disponen de texto alternativo que los describa de forma adecuada. Deberían tener como texto alternativo el nombre de la organización tal y como aparece de forma visual en cada logo, pero están tratados como imágenes decorativas (sin texto alternativo) y para usuarios con discapacidad visual total pasaran desapercibidos (pues el navegador de voz no leerá nada).

Figura 1. Captura de pantalla de la herramienta total11y[7]., mostrando imágenes de texto sin alternativa textual (y debería disponer de un texto informando de cada logo) .

3.3. Diseño

A continuación, se presentan las barreras que se han considerado añadir en el sistema para mostrar como impactan con ellas los usuarios con discapacidad.

Para determinar el contenido de la página de ejemplo, se consideró el análisis del contenido previo de las tres páginas de inicio de los congresos interacción y se seleccionaron algunas de las barreras estudiadas por G. Brajnik [33] y también se tuvieron en cuenta incluir barreras relacionas con las nuevas pautas WCAG 2.1 (pautas 1.3.5 AA, 1.4.12 AA y 2.5.3 A). La Tabla 2 muestra una agrupación de los elementos web implementados con distintas barreras, junto con las pautas WCAG 2.1 (entre paréntesis) y los usuarios a los que impactan de forma negativa. Además, se consideró importante añadir en el contenido web, barreras relacionadas con elementos multimedia y formularios porque son elementos comunes en muchas páginas web y habitualmente provocan barreras de acceso.

Tabla 2. Lista de barreras consideradas en la implementación del sitio web de ejemplo. En negrita las que corresponden a las pautas WCAG 2.1

Grupo Elementos y ubicación	Barrera y pauta WCAG 2.1	Usuario con discapacidad impactado
Estructura (Toda la página)	Idioma de la página no definido (3.1.1 A)	Visual total
	Titulo de la página no definido (2.4.2 A)	Visual total, Cognitivo
	Página definida con *landmarks* (1.3.1 A)	Visual total
	Contenido sin encabezados adecuados (1.3.1 A, 2.4.6 AA)	Visual total, Cognitivos
	Contenido sin etiquetas semáticas (1.3.1 A, 1.3.2 A)	Visual total
Navegación (Toda la página)	Foco no visible (2.4.7 AA)	Motriz, Cognitivo
	No se puede navegar con el teclado (2.1.2 A)	Visual total, Motriz
Enlaces (Presentación)	Enlaces genéricos (2.4.4 A)	Visual total, Cognitivo
	Enlaces sin destacar (1.4.1 A, 1.4.3 AA)	Baja visión, Cognitivo
Color (Presentación)	Texto sin contraste (1.4.1 A)	Baja visión, Cognitivo
Espaciado (Presentación)	Texto sin espaciado adecuado (**1.4.12 AA**)	Baja visión, Cognitivo
Multimedia (Sede)	Video sin subtítulos (1.2.2 A)	Auditivos
	Video sin audiodescripción (1.2.3 A)	Visual total, Baja visión
	Reproductor de video inaccesible (2.1.2 A, 2.1.1 A, 2.4.3 A, 2.4.7 AA)	Visual total, Motriz
Imagen (Sede /Pie)	Imágenes funcionales/de contenido sin texto (1.1.1 A)	Visual total, Cognitivo
	Imágenes decorativas con texto alternativo (1.1.1 A)	Visual total
Formulario (Contacto)	Validación de campos (3.3.1 A, 3.3.3 A)	Visual total, Cognitivo
Formulario (Contacto)	Etiqueta sin el nombre (**2.5.3 A**)	Visual total, Cognitivo
	Formularios sin etiquetas Label (**1.3.5 AA,** 4.1.2 A),	Visual total, Motriz, Cognitivo

3.4 Prototipo

Se realizaron diferentes esbozos en papel para ver cómo se mostraría la información relacionada con cada barrera implementada en la web. En una segunda iteración del prototipo, se realizó un wireframe con la herramienta de generación de prototipos Figma[8] . La Figura 2a presenta la interfaz de toda la página de inicio. En la parte superior se presentan dos botones. Al seleccionar el botón "mostrar toda la web accesible", se presenta el contenido cumpliendo las pautas de accesibilidad y, por lo tanto, la web es accesible y al seleccionar el botón "mostrar toda la web NO accesible", presenta los mismos elementos inaccesibles. Se observan unos iconos en las distintas secciones de la página (Cabecera, Presentación, Sede y Contacto) que permiten mostrar las barreras agrupadas por elementos existentes en cada sección, tal y como se ha presentado en la Tabla 2. Esta disposición, facilita la presentación de información relacionado con los grupos de usuarios con discapacidad, pues en cada sección se puede presentar diversas barreras de una misma discapacidad. Por ejemplo, usuarios con discapacidad visual en la sección de "Sede", van a tener problemas con los videos y con las imágenes.

La Figura 2b presenta la organización de la información relacionada con la barrera: personas con discapacidad influidas

[7] tota11y. https://khan.github.io/tota11y/

[8] Figma: https://www.figma.com/

por la barrera, emoción de la persona con discapacidad al impactar con la barrera y comentario de la persona con discapacidad al interactuar con la barrera. Además, se añade la descripción de la barrera, una sugerencia para resolver el problema y las pautas WCAG 2.1 asociadas. Toda esta información se mostrará cuando el usuario seleccione el botón de "información de accesibilidad" con el icono de la persona, ubicado en cada sección de la página.

4 Conclusión

Se ha llevado a cabo un prototipo de un sitio web de un congreso con información presentada de forma accesible y no accesible con el propósito de comunicar de forma empática los problemas relacionados con las pautas WCAG. La información que se va a transmitir va dirigida a usuarios prosumers para que empaticen con el impacto que las barreras de accesibilidad causan a los usuarios con discapacidad.

Como trabajo futuro se realizará una evaluación de accesibilidad del contenido incluido en el sitio web y una evaluación con herramientas asistenciales para comprobar el nivel de accesibilidad. Así mismo, realizar un test con usuarios prosumers para analizar el nivel de comprensión de los mensajes mostrados por el sistema.

Consultar el sitio web en el siguiente enlace: https://interaccion2023.github.io/

Consultar el wireframe del sistema, en el siguiente enlace: https://cutt.ly/OG0hJE4

5 Trabajo futuro

Como trabajo futuro del proyecto se abordarán las fases de implementación y evaluación.

La implementación se realizará utilizando el framework Vue.JS [9] [34], pues tienen en cuenta la accesibilidad en su documentació[10] y permite desarrollar sistemas muy dinámicos y ligeros al utilizar Single Page Applications (SPA) [35]. Complementariamente, los datos provenientes de la base de datos del sistema EmphaticEditor4Accessibility, se convertirán en ficheros JSON (JavaScript Object Notation) con la información correspondiente a cada barrera, pues permiten un mayor dinamismo.

Posteriormente, se realizará una evaluación de las pautas WCAG 2.1 automática y manual junto con una evaluación con herramientas asistenciales para comprobar el nivel de accesibilidad real del sitio web. También se considerará realizará un test con usuarios prosumers para analizar el nivel de comunicabilidad de los mensajes mostrados por el sistema, metacomunicación entre el diseñador y el usuario. Se utilizarán para ello, métodos de evaluación de la Ingeniería Semiótica [36] que identifica rupturas en la comunicación: Método de Inspección Semiótica (MIS) que evalúa los signos de los elementos con los que interactúa el usuario; Método de Evaluación de la Comunicabilidad (MEC) método empírico que se basa en la observación de cómo diversos usuarios utilizan un sistema.

[9] Vue.JS Framework: https://vuejs.org/

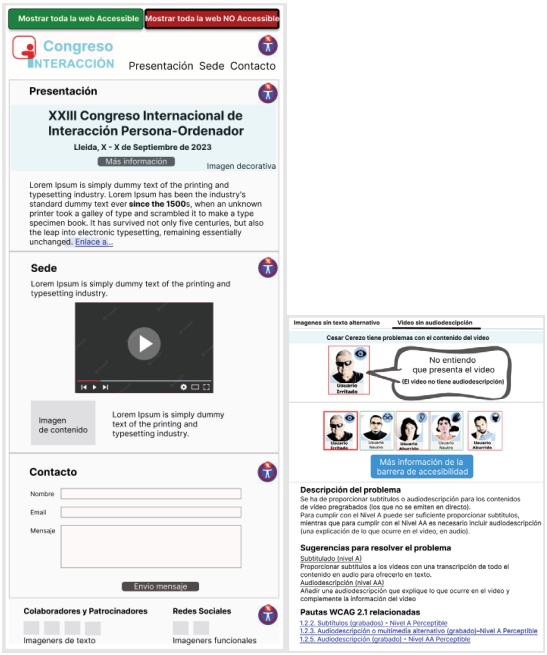


Figura 2a. Página de inicio del sistema. Y Figura 2b. Información sobre como impactan las barreras a los usuarios con discapacidad (usuarios con discapacidad visual total, observando las barreras de la sección "Sede").

REFERENCES

[1] ISO 9241-11. 2018. Ergonomics of human-system interaction - Part 11: Usability: Definitions and concepts. http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=63500

[2] ONU. 2022. La declaración universal de derechos humanos. https://www.un.org/es/about-us/universal-declaration-of-human-rights

[3] W3C. 2018. Introduction to web accessibility. https://www.w3.org/standards/webdesign/accessibility

[4] Sushil K. Oswal. 2019. Breaking the exclusionary boundary between user experience and access: steps toward making UX inclusive of users with disabilities. In Proceedings of the 37th ACM International Conference on the Design of Communication (SIGDOC'19), Portland, Oregon, USA, Article 12, 1-8. DOI: https://doi.org/10.1145/3328020.3353957.

[5] G. Graham,& S. Chandrashekar.. 2016. Inclusive Process and Tool for Evaluation of Accessible User Experience (AUX). In: Antona, M., Stephanidis, C. (eds) Universal Access in Human-Computer Interaction. Methods, Techniques, and Best Practices. UAHCI 2016. Lecture Notes in Computer Science(), vol 9737. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-40250-5_6

[6] W3C. Iniciativa de Accesibilidad Web (WAI). https://www.w3.org/WAI/

[7] W3C. Understanding WCAG 2.1. Updated 25 April 2022 https://www.w3.org/WAI/WCAG21/Understanding/

[8] W3C. 2022. Design and Develop Overview. https://www.w3.org/WAI/design-develop/

[9] Web Accessibility Laws & Policies. 2022. World Wide Web Consortium (W3C). https://www.w3.org/WAI/policies/

[10] European Commission. 2022. Accessibility: essential for some, useful for all. https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/accessibility-essential-some-useful-all

[11] Observatorio de accesibilidad Web. Informe Global del Seguimiento de Sitios Web. Diciembre 2021 http://administracionelectronica.gob.es/PAe/accesibilidad/2021SimplificadoGl

[10] Documentación de accesibilidad del framework VUE.JS https://vuejs.org/guide/best-practices/accessibility.html

obal

[12] The WebAIM Million. 2022. https://webaim.org/projects/million/

[13] E Ballesteros; M Ribera; A Pascual; T Granollers. 2015. Reflections and proposals to improve the efficiency of accessibility efforts. Universal access in the information society. 14, 583-586. https://doi.org/10.1007/s10209-014-0356-1

[14] A. Pascual, M. Ribera, T. Granollers. 2015. Empathic communication of accessibility barriers in Web 2.0 editing. Proceedings of the 12th International Web for All. https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/2745555.2746642

[15] W3C. 2012. Proyecto Before&After https://www.w3.org/WAI/demos/bad/

[16] Y, Martín García, B.S Miguel González & J. Yelmo García. 2009. Prosumers and accessibility: how to ensure a productive interaction. International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibililty (W4A) (pp. 50-53). ACM

[17] Web Content Accessibility Guidelines 2.0 (WCAG). 2008. World Wide Web Consortium (W3C). http://www.w3.org/TR/WCAG20/

[18] Web Content Accessibility Guidelines 2.1 (WCAG). 2018. World Wide Web Consortium (W3C). http://www.w3.org/TR/WCAG21/

[19] W3C. Tutorials. https://www.w3.org/WAI/tutorials/

[20] Atlassian Design System. https://atlassian.design/foundations/accessibility/

[21] World Health Organization et al. International statistical classification of diseases and related health problems [https://www.who.int/standards/classifications/classification-of-diseases]. 2009.

[22] Proyecto VUE-AXE. Axe.vue-a11y.com DEMO: https://vue-axe.surge.sh/. Codigo fuente del proyecto https://github.com/vue-a11y/vue-axe

[23] Deque Systems, INC. (2020, Oct.) Axe: accessibility testing for development teams. [Online]. Available: https://www.deque.com/axe/

[24] A. Pascual, M. Ribera, T. Granollers. 2022. Empathy-Centric Design on a System to Evaluate and Repair Accessibility Barriers. Empathy-Centric Design At Scale Workshop at CHI 2022, April 26, 2022, Virtual

[25] A. Pascual, M. Ribera, T. Granollers., J. Coiduras, 2014. Impact of accessibility barriers on the mood of blind, low-vision and sighted users. Procedia Computer Science, 27, 431-440. https://doi.org/10.1016/j.procs.2014.02.047.

[26] A. Pascual, M. Ribera, T. Granollers.. 2014. Impact of web accessibility barriers on users with hearing impairment. Interacción'14: XV International Conference on Human Computer Interaction, 1-2, https://doi.org/10.1145/2662253.2662261.

[27] A. Pascual, M. Ribera, T. Granollers.. 2015. Impact of accessibility barriers on the mood of users with motor and dexterity impairments. Journal of accessibility and design for all, 5(1), 1-26, https://doi.org/10.17411/jacces.v5i1.93.

[28] A. Pascual, M. Ribera, T. Granollers. 2013. Grado de afectación de las barreras de accesibilidad Web por usuarios con discapacidad intelectual. Actas del XIV Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador (INTERACCIÓN 2013), dentro del Congreso Español de Informática (CEDI). pp. 23 – 26. (España): 2013. Disponible en Internet en: http://www.congresocedi.es/images/site/actas/ActasInteraccion.pdf>. ISBN 978-84-695-8352-4

[29] J. Pruitt, J. Grudin,. 2003. Personas: practice and theory. Proceedings of the 2003 Conference on Designing for User Experiences, 1-15. http://dx.doi.org/10.1145/997078.997089.

[30] T. Granollers, 2004 2004. Mpiu+a. Una metodología que integra la ingeniería del software, la interacción persona-ordenador y la accesibilidad en el contexto de equipos de desarrollo multidisciplinares. Tesis Doctoral. Departament de Llenguatges i Sistemes Informàtics, Universitat de Lleida, Lleida, España, https://mpiua.invid.udl.cat/

[31] W3C 2014. Website Accessibility Conformance Evaluation Methodology (WCAG-EM) 1.0, https://www.w3.org/TR/WCAG-EM/.

[32] AChecker Web Service API. https://achecker.achecks.ca/checker/index.php

[33] G. Brajnik. 2008, Web accessibility testing with barriers walkthrough. Disponible on-line: http://users.dimi.uniud.it/~giorgio.brajnik/projects/bw/bw.html

[34] V. Javascript, "High Performance Single Page Application with Vue . js," pp. 1–7. https://francium.tech/case_study_docs/Case%20Study%20-%20High%20Performance%20Single%20Page%20Application%20with%20VueJs%20-%20Francium%20Tech.pdf

[35] K, Krešimir Troskot and B Vukelić. 2018. Comparison of front-end frameworks for web applications development. Zbornik Veleučilišta u Rijeci, 6(1), 261-281. DOI: https://doi.org/10.31784/zvr.6.1.19.

[36] C. De Souza, 2005. The Semiotic Engineering of Human-Computer Interaction. MIT Press, Cambridge, MA, USA..

Motivación en sistemas basados en juego: objetivos de juego y experiencia de jugador

Juan Antonio Trillo Manzano
juananbeas@correo.ugr.es
Universidad de Granada
Granada, España

Francisco Luis Gutiérrez Vela
fgutierr@ugr.es
Universidad de Granada
Granada, España

Patricia Paderewski Rodríguez
patricia@ugr.es
Universidad de Granada
Granada, España

RESUMEN

La motivación es un pilar fundamental de la interacción entre el usuario y los sistemas basados en juego (SBJ). En función de los objetivos que se pretendan alcanzar al usar el SBJ, los motivadores que se emplean deberán de tener ciertas características para que la experiencia de jugador sea atractiva y constante.

Es interesante analizar qué relación existe entre estos objetivos de juego y los diferentes tipos de motivación y motivadores basándose en la calidad de la experiencia de jugador o la propiedad de jugabilidad. En este texto, se pretende analizar esta relación asociando los objetivos de juego más comunes a la motivación y estudiando la experiencia de jugador que se promueve en cada caso.

Para ello, se realiza una clasificación de los tipos de motivación y de los motivadores así como una descripción de los diferentes objetivos de juego que se presentan en los SBJ. Posteriormente, se analizan los motivadores que son relevantes para cada objetivo de juego de los expuestos. Finalmente, se extraen conclusiones basadas en cómo puede afectar esta relación a la experiencia de jugador y la jugabilidad final del producto.

PALABRAS CLAVES

motivación, motivadores, sistemas basados en juego, experiencia de jugador, objetivos de juego, jugabilidad, juegos serios, gamificación

1 INTRODUCCIÓN

La popularidad de los videojuegos como sistema lúdico es evidente: en el año 2020, se estimó la cifra de 2,69 mil millones de jugadores en el mundo, con predicciones de superar los tres mil millones de jugadores en 2023 [1].

La principal diferencia entre los videojuegos y otros tipos de sistemas de entretenimiento, como la televisión o los libros, es el mayor nivel de interacción que requiere por parte del usuario con el medio que le proporciona este entretenimiento. Esta interacción basada en juego se ha extendido más allá de los videojuegos tradicionales, y hoy día se emplea en otros sistemas de software como son los juegos serios o la gamificación, a los que podemos englobar en el concepto de «sistema basado en juego» o SBJ.

Sin embargo, a la vez que esta interacción genera entretenimiento de forma más activa, se requiere de un esfuerzo por parte del usuario para ejercerla [2]. Esta es una de las razones por las que la televisión sigue siendo el medio preferido de entretenimiento [3].

Para que los SBJ puedan competir con medios de entretenimiento que no necesitan de este esfuerzo extra, el usuario debe de tener incentivos para jugar, ya sea la propia diversión proporcionada mediante el juego u otros objetivos de juego que el sistema pueda ofrecer. Estos incentivos conforman la motivación que lleva al usuario a jugar, la cual, unida a los objetivos de juego que se promueven en la experiencia de jugador, determina el marco para analizar la calidad proporcionado por los SBJ en base a parámetros como puede ser los niveles de jugabilidad proporcionados por el sistema.

A la hora de determinar la motivación que busca un SBJ en el usuario, hay que tener cuidado con no confundir los objetivos de juego con el objetivo del sistema como producto: por ejemplo, en un sistema gamificado empleado por una empresa, un objetivo de juego puede ser conseguir logros mediante la obtención de recompensas por completar tareas, mientras que el objetivo del producto es mejorar el rendimiento de los empleados utilizando este SBJ. En este caso la motivación asociada al aspecto de juego podría ser la competición con los otros empleados, lo cual tendría un efecto directo en las recompensas obtenidas por cada usuario si se lleva a cabo correctamente, pero aunque así fuera no es seguro que el rendimiento de los empleados realmente fuera superior.

En definitiva, el objetivo de juego está determinado por las razones que han llevado a la inclusión de aspectos lúdicos en el sistema de software, mientras que el objetivo de este como producto puede ser de cualquier otra índole. Los objetivos de juego varían en función del tipo de SBJ del que se trate, y pueden ser empleados a la vez o complementariamente si la experiencia de jugador deseada lo requiere.

Cada sistema basado en juego busca motivaciones diferentes mediante el empleo de motivadores en los usuarios dependiendo de los objetivos de juego que este pretenda ofrecer. La motivación de un sistema está relacionada directamente con la experiencia de jugador característica del sistema basado en juego, buscando a través de esta motivación que el usuario disfrute de estas experiencias, que a su vez están enfocadas a lograr sus objetivos de juego.

En este contexto, es interesante considerar la relación entre las motivaciones de las experiencias de jugador y los objetivos de juego, ya que la efectividad de la relación entre los motivadores y dichos objetivos es uno de los factores que determina la calidad del SBJ como parte de la jugabilidad del mismo. Un buen juego debe motivar a sus jugadores para que se cumplan los objetivos que con este se buscan conseguir. Asimismo, para que la experiencia de jugador sea la deseada, se debe alcanzar un balance o equilibrio entre los diferentes motivadores empleados para que se alcancen los objetivos de juego en la medida que se pretenda.

La mayoría de estudios sobre motivación en SBJ se centran solamente en un tipo de motivación o las analizan en casos muy específicos. En el reciente artículo de Cheah et al. [4] sí se estudian las motivaciones en videojuegos de forma más generalizada, identificando un conjunto de 6 temas motivacionales: inmersión y flujo, gratificación y afecto, escapismo, interacción social, identificación y orientación de metas. Sin embargo, al tratar solo videojuegos no se están teniendo en cuenta el resto de SBJ, por lo que esta clasificación

no considera el resto de motivaciones que se pueden encontrar por ejemplo en los juegos serios. Otro estudio general aunque más antiguo sobre motivaciones es el realizado en PENS (*Player Experience of Need Satisfaction*) [5], un modelo diseñado para la evaluación de la jugabilidad empleando las motivaciones del juego como base. Al igual que en el artículo anterior, no todos los SBJ son considerados, pero en este modelo ya se anticipa la importancia de otras motivaciones además de la diversión, y las relaciones que se introducen entre estas motivaciones y la jugabilidad son una referencia útil para un trabajo en el que sí se consideren todos los SBJ, como el que pretendemos realizar.

Para empezar este estudio, primero se debe realizar una clasificación de las diferentes motivaciones y motivadores, así como objetivos de juego que se pueden encontrar en los sistemas basados en juego, la cual se lleva a cabo en los puntos 2 y 3 respectivamente. A continuación, se analiza la relación que existe entre motivación y objetivos de juego en el punto 4, para discutir en el punto 5 las implicaciones que pueden tener estos resultados. Finalmente, en el punto 6 extraemos las conclusiones de este análisis y exponemos en el punto 7 las posibles líneas de trabajo futuro con las que se puede avanzar en este ámbito.

2 MOTIVACIONES Y MOTIVADORES

La clasificación principal que realizan la mayoría de los autores de los tipos de motivación es distinguir entre motivación «intrínseca» y «extrínseca» [6] [7] [8] [9] [10]. La diferencia entre ambos tipos reside en el origen de la motivación: en nuestro caso, si esta proviene del propio jugador en su interacción con el SBJ, se trata de motivación intrínseca, mientras que si esta es proporcionada por un medio externo, se considera motivación extrínseca.

Por supuesto, el mismo tipo de motivación varía en efectividad en función de la persona que experimenta el sistema, ya que esta es una cuestión subjetiva. Esto hace que emplear motivadores concretos para diseñar un SBJ limite los perfiles de jugador que pueden disfrutar del juego, pero es un método necesario para atraer la atención del público y poder construir una buena experiencia de jugador para aquellos usuarios que sí se sientan atraídos por las motivaciones implementadas.

Dada esta tipología (motivación intrínseca y extrínseca), conviene distinguir entre tres tipos de SBJ, en función de la experiencia de juego que predomina en cada uno de ellos: los videojuegos, los juegos serios y la gamificación.

Los videojuegos comprenden los juegos clásicos para dispositivos electrónicos, cuyo objetivo de juego principal es la diversión, y son el tipo de sistema más frecuente.

Los juegos serios son SBJ que buscan ser divertidos y a la vez buscan conseguir algún otro objetivo de juego, como puede ser la educación en los juegos educativos o la simulación en juegos que, por ejemplo, imitan las situaciones de estrés encontradas en los hospitales para que enfermeros y médicos practiquen sus habilidades [11].

La gamificación consiste en el uso intencional de elementos propios del juego para generar una experiencia de juego motivante, que favorezca la realización de tareas en un contexto que no es de juego [12], como la obtención de puntos por completar trabajos en una empresa o la adjudicación de logros por realizar diferentes publicaciones en un foro.

Considerando esta clasificación de tipos de SBJ, podemos establecer una relación entre estos y las motivaciones intrínsecas y extrínsecas.

Los videojuegos principalmente proporcionan una motivación intrínseca, ya que se fundamentan en la diversión que ofrecen al jugador, la cual se manifiesta en la experiencia de jugador. La experiencia que generan está muy basada en la independencia del jugador para decidir qué acciones realiza e incluso en el carácter libre del propio proceso de diversión, aspectos muy ligados con la esencia de la motivación intrínseca.

Los juegos serios mezclan motivación intrínseca y extrínseca, ya que también proporcionan diversión al usuario, pero a su vez tienen objetivos de juego motivados externamente, como aprender sobre un oficio en una simulación de carácter educativo o investigar sobre una materia mediante la realización de desafíos, por lo que presentan también elementos de motivación extrínseca, usados principalmente para reducir los problemas de aburrimiento y falta de motivación a la hora de realizar estas actividades tanto a corto como a largo plazo. Un ejemplo clásico de estos problemas son los debidos a las actividades de rehabilitación mediadas por SBJ.

Por último, los sistemas gamificados principalmente ofrecen una motivación extrínseca, ya que los objetivos lúdicos están centrados en la realización de tareas en un contexto que no es de juego, lo cual limita la diversión como objetivo de juego, y, en general, todas las motivaciones intrínsecas que pueda haber en el sistema.

Por tanto, los tipos de sistemas basados en juego considerados se pueden clasificar por motivación en función del balance entre la motivación intrínseca y extrínseca que proporcionan con sus experiencias, como se representa en la Figura 1.

Figura 1: Relación general entre sistemas basados en juego y los tipos de motivación que ofrecen

Esta clasificación, por supuesto, es muy general, y en función del tipo de SBJ puede haber videojuegos que empleen también motivaciones extrínsecas o sistemas gamificados que tengan mayor motivación intrínseca, pero se presupone que la mayoría de la motivación que proporcionan corresponde al tipo que se representa en esta escala.

Una teoría respecto a la motivación ampliamente utilizada es la Teoría de la Autodeterminación (*Self-Determination Theory*, o simplemente SDT) [13]. Esta teoría, que también toma como base la distinción entre motivación intrínseca y extrínseca, se fundamenta en tres necesidades o deseos que las personas buscan satisfacer a la hora de realizar cualquier actividad:

- La competencia, o el deseo de experimentar maestría.
- La relación, o el deseo de interactuar con otros seres humanos con reciprocidad emocional positiva.
- La autonomía, o el deseo de estar en control de lo que sucede en el ámbito personal.

Relacionadas con estas necesidades, en los sistemas basados en juego podemos establecer una clasificación de diferentes motivadores que se pueden encontrar en estos, y que buscan satisfacer dichas necesidades:

- **Desafío**: Muchos sistemas basados en juego basan su experiencia de jugador a ofrecer en los retos y las mecánicas de juego implementadas para resolverlos. Ciertos perfiles de jugador se sienten realizados cuando consiguen completar un desafío que ha sido complicado, por lo que la dificultad del sistema basado en juego puede ser un atractivo, además de la satisfacción que se pueda encontrar al utilizar las herramientas que otorga el juego para superar estos retos. Este motivador está relacionado con la necesidad de **competencia**, ya que los jugadores buscan sentir que han completado un reto que requiere habilidad o destreza para superarlo.
- **Aprendizaje**: Los sistemas basados en juego son un ambiente propicio para ofrecer nuevos conocimientos, ya que la interacción entre el sistema y el jugador favorece la atención de este, y asociar conceptos a elementos lúdicos también es positivo para su recuerdo. Aprender estudiando de forma tradicional no es muy atractivo como forma de entretenimiento para la mayoría de la población, pero si se incluye este aprendizaje en un sistema basado en juego se puede generar satisfacción en el proceso de adquisición de conocimiento. Este motivador está relacionado con la necesidad de **competencia**, ya que conseguir resultados mediante el aprendizaje supone una mejora a nivel personal para el jugador que lo experimenta.
- **Logro**: Uno de los atractivos que ofrecen muchas experiencias de jugador es que el jugador puede coleccionar títulos o premios por acciones llevadas a cabo en el juego. Estas acciones no tienen por qué consistir en completar retos de manera exitosa, ya que se puede considerar un logro cualquier interacción que comprenda cierto nivel de dificultad o creatividad, independientemente del resultado de esta interacción. Esta motivador está relacionado con la necesidad de **competencia**, ya que un jugador que es atraído por los logros intentará conseguir el máximo número posible de estos, suponiendo esto un reto para él mismo.
- **Enfrentamiento**: Lo que muchos jugadores buscan en los SBJ es poder competir contra personajes u otros jugadores en los retos que el juego presenta. Este motivador está relacionado con las necesidades de **competencia** y **relación**, ya que, por un lado, el jugador pretende poner a prueba sus habilidades contra personajes u otros jugadores, y por el otro busca la interacción con otros entes que participen del juego para poder realizar las actividades conducentes al enfrentamiento.
- **Socialización**: La interacción con otros personajes o jugadores forma parte en muchas ocasiones de la experiencia de jugador. El deseo de ciertos perfiles es buscar constantemente esta interacción, ya sea para completar los retos del juego o simplemente para disfrutar de la experiencia en compañía. Este motivador está relacionado con la necesidad de **relación**, ya que se asocia al deseo de interactuar con otros seres, aunque en algunos casos sean ficticios.
- **Inmersión**: La capacidad que tienen los SBJ para absorber la atención del jugador puede ser empleada para sumergir al usuario en una experiencia que le haga perder la noción de realidad, sustituyendo el mundo real por un mundo virtual del que se sienta que forma parte, empleando elementos de juego principalmente estéticos y narrativos. Este motivador está relacionado con las necesidades de **relación** y **autonomía**, ya que en este mundo virtual también se producen interacciones con otros personajes o jugadores, y el jugador puede interaccionar con el mundo de muchas formas diferentes.
- **Libertad**: Una experiencia de jugador que permita tomar una gran cantidad de decisiones siempre es atractiva para ciertos perfiles. No todas estas decisiones tienen que tener repercusiones, lo importante es que el jugador sienta que pueda tener una sesión de juego personalizada, que le permita llevar a cabo las interacciones que el desea y como él desea. Este motivador está relacionado con la necesidad de **autonomía**, ya que el jugador busca controlar su propia experiencia con el sistema.
- **Entretenimiento**: Muchos jugadores emplean los sistemas basados en juego para pasar el tiempo, utilizando la interacción entre juego y jugador como distracción. Este motivador está relacionado con la necesidad de **autonomía**, ya que es el jugador el que decide cómo emplear el sistema para que este le resulte entretenido.
- **Relajación**: Las experiencias de jugador también pueden servir para tomar un respiro, haciendo que la interacción sea una actividad sosegada y que el jugador pueda disfrutar de un tiempo tranquilo. Este motivador está relacionado con la necesidad de **autonomía**, ya que el jugador busca formas de aliviarse en el sistema basado en juego.

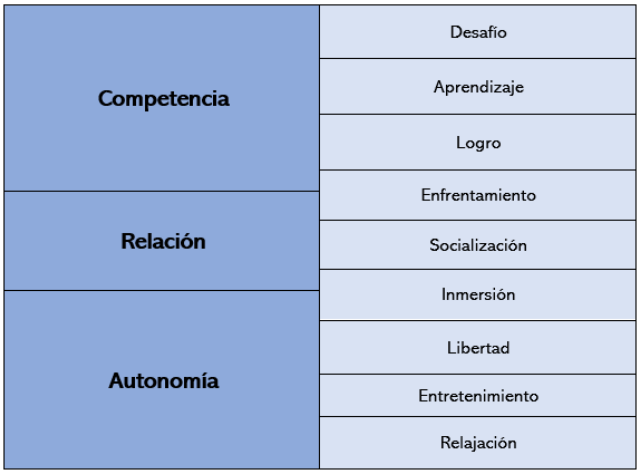


Figura 2: Necesidades de la SDT y correspondientes motivadores en sistemas basados en juego

En la figura 2 se representa esta asociación entre las necesidades establecidas por la Teoría de la Autodeterminación o SDT y los diferentes tipos de motivaciones que podemos encontrar en los sistemas basados en juego.

Otras teorías de la motivación, como la teoría de la experiencia de «flow» o fluidez de Csikszentmihalyi [14], son compatibles con esta clasificación, ya que no se está discutiendo el origen absoluto de la motivación, sino las formas que esta toma para presentarse en los sistemas basados en juego, por lo que las necesidades de la SDT simplemente sirven como guía para determinar el ámbito en el que cada uno de los tipos de motivación se puede encontrar.

3 OBJETIVOS DE JUEGO

Anteriormente, de forma generalizada, hemos distinguido entre videojuegos, juegos serios y gamificación como sistemas basados en juego. Esta clasificación sirve para diferenciar a grandes rasgos los sistemas basados en juego en función del enfoque de sus objetivos de juego hacia la diversión. Sin embargo, se puede precisar mucho más teniendo en cuenta diferentes objetivos de juego que pueden aparecer además de la diversión. La clasificación que vamos a realizar, por tanto, está centrada en los juegos serios y gamificación, ya que son los tipos de sistemas basados en juego que complementan sus objetivos de juego con la diversión.

En 2015, Marczewski [15] distinguía entre diferentes tipos de juegos serios, además de la simulación, que, aunque en su trabajo se estudia por separado, sigue compartiendo con estos la diversión con otros objetivos de juego, por lo que, a los efectos de este análisis, se puede considerar como juego serio. La clasificación que este autor realiza es la siguiente:

- **Juegos educativos**: Son juegos en los que se enseña algo, como puede ser una asignatura escolar, el manejo de un instrumento, idiomas, o cualquier otra materia que pueda ser objeto de estudio.
  Un ejemplo de juego que ofrece este tipo de experiencia es «Los Invasores del Tiempo» [16]. Se trata de un SBJ del tipo aventura conversacional donde el principal objetivo es mejorar los procesos de lectura comprensiva mediante la realización de los desafíos y retos que propone este tipo de juegos [17]. Los retos planteados en el juego se incluyen dentro de los cinco tipos de compresión lectora existentes (literal, inferencial, critica, global y metacompresion). El jugador, de forma transparente, cuando esta resolviendo los puzles que le proporciona el juego esta usando su capacidad de compresión y el sistema puede analizar los niveles alcanzados. El sistema de juego puede adaptar y personalizar los retos en base a los objetivos educativos y los niveles de lectura compresiva de cada uno de los jugadores.
- **Juegos con significado**: El objetivo de estos juegos es transmitir un mensaje con un significado profundo y dejar una influencia en el jugador, de manera que se promueva un cambio positivo en valores.
  Un juego que ofrece este tipo de experiencia es *Darfur is Dying* [18], en el cual el jugador se pone en la piel de un refugiado de Darfur, sufriendo desde su perspectiva las dificultades que tienen que afrontar la gente que ha tenido que abandonar su patria. Dentro del juego se pueden realizar acciones para ofrecer ayuda a este colectivo, y también se muestra al jugador maneras de colaborar en la realidad.
- **Juegos con propósito**: Las acciones a realizar en estos juegos tienen algún tipo de resultado tangible en el mundo real, como contribuir a una investigación o tareas que se realizan con el mismo juego.
  Un ejemplo de este tipo de juego es textitFoldit [19]. Se trata de un juego del género de puzzles que propone a los jugadores predecir la estructura de proteínas realizando pliegues a estas. Las soluciones que obtienen las mejores puntuaciones dentro del juego son analizadas por investigadores que determinan si se pueden aplicar a proteínas relevantes en el mundo real. Entender cómo se pueden plegar las proteínas puede llevar a desarrollar medicamentos para muchos tipos de enfermedades. Por ejemplo, se han propuesto problemas para encontrar curas de diferentes tipos de cáncer, así como para el sida o incluso, recientemente, para el coronavirus.
- **Simulaciones**: Los juegos que pertenecen a la categoría de «simulación» tienen como objetivo realizar una representación virtual de una situación en el mundo real. Esto facilita, por ejemplo, obtener experiencia en situaciones peligrosas antes de afrontarlas en la realidad.
  Un juego que ofrece esta experiencia es *Full Code - Emergency Medicine Simulation* [20]. Se trata de una aplicación que permite a profesionales del ámbito de la medicina practicar con casos clínicos complejos, ofreciendo a los jugadores diferentes tipos de respuesta en función del caso que deben tratar. Esto permite practicar situaciones de tensión con pacientes en estado crítico, sin poner en peligro la salud de ninguna persona real.

Otro tipo de objetivo de juego que puede ofrecer este tipo de sistemas es la **terapia**, ya sea física o mental, tal y como expone Horne-Moyer [21]. El uso terapéutico de videojuegos varía desde juegos que motivan, controlan y evalúan la actividad física, a juegos que ofrecen contenidos que psicológicamente ayudan a personas que necesitan de psicoterapia.

Un ejemplo de juego que se puede utilizar para terapia física es *Wii Fit* [22]. Mediante una plataforma periférica sobre la que se sitúa el jugador, el juego puede controlar los cambios del centro de equilibrio de este, de forma que se pueden proponer ejercicios al jugador y con esta información ser corregidos y evaluados por el juego. Como ejemplo de juego empleado en psicoterapia se tiene *Island* [23], un videojuego que se utiliza para regular las emociones y la impulsividad en ciertos desórdenes mentales, captando a través de biosensores las reacciones del jugador, las cuales el juego reconoce y reconduce para mejorar su control.

En general, los sistemas gamificados buscan los mismos objetivos de juego que los juegos serios, pero con una estructura que no se corresponde con la de juego, ya que constan de pocos elementos de diseño de juego que han sido incorporados a un sistema que no es de juego. Por tanto, la clasificación de objetivos de juego que podemos considerar son los objetivos asociados a cada uno de los juegos serios que hemos mencionado anteriormente, además de la diversión. De esta forma, se puede distinguir entre los siguientes objetivos de juego: **diversión**, **educación**, **significado**, **propósito**, **terapia** y **simulación**.

Cabe destacar, como ya se ha comentado, que un SBJ no suele perseguir únicamente un solo objetivo de juego, por lo que los objetivos de juego que se ofrecen en las experiencias de jugador se deben ver como una combinación de los elementos de esta clasificación.

4 RELACIÓN ENTRE OBJETIVOS DE JUEGO Y MOTIVADORES

Como es de esperar, cada objetivo de juego tiene ciertos motivadores asociados que permiten a los desarrolladores guiar al jugador para que en su experiencia de juego alcance estos objetivos. Las relaciones que se pueden discernir entre los elementos de las clasificaciones que hemos realizado son las siguientes:

- **Diversión**: El principal motivador asociado a la diversión es el **entretenimiento**. No en vano, los videojuegos son considerados un sistema de entretenimiento, y esta motivación unida a la interacción que se produce entre el SBJ y el jugador es lo que provoca que la experiencia de jugador llegue a ser divertida.
  Por supuesto, otros motivadores pueden influir en la diversión. En el caso de los videojuegos, esto depende principalmente del género de juego al que pertenece cada uno. Los juegos centrados en los retos que proporcionan, como los juegos de acción, tendrán más motivadores relacionados con la necesidad de competencia; los juegos en los que se interactúa con personajes y/o jugadores como los juegos masivos multijugador serán motivados por la necesidad de relación; y los juegos en los que prima la liberación del jugador respecto de las interacciones esperadas tienen motivadores asociados con la necesidad de autonomía.
- **Educación**: Los juegos que tienen como objetivo de juego principal la educación están naturalmente motivados por el **aprendizaje**. Sin embargo, este motivador siempre está acompañado de otros motivadores relacionados con la necesidad de competencia, ya que esta educación se lleva a cabo mediante los retos de la experiencia de jugador.
  Cuando se trata de videojuegos con la educación como objetivo de juego, el motivador que predomina es el desafío, ya que el foco está en la dinámica de juego de completar los retos presentados, mientras que en sistemas gamificados son los logros los que llevan a los jugadores a seguir completando las tareas del juego que les proporcionan esta educación, ya que lo que se potencia es obtener los títulos o los recompensas asociados a superar estos objetivos. En ambos sistemas basados en juego puede presentarse el motivador de enfrentamiento si se compite contra otros personajes o jugadores. Los juegos educativos emplean estos motivadores en mayor o menor medida, siempre procurando que los retos presentados sean lo suficientemente atractivos para que la educación sea efectiva.
- **Significado**: El objetivo de juego de significado tiene dos motivadores principales: la **inmersión** y el **aprendizaje**. Esto se debe a que las experiencias de jugador que tienen este objetivo de juego tratan de hacer que el jugador se sienta parte de la situación en la que este significado tiene lugar, con lo cual se pretende crear un ambiente inmersivo, y se presenta esta situación para que el jugador pueda conocer circunstancias diferentes a las suyas y adoptar nuevas ideas acorde a estas, por lo que también se lleva a cabo un aprendizaje.
  En muchos casos, para representar estas situaciones se emplean personajes que transmiten sus sentimientos o impresiones acerca de estas, por lo que también se puede tener motivación mediante socialización. Asimismo, si el sistema basado en juego permite que el jugador obtenga las conclusiones acertadas mediante prueba y error, el motivador de libertad tendrá también un papel importante en la experiencia del jugador.
- **Propósito**: Los sistemas basados en juego que tienen como objetivo de juego el propósito pueden estar motivados de tres formas diferentes. Si lo que se busca es resolver retos en poca cantidad pero complejos, entonces el motivador que prevalece es el de **desafío**. Si se pretenden realizar muchas tareas pero con poca dificultad, entonces el motivador más relevante será el de **logro**. Por último, si lo que se busca es probar cosas, entonces el motivador que predomina será el de **libertad**. El propósito del sistema basado en juego en sí mismo también puede ser considerado como un motivador, pero esto depende del jugador y de su opinión acerca de lo que se pretende conseguir.
- **Terapia**: Al igual que para el objetivo de juego de propósito, la terapia puede tener diferentes motivadores en función del tipo de terapia que ofrece el sistema basado en juego. La terapia física suele estar asociada con el **logro**, ya que el sistema premia completar las tareas físicas que son requeridas al jugador, aunque también se puede hacer uso del enfrentamiento si se emplea la terapia física en un grupo de personas. En el caso de la terapia mental, hay dos vertientes: si la terapia está enfocada a la relación con otra gente, entonces la **socialización** será el motivador prioritario, mientras que si la terapia se orienta a los pensamientos y forma de ser de una persona, el motivador que se suele emplear es la de **relajación**.
- **Simulación**: Para este objetivo de juego, el motivador principal es la **inmersión**. Lo que se pretende en los sistemas basados en juego de simulación es que el jugador se sienta parte de la situación que se presenta en el juego, por lo que se necesita un ambiente inmersivo que favorezca esta sensación. En función del tipo de simulación que se ofrezca, la inmersión puede ir acompañada de diferentes motivadores: el aprendizaje, si se pretende emplear la simulación para practicar algún oficio; el enfrentamiento, si el objetivo es entrenar para una competición; la socialización, si se pretende simular la interacción con otras personas; o la relajación, si se simula un ambiente distendido.

En la figura 3 se pueden ver representadas de manera gráfica las relaciones explicadas, uniendo con mayor grosor de línea aquellos motivadores que son o pueden ser el principal motivador para dicho objetivo de juego. Esto ofrece una visión general de los motivadores que se deben emplear en función de los objetivos de juego que se pretenden alcanzar, así como su distribución aproximada. Cabe destacar que, a pesar de que el entretenimiento solo se considera como motivación para el objetivo de juego de diversión, todas las experiencias de sistemas basados en juego tienen la diversión como uno de sus objetivos de juego, aunque en algunos casos como en los sistemas gamificados se le de mucha más importancia a otros objetivos de juego.

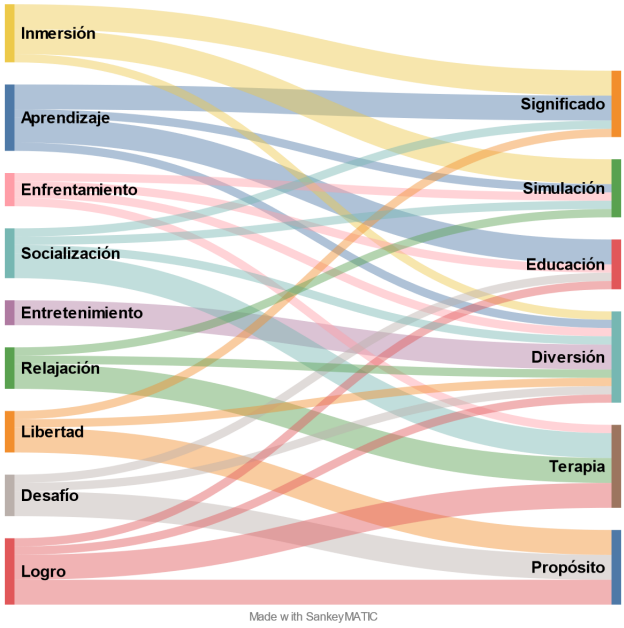


Figura 3: Relaciones entre objetivos de juego y motivadores

5 DISCUSIÓN

Gracias a las clasificaciones que hemos realizado tanto de los objetivos de juego como de las motivaciones en la experiencia de jugador, hemos podido encontrar diferentes relaciones que muestran cómo cada objetivo de juego es motivado por diferentes aspectos del sistema basado en juego. Para que considerar estas relaciones sea de utilidad, es interesante adoptar una perspectiva desde el desarrollo de sistemas basados en juego.

Cuando se diseña un SBJ, los desarrolladores deben tener claro qué objetivos de juego pretenden ofrecer en la experiencia de jugador, de forma que puedan orientar el diseño del sistema a alcanzar dichos objetivos. Una de las herramientas que se puede emplear para esta orientación en el diseño es el uso de la motivación en el jugador para que su experiencia le lleve a los objetivos de juego previstos.

Para introducir esta motivación, se pueden emplear los motivadores expuestos anteriormente. En función de los objetivos de juego que se pretendan ofrecer, la Figura 3 se puede interpretar como el equilibrio necesario para el empleo de diferentes motivadores.

Por ejemplo, si se pretende diseñar un SBJ que pretenda educar tanto en valores como en conocimiento y que sea divertido, entonces el aprendizaje debe ser el motivador más importante, incluyendo inmersión y entretenimiento a partes iguales y pudiendo emplear el resto de motivadores para aumentar la diversión, como la libertad y la socialización, que también motivan para el objetivo de juego de significado, o el enfrentamiento, el desafío y el logro, que se pueden emplear para el objetivo de juego de educación.

El entretenimiento como motivador y la diversión como objetivo de juego tienen un papel especial en los SBJ. En la clasificación que realizábamos entre videojuegos, juegos serios y gamificación para los sistemas basados en juego, se establecía una relación entre el tipo de sistema basado en juego y el nivel de motivación intrínseca o extrínseca que tenía lugar en cada uno de ellos. Asimismo, también se ha hablado de que la diversión es el principal objetivo de juego en los videojuegos, mientras que en los juegos serios se mezcla con otros objetivos de juego y en los sistemas gamificados no tiene mucha relevancia. Esto, unido a la representación de la Figura 1, hace pensar que la diversión es un aspecto que se encuentra en todos los sistemas basados en juego, y, por tanto, el entretenimiento se puede considerar el motivador principal para generar las experiencias de jugador.

Por otro lado, a pesar de que la mayoría de las experiencias de jugador se basan en retos, el desafío como motivación no tiene por qué aparecer en muchos de los objetivos de juego. Esto se debe a que, salvo en los juegos educativos y con propósito, donde se necesita cierta dificultad para poder obtener resultados, en muchos casos los retos son un medio para disponer del resto de motivaciones. Por ejemplo, en un juego con significado se puede pedir al jugador que ayude a un personaje en problemas, pero no se motiva al jugador por el reto en sí, sino por la situación en la que se encuentra, probablemente motivada por la inmersión en el mundo virtual del juego.

Otras motivaciones, como el enfrentamiento, dependen en gran medida de cómo esté implementado el objetivo de juego en el sistema para tenerlas en cuenta. Un juego terapéutico puede completar sus objetivos de juego siendo para un solo jugador, pero si se promueve una competición sana en un grupo para realizar las actividades del juego, es bastante probable que los jugadores utilicen con más frecuencia el sistema basado en juego, y que lo hagan con mayor intensidad, alcanzando el objetivo de juego de forma más efectiva.

En definitiva, la relación entre las motivaciones y los objetivos de juego, aunque general y con ciertos matices, permite determinar en muchos casos los aspectos del juego más relevantes a la hora de motivar a los jugadores para que la experiencia de jugador sea lo más provechosa posible. Esta asociación es la base para que el desarrollo de un sistema basado en juego pueda determinar sus objetivos de juego y conducir la experiencia de jugador para que estos sean alcanzados por los usuarios del sistema, teniendo en cuenta que las motivaciones empleadas deben ser compatibles con los perfiles de jugador a los que se dirige la experiencia.

6 CONCLUSIONES

Distinguir entre motivaciones intrínsecas y extrínsecas nos ha permitido diferenciar los tipos de sistemas basados en juego al nivel más general entre videojuegos, juegos serios y gamificación. Se ha representado el equilibrio entre ambos tipos de motivaciones en función de la experiencia de jugador, lo cual sirve de orientación para el desarrollo de cada uno de estos tipos de SBJ.

La teoría de la autodeterminación o SDT ha resultado de utilidad para definir los motivadores que se emplean en la experiencia de jugador. Estos motivadores se pueden asociar con las necesidades que establece esta teoría, y hemos podido relacionarlos con los diferentes objetivos de juego que hemos considerado como principales en los sistemas basados en juego. Esta relación muestra cómo cada objetivo de juego está motivado por diferentes aspectos del juego,

y se ha explicado cómo algunas motivaciones tienen más peso que otras en función de cómo se planteen dichos objetivos.

Además, se ha discutido cómo estas relaciones pueden ser empleadas en el desarrollo de SBJ para balancear los motivadores empleados en función de los objetivos de juego que se pretenden ofrecer en la experiencia de jugador, así como la importancia de la diversión como objetivo de juego y el entretenimiento como motivador en todos los sistemas basados en juego.

7 TRABAJO FUTURO

El siguiente paso debe ser avanzar en la validación de los análisis realizados en este artículo. Para ello, se pueden diseñar cuestionarios dirigidos a expertos o realizar encuestas a usuarios de sistemas basados en juego para confirmar que las relaciones entre motivación y objetivos de juego son acertadas.

Como se ha mencionado en diferentes ocasiones, la relación entre motivación, motivadores y objetivos de juego es de utilidad para el desarrollo de sistemas basados en juego. Considerar estas asociaciones de forma efectiva permite a los desarrolladores motivar a los jugadores para que se alcancen los objetivos que se busca con la experiencia de jugador, y también se consigue que los jugadores disfruten más al hacer uso del sistema.

Un camino a seguir para aprovechar estas relaciones es determinar qué elementos del diseño del juego afectan a cada tipo de motivación, y determinar de qué manera se pueden añadir, modificar o eliminar para potenciar las motivaciones que sean deseadas en función de los objetivos de juego a alcanzar. Para ello, primero se debe de realizar una clasificación de los elementos de diseño de juego, que posteriormente se relacionaría con las motivaciones de forma similar a como se ha hecho con los objetivos de juego. Esto ayudaría a los desarrolladores a poder implementar motivaciones en la experiencia de jugador de forma sistemática y acorde a sus objetivos.

Del mismo modo, se pueden clasificar los sistemas basados en juego no en función de sus objetivos de juego, sino de los aspectos de diseño más relevantes en la experiencia de jugador. Por ejemplo, como hemos comentado anteriormente, los videojuegos se pueden clasificar por géneros de juego, como juegos de acción, de estrategia, de rol, etc. La relación que se obtendría del trabajo propuesto en el párrafo anterior permitiría generalizar dicha asociación a esta clasificación, de forma que cada género de juego favorecería ciertas motivaciones.

Otra línea de trabajo en la que se podrían emplear estas relaciones es en el análisis de la jugabilidad de sistemas basados en juego. Evaluar las motivaciones más relevantes para el objetivo de juego que se pretende alcanzar permitiría disponer de un análisis contextualizado, centrado en la experiencia de jugador, que mediría la efectividad con la que se pueden conseguir los objetivos de juego establecidos, y que permitiría comparaciones entre sistemas basados en juego que compartieran los mismos objetivos de juego.

Por último, se puede trabajar en el diseño de una herramienta que permita emplear conclusiones del trabajo realizado. Esta herramienta podría utilizarse para calcular el equilibrio entre motivadores en función de los objetivos de juego que se pretenden incluir en un SBJ, o comprobar qué objetivos de juego son más favorecidos en función de los motivadores empleados en el diseño del sistema.

8 AGRADECIMIENTOS

La financiación tanto de este trabajo como de los futuros proyectos derivados de este es posible gracias al Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, dentro de la ayuda recibida por los proyectos de investigación «PERGAMEX-ACTIVE. Diseño de Experiencias de Juego Pervasivas Usando Asistentes Virtuales para Promover el Envejecimiento Activo en Personas Mayores dentro del Entorno del Hogar Digital» (RTI2018-096986-B-C32) y «Asistencia al Envejecimiento Activo en el Hogar Digital Integrando Asistentes Virtuales en Experiencias Lúdicas con Agentes Inteligentes en la Monitorización/Supervisión» (B-TIC-720-UGR20), ambos llevados a cabo por el Grupo de Especificación, Diseño y Evaluación de Software (GEDES - TIC164) de la Universidad de Granada.

REFERENCIAS

[1] Nestor Gilbert. 2020. Number of Gamers Worldwide 2022/2023: Demographics, Statistics, and Predictions. (2020). https://financesonline.com/number-of-gamers-worldwide/.

[2] C. Klimmt y Tilo Hartmann. 2006. Effectance, self-efficacy, and the motivation to play video games. *Playing Video Games: Motives, Responses, and Consequences*, 133-145.

[3] 2022. Media revenue worldwide by category 2020. (2022). https://www.statista.com/statistics/1132706/media-revenue-worldwide/.

[4] Isaac Cheah, Anwar Sadat Shimul y Ian Phau. 2021. Motivations of playing digital games: A review and research agenda. *Psychology & Marketing*.

[5] Richard Ryan, C. Scott Rigby y Andrew Przybylski. 2006. The Motivational Pull of Video Games: A Self-Determination Theory Approach. *Motiv Emot*. DOI: 10.1007/s11031-006-9051-8.

[6] Richard Van Eck. 2006. Digital Game Based LEARNING It's Not Just the Digital Natives Who Are Restless. *EDUCAUSE*, 41.

[7] Wim Westera. 2015. Games are motivating, aren't they? Disputing the arguments for digital game-based learning. *International Journal of Serious Games*, 2. DOI: 10.17083/ijsg.v2i2.58.

[8] Anissa All, Elena Nunez Castellar, Nuñez Castellar y Jan Looy. 2014. Measuring Effectiveness in Digital Game-Based Learning: A Methodological Review. *International Journal of Serious Games*, 1. DOI: 10.17083/ijsg.v1i2.18.

[9] Lucas Blair, Clint Bowers, Janis Cannon-Bowers y Emily Gonzalez-Holland. 2016. Understanding the Role of Achievements in Game-Based Learning. *International Journal of Serious Games*, 3. DOI: 10.17083/ijsg.v3i4.114.

[10] Rosemary Garris, Robert Ahlers y James Driskell. 2002. Games, Motivation, and Learning: A Research and Practice Model. *Simulation & Gaming*, 33, 441-467. DOI: 10.1177/1046878102238607.

[11] Francesco Bellotti, Bill Kapralos, Kiju Lee, Pablo Moreno-Ger y Riccardo Berta. 2013. Assessment in and of Serious Games: An Overview. *Advances in Human-Computer Interaction*, 2013, 136864. PT: J; UT: WOS:000214550800002. DOI: 10.1155/2013/136864.

[12] Katie Seaborn y Deborah I. Fels. 2015. Gamification in theory and action: A survey. *International Journal of Human-Computer Studies*, 74, 14-31. PT: J; UT: WOS:000347765000002. DOI: 10.1016/j.ijhcs.2014.09.006.

[13] Richard Ryan y Edward Deci. 2000. Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-Being. *The American psychologist*, 55, 68-78. DOI: 10.1037/0003-066X.55.1.68.

[14] 1990. *Flow: The Psychology of Optimal Experience*.

[15] Andrzej Marczewski. 2015. *Even Ninja Monkeys Like to Play: Gamification, Game Thinking and Motivational Design*. (1st edición). CreateSpace Independent Publishing Platform, 15. https://www.gamified.uk/gamification-framework/differences-between-gamification-and-games/amp/.

[16] 2022. Los Invasores del Tiempo. (2022). https://play.google.com/store/apps/details?id=com.UGR.LosInvasoresDelTiempo.

[17] Natalia Padilla-Zea, Nuria Medina Medina, Francisco Luis Gutiérrez Vela, Patricia Paderewski Rodríguez, José Rafael López-Arcos, María Pilar Núñez Delgado y José Rienda Polo. 2015. Evaluación continua para aprendizaje basado en competencias: Una propuesta para videojuegos educativos. *IE Comunicaciones: Revista Iberoamericana de Informática Educativa*, 21 (Enero-Junio), 3. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5113266.

[18] 2018. Darfur is Dying. (2018). https://games4sustainability.org/gamepedia/darfur-is-dying/.

[19] 2022. Foldit. (2022). https://fold.it/.

[20] 2021. Full Code - Emergency Medicine Simulation. (2021). https://full-code.com/.

[21] Lynn Horne-Moyer, Brian Moyer, Drew Messer y Elizabeth Messer. 2014. The Use of Electronic Games in Therapy: a Review with Clinical Implications. *Current psychiatry reports*, 16, 520. DOI: 10.1007/s11920-014-0520-6.

[22] 2022. Wii Fit. (2022). https://www.nintendo.es/Juegos/Wii/Wii-Fit-283894.html.

[23] Manuel Martínez. 2011. 'Island', mejor videojuego europeo de salud del Fun&Serious Game Festival. (2011). https://www.lavozdigital.es/cadiz/20111018/sociedad/island-mejor-videojuego-europeo-20111018.html.

Definiendo Mecánicas de Juegos en Experiencias de Juego Sociales Pervasivas

Ramon Valera-Aranguren†
Universidad Centroccidental
"Lisandro Alvarado"
Barquisimeto Lara Venezuela
rvalera@ucla.edu.ve

Patricia Paderewski-Rodriguez
Universidad de Granada
Granada Granada España
patricia@ugr.es

Francisco Luis Gutierrez-Vela
Universidad de Granada
Granada Granada España
fgutierr@ugr.es

Jeferson Arango-López
Universidad de Caldas
Manizales Colombia
jeferson.arango@ucaldas.edu.co

ABSTRACT

La computación pervasiva se ha convertido en pieza clave para construir aplicaciones que utilizan la diversión como componente motivador, esto se debe, entre otras cosas, a que permite explorar nuevos esquemas de interacción al hacer el concepto de espacio y tiempo de juego, ambiguo y confuso. Para lograrlo se usan mecánicas de juego que atraen al participante con elementos innovadores, generando experiencias interesantes y entretenidas. La presente investigación describe la recopilación de un conjunto de mecánicas de juego sociales que funcionan en un ambiente de computación pervasiva. Para facilitar su utilización se han estudiado importantes aspectos como son: los tipos de roles que participan, los esquemas de agrupación e interacción que pueden emplearse y finalmente se ofrece un resumen acerca de algunas mecánicas de juego social que pueden reutilizarse cuando se desee plantear una estrategia de expansión social en una experiencia de juego soportada por computación pervasiva.

CCS CONCEPTS

• Human-centered computing • Collaborative and social computing • Collaborative and social computing theory, concepts and paradigms

KEYWORDS

Game Mechanics, Pervasive Games, Social Gaming Experience, Pervasive Computing

1 INTRODUCCION

Cada vez es más importante la inclusión de actividades de juego en los diferentes ámbitos de nuestra vida. A nivel de tecnología, Marczewski [1] utiliza el término "Game thinking" para referirse al diseño de aplicaciones cuyo objetivo es propiciar en el usuario nuevas experiencias y despertar en ellos distintas emociones y sentimientos, con la incorporación de interfaces de usuario divertidas y mecanismos que involucren elementos de juego. También describe el concepto de aplicación inspirada en juego de acuerdo con el grado de los elementos de juego que contienen y de los objetivos para las que fueron diseñadas, de esta forma existen aplicaciones que tienen interfaces de usuario inspiradas en juegos, aplicaciones gamificadas y sistemas de juego en su máxima expresión.

Todo sistema inspirado en "Game Thinking" debe tomar como factor clave en su diseño la diversión ejercida mediante la actividad de "Jugar". Lo que resalta de Jugar es que es una actividad que nos genera diversión y disfrute y sobre todo altos niveles de motivación. El filósofo Huizinga, ya en el año 1938 en su libro "Homo ludens" [2], ofrece un importante concepto para analizar el proceso de jugar, lo que él denomina el "Círculo Mágico".

La metáfora del círculo mágico presentada por Huizinga [2] es una estructura voluntaria y contractual que define el espacio y tiempo donde el participante se divierte y desarrolla las diversas actividades involucradas en el juego.

En ocasiones, conscientemente se explota la ambigüedad de expandir las fronteras definidas por el círculo mágico de Huizinga, así un usuario no está seguro de lo que es ficción o realidad en el juego, ni del espacio donde se desarrolla, incluso no sabe cuál es su contribución o rol, todo esto representa una importante oportunidad para crear nuevas experiencias y con ello enganchar al usuario bajo la percepción de que cualquier acción u observación en su vida cotidiana puede verse como parte del juego. Montola [3] ofrece una definición para aquellos juegos que rompen este círculo mágico, y afirma que, "los juegos pervasivos son un género de juego que sistemáticamente rompe los límites del juego tradicional. Los límites del círculo mágico se exploran en términos espaciales, temporales y sociales".

Uno de los mayores problemas al analizar los juegos pervasivo, es que el concepto de pervasividad puede ser usado para muchos tipos de experiencias (juegos de rol en vivo, juegos geolocalizados...). Para suplir este problema vamos a partir de los trabajos que se han realizado en el grupo de investigación GEDES de la universidad de Granada relacionados con la conceptualización y caracterización del juego pervasivo [4] que han sido llevados a cabo dentro del proyecto de investigación titulado DISPERSA (Diseño de Juegos Pervasivos Basados en Experiencias de Aprendizaje Sensibles al Contexto) donde se aborda el problema del desarrollo de experiencias de juego pervasivas geolocalizadas [5].

Luego de analizar las experiencias pervasivas geolocalizadas [5], se pudo evidenciar que los dispositivos GPS integrados en equipos móviles con altos poder de cómputo abre un abanico de opciones para diseñar mecánicas de juego sensibles al contexto, es decir, mecánicas con capacidad de traducir acciones directas o indirectas, voluntarias o involuntarias de los participantes en el marco de un espacio físico determinado, la posibilidad de conocer en cualquier instante la posición actual del jugador junto a la posibilidad de desplegar contenido contextualizado permite delimitar áreas geográficas y desplegar en ellas dispositivos físicos (sensores de temperatura, movimiento, iluminación) y elementos virtuales para recoger las acciones del usuario, estos se interpretan como hechos tangibles que tienen un significado en la experiencia de usuario diseñada.

De esta forma la computación pervasiva ofrece el conjunto de elementos tecnológicos necesarios para soportar el desarrollo de la experiencia de juego, esto incluyen todos los avances relacionados con la conectividad, miniaturización y poder de cómputo que una vez desplegados en un espacio físico sirven de intermediarios entre el participante y el mundo real. Se adiciona a esta capa cualquier infraestructura tecnológica con los mecanismos abiertos y estandarizados que permitan actuar sobre ellos o capturar eventos que puedan traducirse e interpretarse como hechos de interés para los participantes en la experiencia de juego.

En el caso específico de juegos con expansión social existen algunos casos de estudio interesantes, Montola [3] por ejemplo le da una gran importancia al rol que juega el espectador y al grado de conciencia que este tiene acerca del juego y al impacto en las mecánicas de juegos utilizadas. De esta manera, es posible que el espectador se convierta en un obstáculo para el jugador, en un testigo de un evento de juego, en el receptor de un mensaje o en un objeto que debe ser coleccionado por los jugadores participantes.

De acuerdo con el rol que juegan en el alcance de los objetivos definidos por el diseñador, los participantes pueden dividirse en jugadores y espectadores, los jugadores están más involucrados en saltar los obstáculos y resolver el conflicto artificial planteado por el diseñador, el espectador por su parte tiene otros intereses y su participación está más relacionada con la interacción con el jugador y a apoyarlo en el logro de los objetivos. Las reglas de participación del espectador pueden ser muy diferentes a las que dirigen la interacción del jugador. Los "juegos expandidos socialmente" también dependen, en un grado determinado, de la expansión temporal y espacial. Montola [3] advierte que los juegos que no rompen la barrera proporcionada por el área y la sesión de juego difícilmente romperán la barrera social. Esto supone que las experiencias de juego sociales pervasivas motivo de esta investigación, requerirán de expansión espacial y temporal y que esto estará soportado por tecnologías asociadas a la computación pervasiva.

El presente articulo está dedicado a analizar y caracterizar las mecánicas de juego social pervasivas, en este sentido, se expone su rol e importancia en el marco de la ejecución de una experiencia de juego, se ofrecen detalles acerca del ambiente donde se ejecutan, los tipos de participantes que intervienen, los esquemas de interacción social que pueden establecerse y se propone un conjunto de mecánicas de juego alineados con esta definición.

El articulo está estructurado de la siguiente manera: La sección 2 analiza la forma en la que el espectador interviene en las experiencias de juego, la sección 3 expone la relación entre objetivos y mecánicas de juego, la sección 4 ofrece una descripción acerca de los tipos de participantes que están involucrados en una experiencia de juego social pervasiva, la sección 5 describe las mecánicas de juegos sociales pervasivas, ofreciendo un resumen acerca de los componentes que la hacen posibles, las formas de organización y de interacción empleadas para direccionar a los participantes, las fases por la que puede pasar una mecánica de juego en ejecución, la sección 6 expone las etapas o fases que de desarrollan cuando se ejecuta una mecánica de juego, la sección 7 ofrece un resumen de algunas mecánicas de juego con expansión social que pueden usarse en un contexto de computación pervasiva, finalmente la sección 8 expone el trabajo futuro y las conclusiones.

2 EXPERIENCIAS DE JUEGO Y EL ESPECTADOR

El aspecto social en una experiencia de juego se refiere a la interacción que realizan los participantes, mediante acciones individuales o grupales, en el marco de las mecánicas diseñadas para alcanzar objetivos específicos. La comunicación, la colaboración y la competencia son algunos de los mecanismos más usados para implementarlas.

Los juegos MMO (Multijugador Masivos Online) son un tipo de experiencia de juego social de muy amplia difusión, en el que un conjunto de jugadores interactúa unos con otros y comparten simultáneamente un mismo mundo de juego abierto, aprovechándose de las bondades de conectividad que ofrece Internet [6]. En este género de juego, se presenta una historia de ficción, donde cada Jugador tiene un avatar que sirve para interactuar con el resto de los participantes y realizar las actividades y retos que les ofrece el sistema a lo largo de las sesiones de juego. En paralelo al sistema de Juego propuesto, se llevan a cabo actividades de socialización que en algunos casos se extiende fuera del mismo, se convocan eventos y reuniones donde comunidades de jugadores convergen para compartir estrategias y conocimiento. Algunas de estas experiencias se desarrollan con equipos móviles y se valen de servicios de

geolocalización para ejecutar actividades enmarcadas en un espacio físico real [7].

La participación de los espectadores en experiencias de juegos es un fenómeno en ascenso que ha despertado mucho interés en la comunidad, esto se manifiesta a través de una cantidad creciente de personas que dedican mucho tiempo a ver transmisiones de video juego ya sea en tiempo real u offline, de allí se presume que existen un conjunto de atractivos y motivadores relacionados a esta actividad que deben tomarse en cuenta a la hora de diseñar algún tipo de experiencia de juego, con la intención de aprovechar sus bondades y valerse de nuevos elementos que hagan la experiencia más atractiva.

Los datos demuestran que en el mundo de los videojuegos, los espectadores [8] cada año tienden a invertir más horas para ver partidas almacenadas o transmitidas en vivo en canales específicos como son: Discord, Facebook Games o Twitch , así mismo, se espera que el tráfico hacia estos portales de streaming crezca sostenidamente hasta 2026, la mayoría de los usuarios que utilizan estos servicios se encuentran en el rango de edad entre los 20 – 39 años, incluso una gran cantidad de usuarios realizan algún tipo de pago para utilizar este tipo de servicio, ya sea mediante una suscripción o por donación.

Seering [9] expone un conjunto de factores motivadores que sirven para explicar la popularidad que ha adquirido este tipo de portales, entre estos, se encuentran la necesidad de ayudar al jugador, de cambiar el curso actual del juego, de aprender, de obtener un beneficio de la observación o simplemente molestar a los jugadores o a otros espectadores.

3 OBJETIVOS Y MECÁNICAS DE JUEGO

Grace [10] expone que una experiencia de juego se construye sobre un conjunto de objetivos que son alcanzables mediante una agenda determinada. Esta temporización es conocida desde el inicio por los participantes o revelada progresivamente conforme se avanza en la experiencia, en este viaje se incluyen un conjunto de significados que sirven para enfrentarse a un conflicto que Grace [10] ha llamado “El Obstáculo”, que, a su vez se convierte en la razón para divertirse y mantenerse enganchado. Grace [10], establece que la estructura mínima que un documento de especificación de experiencias de juego debe tener consiste en al menos dos elementos fundamentales, los objetivos o retos y la forma de alcanzar estos objetivos.

Dentro de un esquema formal de diseño de juegos, el marco de trabajo MDA (Mecánicas, Dinámicas y Estéticas) [11] constituye una importante referencia. Bajo este marco se definen las mecánicas de juego como acciones, comportamientos y mecanismos de control proporcionados al jugador dentro de un contexto de juego, también como lo sugiere Järvinen [12], funcionan como significados que dirigen al jugador en un comportamiento predecible con el fin de obtener los objetivos propuestos.

Un aspecto interesante de las mecánicas es como señala Sicart [13], que se pueden entrelazar y conformar diversos esquemas de interacción, a la vez que pueden ser invocados por agentes (ficticios o reales), con este término referencia a cualquier entidad que actúe sobre el mundo de juego.

Los objetivos son metas que una persona o sistema desea alcanzar. En el marco de un Juego, los objetivos le dan la sensación al jugador de un logro o progresión [9], los objetivos tradicionalmente son cuantificables, con lo cual se pueden medir, de este modo es posible saber cuándo un objetivo se ha alcanzado. En la mayor parte de juegos, hay una relación directa entre objetivos del juego y los retos o puzles que se le plantean al jugador y que generan en la experiencia de resolverlos y avanzar en la resolución final del juego. La retroalimentación en los juegos es un mecanismo muy importante para comunicar al jugador su avance, para ello se pueden usar elemento de juego como son los trofeos, insignias, puntos o retos como desbloquear nuevos desafíos y metas.

Schell [14] explica los principales atributos que deben tener los objetivo para que sean equilibrados y apropiados:

1. Los objetivos deben ser concretos de manera que le quede claro al jugador cuál es el objetivo final del juego.
2. Los objetivos deben suponer un desafío, pero deben ser alcanzables.
3. Los objetivos deben diseñarse de tal manera que el jugador este ansioso por lograrlo y que disfrute luego de que lo haya logrado.
4. Deben existir objetivos del juego a corto y largo plazo.

La relación entre Objetivos, Mecánicas y Elementos de Juego en el marco del Modelo para la construcción de experiencias de juego sociales pervasivas, se puede resumir de la siguiente manera:

1. Los objetivos proponen meta que los jugadores deben cumplir, en esos retos deben alcanzarse mediante su participación en mecánicas de juegos, ellos son el medio para lograrlo.
2. Las mecánicas de juego puede ser una composición de otras mecánicas y componentes de juego.
3. Las mecánicas de juego definidas para una experiencia de juego, puede incluir actividades de trabajo cooperativo y de competencia, entre agrupaciones de jugadores y de espectadores.

Este marco de referencia no sólo puede ser aplicado a sistemas de juego, sino que hoy en día lo vemos aplicado, en todo tipo de sistemas como pueden ser los sistemas gamificados. Por ejemplo, Aparicio [15] propone un método para construir procesos gamificados basado en los objetivos y las mecánicas de juego, en tal sentido, expone el conjunto de elementos necesarios para gamificar un proceso de negocio, inspirándose en la teoría de autodeterminación [16], con esto se hace principal énfasis en satisfacer las necesidades intrínsecas del individuo y mantener la motivación, estas necesidades están relacionadas principalmente con la Autonomía, Maestría y Propósito. En el caso de la Autonomía se refiere al deseo individual de tener control sobre su vida y la ejecución de sus trabajos, maestría se relaciona al deseo de mejorar constantemente y a satisfacción personal

obtenida cuando se superan retos ajustados a su personalidad, por último, el propósito es el conductor de las necesidades intrínsecas del individuo y garantiza la realización personal.
De acuerdo con el método, un proceso gamificado se puede definir ejecutando una secuencia básica de actividades. La primera de ellas consiste en identificar el objetivo principal de la tarea que se desea gamificar. La segunda trata de identificar uno o varios objetivos subyacentes al principal que resulten interesantes para las personas. En la tercera actividad muestra una selección de mecánicas de juego acordes al contexto en el que se esté llevando a cabo el proceso de gamificación. Pero todo el proceso se orienta al diseño y utilización de mecánicas de juego y a la generación de dinámicas divertidas y motivantes que aumenten la efectividad de los procesos gamificados.
SocialPG [17] es un modelo conceptual que describe como las aplicaciones inspiradas en juegos parten de la definición de un conjunto de objetivos y las correspondientes mecánicas para alcanzarlos. Resalta la importancia de un hilo conductor, la narrativa, que está centrada en una época histórica, un libreto con productos de la imaginación, que sirve para dirigir el despliegue de la interacción y las actividades de los participantes, de esta forma, todo se desarrolla en un mundo de juegos que está dirigido por tecnología de computación pervasiva, en este caso, puede ser en mundo real geolocalizado con la presencia de sensores, un mundo virtual creado por tecnologías como la realidad virtual o realidad aumentada o la mezcla de ambos. Los participantes se comunican, trabajan en equipo o de manera individual para ejecutar procesos colaborativos o de competencia, que contribuyen al logro de los objetivos diseñados.

4 LOS PARTICIPANTES

En las experiencias de juego sociales pervasivas existen dos tipos de participantes, diferenciados por el rol que juegan en el alcance de los objetivos definidos por el diseñador. Los jugadores están más involucrados en saltar los obstáculos y resolver el conflicto artificial planteado por el diseñador para de esta forma alcanzar los objetivos esperados. El espectador, por su parte, tiene otros intereses y su participación está más relacionada con su interacción con el jugador y con apoyarlo en el logro de los objetivos. (Ver Figura 1)

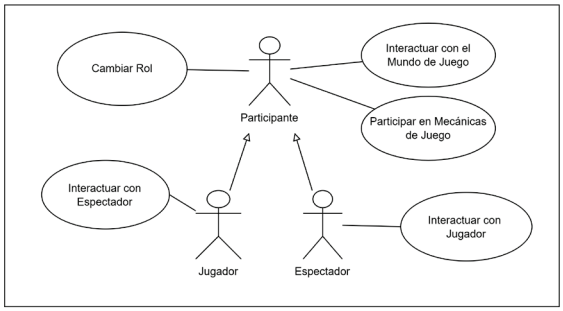


Figura 1: Participantes de una Experiencia de Juego Social Pervasiva.

Los elementos motivadores para ambos tipos de participantes son diferentes, en el caso de los jugadores existen múltiples modelos para describirlos, se suelen tomar como referencia la propuesta de Marczewski [1], que señala que un jugador se mueve por recompensas intrínsecas y extrínsecas y en función a esto configura diversos perfiles (Jugador, espíritu libre, disruptor, filántropo, socializador, triunfador).
Yee [18] enumera un conjunto de factores que motivan a un jugador a participar en una experiencia de juego: Inmersión, Creatividad, Acción, Social, Maestría y Logro, esto sirve para identificar elementos que contribuyan a la participación continua del jugador. En el caso del espectador, Seering [9] identifica algunos perfiles en función a estos factores motivadores que les impulsan a participar. Estos perfiles son:

1. Ayudantes, Asesoran al Jugador para que logre los objetivos del Juego.
2. Buscadores de poder, Participan con el único objetivo de tener un impacto en el Juego, ya que sea que fuera útil o perjudicial para el Jugador.
3. Colaboradores, Se integran con el Jugador y con otros espectadores para apoyar en la finalización del juego.
4. Oportunistas, Estos participantes se centran en obtener beneficios personales del juego, como aprender a usar una nueva herramienta o conocer gente nueva.
5. Trolls. Estos espectadores se enfocan en intimidar y acosar al Jugador.

El nivel de conocimiento que tiene un participante acerca de lo que puede o no hacer dentro del Juego y de cuál es el tipo de rol que juega en un momento, se llama nivel de conciencia. Este se puede aprovechar de distintos modos en diversas mecánicas de juego. Se contempla el intercambio de roles, es decir, en un momento determinado de la experiencia un participante puede ser "Jugador", pero en otro momento, puede transformarse en "Espectador", y viceversa, con esto se incluyen nuevos ingredientes que permitan otros tipos de interacción con la experiencia.

5 MECÁNICAS DE JUEGOS SOCIALES PERVASIVAS

Las mecánicas de juego sociales pervasivas son esquemas de trabajo diseñados para coordinar el esfuerzo de un conjunto de personas (jugadores y espectadores) en el marco de un ambiente de computación pervasiva, donde la diversión se convierte en una prioridad, las actividades se fusionan con el mundo real y el tiempo, en algunos casos, es un continuo, con lo cual puede prolongarse de forma indefinida.

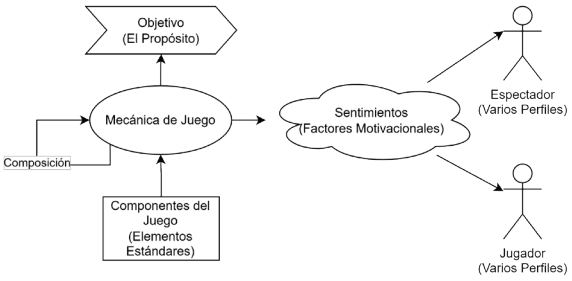


Figura 2: Mecánicas de Juego Social Pervasiva.

El proceso que se propone para la creación de una mecánica consiste en (ver figura 2): el diseñador construye una estructura de objetivos utilizando las definiciones y conceptos relacionados al mundo del juego, propone un conjunto de métricas, de tal manera que cuando se ejecute la experiencia pueda determinarse la diferencia entre los valores deseados y los actuales, con lo cual, si existe una desviación importante entre ellos, deben considerarse acciones que coadyuven a mantener las métricas en los valores propuestos. Es una buena opción utilizar una historia que incluya un conjunto de personajes y de elementos, un relato imaginario que incorpore los objetos que forman parte del mundo del juego y que sirve para colocar en contexto las actividades que deben realizar los jugadores y espectadores.

Schell [14] define la historia como un entramado narrativo donde hay personajes con objetivos específicos y un conjunto de obstáculos interpuestos para que con diversos niveles de esfuerzo puedan ser superados durante las sesiones de juego. Dentro de la historia se incluye un conflicto que debe ser resuelto mediante acciones individuales o grupales en un mundo de juego contextualizado por una época o lugar específico.

El mundo de juego, como lo expresa Adams [19] es un universo artificial, un lugar imaginario en el cual los eventos del juego ocurren. Está compuesto por objetos reales y objetos virtuales sensibles a procesos de interacción. En su conjunto representa el espacio físico, virtual o ambos, donde se desarrollan las mecánicas de juego que involucran a jugadores y espectadores.

El funcionamiento del mundo de juego y de los objetos que lo integran, están soportados por un conjunto de elementos tecnológicos, de relaciones de conectividad entre estos elementos y de procesos de cómputo, que una vez desplegados en un espacio físico sirven de intermediarios entre el participante y el mundo real.

Las mecánicas están conectadas al mundo de juego y describen la forma en que puede realizarse la interacción entre los participantes y los objetos que lo componen, además poseen la lógica necesaria para interpretar cambios de estados que se produzcan como consecuencia de la interacción de los participantes o por condiciones propias del ambiente, de esta manera el diseñador puede incorporar la lógica necesaria para reaccionar en consecuencia y continuar con las actividades de acuerdo a sus intenciones.

5.1 Formas de Organización

Se espera que jugadores y espectadores trabajen en conjunto usando distintos esquemas de organización. Los grupos de trabajo están integrados por jugadores, espectadores o una mezcla de ambos y se pueden utilizar distintos criterios para su conformación, como el estado actual del mundo del juego o el perfil del participante, de esta manera se puede utilizar distintas variables, Ubicación Geográfica, Antigüedad (Tiempo participante en la experiencia), Variables demográficas (Edad, Sexo, Nacionalidad, entre otros), Nivel de Puntos adquiridos en su trayectoria dentro de la experiencia, Medalla o Trofeos logrados (Pueden emplearse cantidades o tipos específicos de premios o trofeos), Cercanía a un objeto del mundo de Juego, Cercanía entre participantes.

5.2 Esquemas de Interacción Social

Cuando se inicia una mecánica de juego social pervasiva, previamente el diseñador ha definido las formas que se desenvolverán las relaciones sociales entre los participantes y se activan formas de interacción basados en la colaboración, comunicación y competencia. En el caso de la colaboración, sirve para sincronizar el esfuerzo de un grupo de participantes hacia el logro de una meta común, si es competencia, se conforman equipos de acuerdo con distintos criterios de selección y los involucrados enfocan los esfuerzos hacia ganar, en el caso de la comunicación, se trata de un esquema de interacción que permite intercambiar mensajes e impresiones entre los involucrados.

Para el caso de la competencia, es posible que se desarrollen esquemas de trabajo en el que los participantes tienen plena conciencia acerca del resto de personas con la que compite, en este caso se llama “competencia directa”, así mismo, puede darse el caso en que el participante desarrolle distintos tipos de actividades en las que está compitiendo con otros similares y no tiene conciencia de ello, lo que se puede llamar como “competencia indirecta”.

6 FASES DE UNA MECANICA DE JUEGO SOCIAL PERVASIVA

Pokémon GO es un videojuego con características de realidad aumentada y geolocalización, que aborda de manera colateral la pervasividad social [20], se crean espacios virtuales geolocalizados llamados Gimnasios, donde los jugadores convergen para desarrollar distintos tipos de actividades, así pueden entrenar o conquistar. Si es para conquistar, los jugadores crean equipos y se inician combates sin conocer siquiera los contrincantes, ganar supone obtener el control y garantiza un espacio donde puedan entrenar los Pokémon y con ello pueden prepararse para enfrentar futuros combates.

Al analizar la mecánica de juego relacionado con la Conquista de un Gimnasio se pueden evidenciar tres etapas bien diferenciadas, una primera etapa que tiene que ver con el proceso de organización de los participantes y las condiciones que deben darse para que pueda iniciar la mecánica, en este caso, puede observarse como un grupo de jugadores pueden, en las cercanías de un Gimnasio, iniciar un proceso de conquista, otra etapa

asociada a las reglas y forma en que se desarrollan las actividades, de esta manera, puede verse la forma en que se ejecutan los combates y como estos inciden para lograr el control sobre un Gimnasio y la última etapa en la que establece una condición de finalización, esto tiene que ver con las métricas relacionadas al mundo de juego que marcan el fin de la ejecución de la mecánica, así tenemos que cuando el nivel de motivación del Pokemon que cuida la entrada al Gimnasio llega a 0 se entrega el control al equipo atacante y finaliza el proceso de conquista.

Valera-Aranguren [21] relata una experiencia de juego social pervasiva llamada AGATHA, construida sobre la base del modelo SocialPG [17] cuyo objetivo es coordinar el trabajo de los participantes para mantener el nivel de salud de un conjunto de criaturas que conviven en un Bosque Medieval, de esta manera, los recolectores trabajan para buscar problemas y sugerir elementos que garanticen que las criaturas estén sanas, los magos por su parte están enfocados a curar los problemas de salud encontrados y velar porque las sugerencias realizadas para que funcionen mejor puedan hacerse. (Ver figura 3)

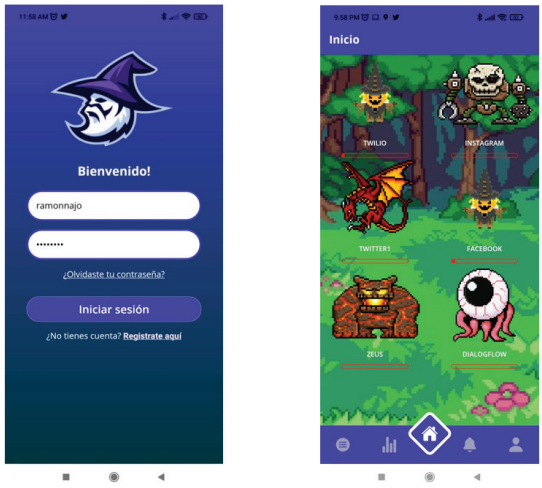


Figura 3: Agatha, Experiencia de Juego Social Pervasiva.

AGATHA presenta un mundo de juego que es compartido por dos tipos de participantes, los usuarios finales (Espectador) y los desarrolladores (Jugador). Los espectadores participarán en retos construidos por el equipo desarrollador bajo la figura de Misiones, esto tiene como objetivo dirigir los esfuerzos de ellos entorno a actividades concretas de comprobación de ciertas condiciones de funcionamiento de la aplicación o para generar oportunidades de mejora bajo escenarios de pruebas particulares. De esta manera, para cumplir con los objetivos dispuestos por el diseñador, una mecánica de juego pasa por un conjunto de 3 etapas, esto es, Activación, en el que se configura las actividades de la misión, Desarrollo en que se convoca a los recolectores para que realicen su trabajo y Finalización en el que los desarrolladores dan por concluido los objetivos planteados y cancelan la ejecución de la misión.

6.1 Activación

La fase de activación está relacionada con las condiciones que deben existir para que se inicie una mecánica de juego, se deben confeccionar métricas que estén relacionadas con el mundo del juego, los participantes y otros elementos existentes, que sirvan para realizar un proceso de medición y análisis de tal forma que sirvan como soporte para tomar la decisión de cuando invocarla y de cómo gestionar su aplicación. Es así como se pueden utilizar distintos criterios para iniciar una mecánica de juego, por ejemplo, la intensión explicita de un participante, la presencia de un grupo de personas en una determinada área geográfica, el estado actual de un objeto que forma parte del mundo del juego, una fecha determinada, entre otros.

La mecánica de juego social en su fase de activación supone la configuración de una sesión de trabajo en la que interactúan los participantes, en este sentido, se conforman grupos de trabajo usando combinaciones de distintos criterios de selección, como la ubicación geográfica, datos demográficos y el rol (Jugador o Espectador).

La interacción social se desarrolla en base a la competencia directa e indirecta y/o la colaboración tanto a nivel de grupos de trabajo como entre los participantes que los conforman. La comunicación se convierte en una herramienta obligatoria para soportar cualquier esquema de trabajo.

El diseñador puede ocultar al participante, el tipo de organización, los objetivos principales y el tipo de interacción social que espera desarrollar, puede ser un inicio lleno de incertidumbre que puede usarse como elemento motivador sobre los retos que pueden reforzar las actividades dentro de los objetivos planteados.

6.2 Desarrollo de las actividades

Una vez configurados los grupos de trabajo y parametrizado el contexto de ejecución de la mecánica, se inician las actividades, el diseñador define y encadena una secuencia de actividades y de acuerdo con distintos criterios se distribuyen entre los participantes. Es muy importante ir evaluando, durante las actividades asociadas a la mecánica, los objetivos planteados, para ello se cuantifican las métricas definidas y se valora la brecha entre la situación actual y la deseada, esto puede derivar en bifurcaciones del flujo de trabajo hacia otra categoría de actividades que rescaten las desviaciones que se produzcan en el alcance de los objetivos.

Los participantes pueden ejecutar distintos tipos de interacciones, ya sea sobre objetos reales o virtuales que están dispuestos en el mundo de juego o sobre otros participantes que forman parte de la experiencia, el diseñador definirá las reglas que condicionan el momento en que interviene cada participante y la forma en que deben interactuar para avanzar en la consecución de los objetivos.

La experiencia debe proporcionar herramientas que sirvan para informar a los jugadores y espectadores el avance logrado en la ejecución de la mecánica de juego, conocer la brecha entre lo planificado y lo logrado puede usarse para disparar estrategias enfocadas a alcanzar los objetivos planteados.

En algunas ocasiones a conveniencia del diseñador, la mecánica de juego es el resultado de encadenar otras más, con ello se pueden reutilizar mecánicas de juego que han sido exitosas en mantener el enganche del jugador y lograr la participación en distintos contextos, por ejemplo, recompensas de puntos, intercambios de activos de juegos, entrega de medallas y trofeos, uso de avatares, conformación de cuadros de lideres, entre otros.

6.3 Finalización

Cuando se alcanzan los objetivos propuestos o se producen condiciones sobrevenidas en el desarrollo de la mecánica, se generan condiciones que señalan la finalización de la mecánica de juego, en este caso, es importante construir las notificaciones, para dar cuenta a los participantes de los logros alcanzados e informar de la finalización de las actividades planificadas.
De acuerdo con las consideraciones del diseñador, el fin de la mecánica puede desembocar en la conclusión de la experiencia de juego o puede ser interpretado como el evento que señala el inicio de otra mecánica de juego asociada.

7 CATALOGO DE MECÁNICAS DE JUEGOS SOCIALES PERVASIVAS

El diseño de una mecánica de juego debe reflejar el objetivo que pretende satisfacer, expresado en un lenguaje que este alineado a la historia y a los conceptos y definiciones relacionados con el mundo de juego. Debe incluir las condiciones de inicio y finalización, la forma de agrupación utilizada, el esquema de interacción social que regirá la participación, las mecánicas de juego adicionales que soporten las actividades de la experiencia y detalles acerca de la secuenciación de actividades que debe cumplir los participantes.
Sobre la base del análisis de distintas experiencias de juegos sociales, como Pokémon GO [20], Agatha [21], The Gopher [22], CityExplorer [23], Eyespy [24] y SPLASH [25], se puede identificar distintos esquemas de organización en los equipo de trabajo, pudiéndose tomar como referencia el nivel de responsabilidad con respecto a los objetivos, la ubicación geográfica de los miembros, entre otros, así mismo, se definen esquemas de trabajos basados en misiones que sirve para canalizar el esfuerzo de los participantes, y competencias, en el que los equipos o sus integrantes interactúan para conseguir un ganador.
Con ello es posible identificar un conjunto de mecánicas que pueden servir de referencia para resolver problemas recurrentes en el diseño de experiencias de juego que incorpore a Jugadores y Espectadores.

1. Crear misiones de espectadores para trabajar en actividades sugeridas y supervisadas por jugadores. Una misión es un conjunto de actividades definidas para dirigir el esfuerzo de un grupo de personas que participan en una experiencia de juego, sirven para establecer las reglas que marcan la forma y el tiempo en que estas deben ejecutarse. De acuerdo a los intereses de los jugadores, pueden confeccionarse misiones que son ejecutadas por espectadores, luego pueden entregarse distintos tipos de recompensas que se usan para construir cuadro de líderes y permitir el intercambio de activos entre los participantes. Los espectadores pueden aportar importantes elementos de información que influyen en el desarrollo de la mecánica y en paralelo desconocer cuales son los competidores rivales con quienes compiten (Competencia Indirecta).
2. Crear misiones para Jugadores, el desarrollo de las actividades viene acompañada de la participación de los espectadores como agentes validadores y de soporte a las actividades. La Misión es creada con el fin de distribuir un conjunto de actividades a un grupo de Jugadores, algunas de las tareas pueden necesitar de distintas formas de contribución o participación de los espectadores, de esta forma pueden ser asesores, un obstáculo o cualquier otro tipo de figura que motive la interacción consciente o inconsciente.
3. Competir entre agrupaciones mixtas conformadas por jugadores y espectadores entorno a metas definidas desde el inicio de la mecánica. El diseñador propone un objetivo que se logra mediante el esfuerzo conjunto de los participantes, se definen grupos de trabajo y restricciones de tiempo, espacio y recursos que marcan la forma en que se ejecutan las actividades, los miembros del equipo se sincronizan para hacer lo necesario que les permita llevarlos a la meta antes que el resto, a lo largo de sus actividades los jugadores interactúan con espectadores que pueden aportar información valiosa de manera consciente o inconscientes.
4. Competir entre grupos de jugadores, con la presencia de un grupo de espectadores. La competencia se desarrolla entre equipos de jugadores que luchan para alcanzar primero las metas propuestas por el diseñador. Los espectadores suelen ver el desarrollo de las actividades y actúan en consecuencia, con lo cual, interactúan con los jugadores de los equipos, aportan elementos de información de valor para el desarrollo de la competencia, emiten comentarios favorables o desfavorables a las acciones que ejecutan los jugadores.

8 CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

El trabajo se centra en describir las características que definen a una mecánica de juego social pervasiva, para ello ofrece un paseo por los principales factores que la propician, entre ellos el mundo del juego y la historia, se establece como se conforma el contexto de ejecución de la mecánica, como se integran con este y se establece las condiciones que deben darse para que se produzcan los distintos tipos de interacción social, resaltando la importancia que juega la computación pervasiva.
Se pudo evidenciar cómo las mecánicas de juegos sociales pervasivas son flujos de trabajo creado por el diseñador para dirigir las actividades del grupo de participantes que intervienen en una experiencia de juego, si se toma como referencia el grado de responsabilidad y contribución que se tienen sobre los objetivos, se pueden identificar dos tipos de roles jugadores y espectadores.
La integración del Espectador supone retos importantes para construir nuevos esquemas de colaboración y competencia, los equipos de trabajo ahora pueden ser homogéneos o mixtos, y puede recurrirse a distintos criterios para construir esta

diversidad, como elementos demográficos, geográficos, género, nacionalidad, entre otros.

La interacción con los espectadores puede partir de necesidades generadas directamente por los jugadores, en este caso, puede requerirse que ciertas metas u objetivos se logren con la participación de los espectadores, en otras ocasiones es el diseñador quien expande las relaciones de competencia y colaboración tradicionales entre los jugadores, usando la información, comentario e interacción de las personas que observan el juego.

Tomando como base la naturaleza de interacción social que puede producirse entre jugadores y espectadores en el marco de una mecánica de juego, se propuso un conjunto de ellas, que a pesar de estar descritas de manera muy general, destacan el tipo de interacción que puede desarrollarse entre los tipos de roles y los objetivos se esperan lograr. De esta manera tenemos esquemas de misiones dirigidas por jugadores, misiones con conformación mixta de par, competencias de equipos mixtos y competencias grupales tradicionales con la participación de espectadores.

Toda experiencia de juego nace como una estrategia para alcanzar un conjunto de objetivos que se instrumentan mediante la ejecución de múltiples mecánicas de juego, el monitoreo constante sirve para garantizar que los esfuerzos estén siempre encaminados a su logro, cualquier desviación importante puede disparar bifurcaciones en el flujo de trabajo que se pueden usar para resolver las debilidades encontradas.

A partir de los tipos de mecánicas de juegos sociales propuestas, se espera ofrecer en futuros trabajos un lenguaje de patrones que ofrezca más detalles acerca de cómo se implementan, con que otras mecánicas puede relacionarse, cual es el contexto en que puedan ser más útiles para el diseñador del juego y en qué momento puede recurrir a ellas, cual es la secuencia de actividades que debe incluir para que se mantenga el enganche del participante, entre otros.

ACKNOWLEDGMENTS

Trabajo financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidad (MCIU), la Agencia Estatal de Investigación (AEI) y la UE (FEDER) a través del contrato PERGAMEX-ACTIVE (RTI2018-096986-B-C32)

REFERENCES

[1] Marczewski, A. (2015). Even Ninja Monkeys like to play. CreateSpace Indep. Publish Platform.

[2] Huizinga, J. (1970). Homo Ludens: a study of the play element in culture. New York: Harper Editions.

[3] Montola, M. S. (2009). Pervasive games: theory and design. Morgan Kaufmann Publishers Inc.

[4] Arango, J., Gutiérrez, F.L., Collazos, C., Moreira F., "Modeling and defining the pervasive games and its components from a perspective of the player experiences", In World Conference on Information Systems and Technologies, pp. 625-635, Springer Verlag, (2018).

[5] Arango, J., Gallardo, J., Gutiérrez, F.L., Amengual,E., Collazos, C. , "GeoPGD: Proposed methodology for the Implementation of Geolocated Pervasive Games", In Proceedings of the XIX International Conference on Human Computer Interaction, ACM Digital Library , (2018).

[6] Barnett, J., & Coulson, M. (2010). Virtually real: A psychological perspective on massively multiplayer online games. Review of General Psychology, 14(2), 167-179.

[7] Laato, S. P. (2019). A review of location-based games: Do they all support exercise, social interaction and cartographical training?. CSEDU (1), 616-627.

[8] Statista. (2022). Statista dossier about live streaming. Retrieved from statista.com: https://www.statista.com/study/108733/live-streaming/

[9] Seering, J. S. (2017). Audience participation games: Blurring the line between player and spec-tator. Conference on Designing Interactive Systems, (pp. 429-440).

[10] Grace, L. (2019). Doing Things with Games: Social Impact Through Play. CRC Press.

[11] Hunicke, R. L. (2004). MDA: A Formal Approach to Game De-sign and Game Research.

[12] Järvinen, A. (2008). Games without Frontiers: Theories and Methods for Game Studies and Design (Doctoral's Thesis). University of Tampere.

[13] Sicart, M. (2008). Designing game mechanics. International Journal of Computer Game Research, Vol. 8, No. 2.

[14] Schell, J. (2019). Tenth Anniversary: The Art of Game Design: A Book of Lenses. AK Peters/CRC Press.

[15] Aparicio, A., Montes, J., & Vela, F. (2016). Analysis of the effectiveness of gamification. APPLEPIES Proceedings, 108-119.

[16] Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2017). Self-Determination Theory. Basic Psychological Needs in Motivacion, Development and Wellness. Londres: Guilford Press.

[17] Valera-Aranguren, R., Rodriguez, P. P., Vela, F. L. G., Arango-López, J., & Moreira, F. (2021, March). SocialPG: Proposed model for building pervasive social play experiences. In World Conference on Information Systems and Technologies (pp. 123-132). Springer, Cham.

[18] Yee, N. (2006). Motivations for Play in Online Games. CyberPsychology & Behavior 9, 772-775.

[19] Adams, E. (2014). Fundamentals of game design. Pearson Education.

[20] Medina, N. M., Gallardo, J., Cerezo, E., Gutiérrez, F., & Arango-Lopez, J. (2021). Hacia una propuesta de evaluación heurística de experiencias de juego pervasivas. Revista de la Asociación Interacción Persona Ordenador (AIPO), 2(2), 42-53.

[21] Valera-Aranguren, R., Rodriguez, P. P., Vela, F. L. G., Arango-López, J., & Moreira, F. (2022). Building a pervasive social gaming experience using SocialPG. Expert Systems, e13023.

[22] Casey, S., Kirman, B., & Rowland, D. (2007, June). The gopher game: a social, mobile, locative game with user generated content and peer review. In Proceedings of the international conference on Advances in computer entertainment technology (pp. 9-16).

[23] Matyas, S., Matyas, C., Schlieder, C., Kiefer, P., Mitarai, H., & Kamata, M. (2008, December). Designing location-based mobile games with a purpose: collecting geospatial data with CityExplorer. In Proceedings of the 2008 international conference on advances in computer entertainment technology (pp. 244-247).

[24] Bell, M., Reeves, S., Brown, B., Sherwood, S., MacMillan, D., Ferguson, J., & Chalmers, M. (2009, April). Eyespy: supporting navigation through play. In Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems (pp. 123-132).

[25] Razikin, K., Tan, K. T., Goh, D. H. L., Chua, A. Y., & Lee, C. S. (2011, April). SPLASH: Perspectives on Mobile Socializing, Playing and Content Sharing. In 2011 Eighth International Conference on Information Technology: New Generations (pp. 873-878). IEEE.

Adultos mayores y tipos de jugadores en sistemas basados en juego: Clasificación basada en sus motivaciones

Johnny Salazar Cardona†
Departamento de lenguajes y sistemas informáticos
Universidad de Granada
Granada, España
jasalazar@correo.urg.es

Francisco Gutiérrez Vela
Departamento de lenguajes y sistemas informáticos
Universidad de Granada
Granada, España
fgutierr@ugr.es

Jeferson Arango López
Departamento de sistemas e informática
Universidad de Caldas
Manizales, Colombia
jeferson.arango@ucaldas.edu.co

Patricia Paderewski
Departamento de lenguajes y sistemas informáticos
Universidad de Granada
Granada, España
patricia@ugr.es

RESUMEN

Los sistemas basados en juego son utilizados tradicionalmente como un medio por el cual los adultos mayores puedan realizar actividad física o entrenamiento cognitivo, a través de dispositivos y tecnologías como son los dispositivos móviles, las consolas con sensores de movimiento como Kinect de Xbox o Nintendo Wii o periféricos hechos a medida. Aunque el propósito de la obtención de beneficios orientados a la salud ya es un motivador importante para los adultos mayores, esta no es la única motivación que se puede usar. No se está aprovechando otro tipo de motivaciones existentes como mecanismo facilitador para mejorar el nivel de interacción entre los juegos y los adultos mayores, debido a que estas motivaciones no están claramente identificadas y no han sido llevadas específicamente a un entorno de juegos digitales. El principal propósito de este artículo es la generación de una caracterización de los tipos de jugadores en la población adulta mayor. La identificación y clasificación de los tipos de jugadores brindará una base que se pueda considerar en futuros diseños de juegos y así lograr experiencias de usuario más ajustadas y agradables. Para lograrlo, se tomó de base resultados previos sobre la identificación de diferentes motivaciones en los adultos mayores, y a partir de esto se logró la caracterización de tipologías específicas de jugadores en adultos mayores, apoyados además en caracterizaciones existentes de tipos de jugadores orientadas a una población general.

CCS CONCEPTS

• **Software and its engineering → Software organization and properties → Contextual Software domains → Virtual worlds software → Interactive games**

KEYWORDS

Adultos mayores, motivaciones, tipos de jugadores, sistemas basados en juego, experiencia de juego.

1 Introducción

Los sistemas basados en juego (SBJ) como son los juegos serios, gamificación, simulación y juegos digitales, son ofrecidos con diferentes propósitos como la diversión, el aprendizaje o entrenamiento. Es común que este tipo de experiencias se encuentren orientadas a un público joven debido a que son los consumidores tradicionales de éstas. La evolución constante que han tenido los juegos digitales ha permitido expandir sus áreas de aplicación, logrando que estas también sean utilizadas por poblaciones de edad avanzada como los adultos mayores, siendo estas personas mayores de 60 años [1]. Esta población representan un alto porcentaje del total de jugadores, siendo estas el segundo grupo más representativo en conjunto con las personas menores de 18 años [2].

Los adultos mayores, al no ser una población nativa digital que haya estado en contacto con juegos de base tecnológica, suponen un reto mayor debido a que en muchas ocasiones deben pasar por procesos de capacitación y aprendizaje con los dispositivos tecnológicos antes de llegar a experimentar una experiencia de juego adecuada. Además, muchas de las experiencias de juego actuales no se encuentran orientadas a esta población, sino a un público más joven con necesidades, características y motivaciones diferentes, llevando al jugador adulto mayor a rechazarlas al no sentirse a gusto con la experiencia de juego ofrecida [3] .

Cuando un adulto mayor interactúa con un SBJ experimenta un conjunto de experiencias que son abordadas desde el campo de HCI (Interacción Humano Computador), haciendo uso de técnicas y herramientas propias de esta disciplina. En el contexto de los juegos, tradicionalmente son utilizadas técnicas de evaluación de la experiencia del jugador frente al SBJ basadas en cuestionarios como son Game Experience Questionnaire (GEQ) [4], Player Satisfaction Need Experience (PENS) [5], System Usability Scale (SUS) [6], entre otros. Estos cuestionarios junto a modelos existentes de tipologías de jugadores como el Hexad [7] o la TE

Pyramid [8] también de propósito general, excluyen a la población adulta mayor debido a que no tienen en cuenta sus particularidades y motivaciones.

En este trabajo se caracteriza los diferentes tipos de jugadores en la población adulta mayor a partir de sus motivaciones. Esto se hace con el fin de brindar mejores experiencias a través del diseño de juegos orientados a los diferentes perfiles de esta población. El documento está organizado de la siguiente manera: En la sección 2 se ofrece una breve descripción de las motivaciones que se han identificado en trabajos anteriores, también se abordan los diferentes modelos de tipos de diversión relevantes actualmente y los modelos de tipos de jugadores existentes pero de propósito general; en la sección 3 se explica de manera detallada la propuesta sobre los perfiles de los tipos de jugador en la población adulta mayor con base a sus motivaciones; finalmente en la sección 4 se expone la discusión, conclusiones y futuras líneas de trabajo.

2 Antecedentes

Las motivaciones de juego para los diferentes grupos generacionales son muy diversas, variando mucho entre los jóvenes y los adultos mayores. Esto es sustentado desde la teoría de la selectividad socioemocional [8] que explica los cambios en las orientaciones y metas sociales de las personas durante su vida, aplicado a la identificación de motivaciones de los adultos mayores en el juego. Estos perciben el tiempo futuro como algo limitado, priorizando así los objetivos emocionales, evitando las experiencias con efectos aversivos presentados en los juegos, como puede ser la presión del tiempo para completar desafíos o la frustración de no logro de retos debido a su alta complejidad, provocando además una sensación de estrés. En cambio, los jóvenes perciben el tiempo como algo ilimitado, priorizan la adquisición de conocimiento y no les importa las experiencias aversivas con limitaciones de duración y alta dificultad, antes esto los impulsa y motiva a jugar [9], [10].

Aunque las motivaciones de los adultos mayores son variadas, existen algunos aspectos particulares que son frecuentes en esta población, permitiendo realizar una caracterización de estos para su mayor comprensión. En general es conocido que las motivaciones pueden ser de tipo intrínseco y extrínseco. La motivación intrínseca nace desde la propia persona, motivándola a realizar diferentes actividades sin necesidad de recibir estímulos externos como podría ser una recompensa. Ese tipo de motivación se enfoca en satisfacer deseos no materiales, como la autorrealización, la diversión y el disfrute en la ejecución de tareas solo por realizarlas. Por su parte, la motivación extrínseca se genera a través de los estímulos que vienen de fuera del individuo, como recompensas e incentivos para la realización de tareas y actividades sin importar que estas sean realmente de su agrado [11].

En el caso de los adultos mayores, se puede decir que, en general, son más relevantes las motivaciones intrínsecas, manifestándose en motivadores como son el estatus, el reconocimiento o en la mejora de la salud tanto física como cognitiva debido a la ejecución de ciertos tipos de juegos enfocados para tal fin [12].

Una investigación relevante previa respecto una propuesta formal sobre una clasificación de los adultos mayores en los juegos digitales es la establecida por Schutter & Malliet [13], la cual propone 5 tipos de jugadores en la población adulta mayor basados en sus necesidades y satisfacciones. Diferente a esa propuesta, la investigación que aquí se presenta se encuentra orientada a una clasificación con base aspectos motivantes que pueden generar estados de diversión en la población adulta mayor, así como las motivaciones intrínsecas y extrínsecas del ser humano.

Tanto las motivaciones intrínsecas como las extrínsecas han sido utilizadas para la generación de tipologías de jugadores con un enfoque general sin distinciones en grupos generacionales, apoyados a su vez de diferentes tipos de diversión enfocados a la exploración de diferentes clases de experiencias.

2.1 Tipos de diversión

Para profundizar en las tipologías actualmente definidas de jugadores se debe comprender que existen diferentes tipos de diversión, debido a que cada perfil de jugador encuentra la diversión en algunas características y particularidades que, aunque no se deben cumplir al detalle, debido a que es algo subjetivo, dan una base sobre los posibles elementos a tener en cuenta para satisfacer las necesidades en una experiencia ofrecida por un SBJ.

La caracterización utilizada de diversión en una de las clasificaciones de tipos de jugadores más utilizadas comprende 4 tipos de diversión: Hard fun, Easy fun, Serious Fun y People fun [14]. Los jugadores buscan una o varias de las características que enmarca cada categoría de diversión, pero con ciertas preferencias centradas según su tipo.

El Hard fun es la diversión que se obtiene por la superación de obstáculos y mediante una experiencia orientada al cumplimiento de metas. Easy fun se orienta en el placer de experimentar experiencias de juego destacando la captación de la atención del jugador por encima de la victoria. Serious fun se enfoca en los sentimientos de bienestar que ofrece la participación en experiencias de juego utilizándolas como terapia. Finalmente, People fun es la diversión obtenida a través de las experiencias sociales ofrecidas al jugar con otros jugadores, interactuando con ellos, compartiendo con amigos, generando rivalidad, cooperación y reconocimiento. Esto también puede ser logrado de forma indirecta, a través de la observación de como otras personas participan del juego, aunque el observador no tenga una participación directa [15], [16].

2.3 Modelos existentes de tipos de jugador

Tradicionalmente, se ha utilizado la definición de los tipos de jugadores establecidos por Bartle en 1996 [17] para tener una caracterización base de jugadores sin importar su edad o su género, enfocándose en sus actuaciones e interacciones con el mundo del juego o con otros jugadores. Este modelo se caracteriza por definir cuatro tipos de jugadores principales: Los asesinos o “killers”, los triunfadores o “achievers”, los socializadores o

"socializers" y los exploradores o "explorers". Pero, este tipo de modelos necesita ser actualizado con el paso de los años para ajustarse a los nuevos contextos y realidades.
Luego Fullerton en el 2014 [18] genero una nueva propuesta con 9 tipos de jugadores: Competidor o "competitor", explorador o "explorer", recolector o "collector", triunfador o "achiever", bromista o "joker", artista o "artist", narrador o "storyteller", interprete o "performer" y director.

Siguiendo la línea de las propuestas anteriores, existen muchas más como un intento por categorizar todos los posibles tipos de jugadores existentes, pero hasta la fecha, las propuestas que han llegado a un mayor detalle y comprensión han sido las propuestas planteadas por Marczewski en el 2013 [7] con una versión final publicada en el 2016 llamada "Modelo Hexad" [19] y la propuesta establecida por Manrique V. llamada "TE (Time - Engagement) Pyramid" [8] como una extensión basada en el Modelo Hexad.

La propuesta establecida por Marczewski logra detallar la relación de los tipos de jugadores a través de su relación con el modelo de motivación RAMP (Model of Intrinsic Motivation) [20], [21] que a su vez se basa en el modelo de la teoría de la autodeterminación o Self Determination theory (SDT) [22] y lo establecido en el libro Drive de Daniel Pink [23]. Por su parte, el modelo propuesto por Manrique logra integrar el concepto propio de diversión, como una relación directa en los tipos de motivaciones, el enganche y el tipo de motivaciones.

3 Propuesta de adultos mayores y sus tipos de jugadores en sistemas basados en juego

Los adultos mayores poseen sus propias características a nivel cognitivo, físico y también respecto a las motivaciones que los impulsan a jugar y disfrutar de las experiencias ofrecidas por los SBJ [24]. En investigaciones anteriores basados en procesos de revisión sistemática se identificaron dichas motivaciones para generar experiencias positivas y divertidas.

Si bien, en general, las experiencias de juego se relacionan con contextos de diversión, esto no necesariamente tiene que ser así, depende del juego presentado y su finalidad. Además, los SBJ que ofrecen algún tipo de beneficio al jugador no tienen como finalidad principal la diversión, siendo esta característica relegada a un segundo plano. Con esto en mente, se establece que la motivación para jugar y la diversión son conceptos diferentes que pueden encontrarse juntos [25], pero esto no siempre sucede debido a que se puede tener la motivación para realizar una actividad por la recompensa o el beneficio que pueda generar, aunque dicha actividad no divierta.

Los adultos mayores tienen gran número de motivaciones debido a que son un grupo heterogéneo [26]–[28] siendo algunas de estas el mantenerse ocupado, la adquisición de conocimientos, la participación o la obtención de algún beneficio [22], [29]–[31]. Para obtener un futuro modelo que incorpore cuáles son los aspectos que motivan a los adultos mayores, se realizó un proceso previo de análisis de trabajos científicos donde se aplicaron experiencias de juego en adultos mayores [32].

A partir de los hallazgos de dicha revisión sistemática fue aplicado la metodología definida por Quiñonez et al [33], en el cual establecen de manera detallada como realizar un proceso formal de definición de heurísticas con su respectiva validación. Todos los hallazgos de la revisión fueron tratados conforme a la metodología, dando como resultado un total de 12 aspectos que ayudan a motivar a los adultos mayores (ver figura 1), siendo representadas en 15 heurísticas y que detallan los elementos que deben incorporarse en el diseño de un SBJ.

Figura 1: Aspectos motivantes en adultos mayores

3.1 Caracterización de tipos de jugadores en adultos mayores

A partir de los diferentes aspectos motivantes identificados en los adultos mayores que los llevan a jugar, y con base en los modelos existentes de referencia sobre los tipos de jugadores en general, se ha establecido la siguiente caracterización de tipologías de jugadores específicamente en adultos mayores. En el proceso de esta caracterización, se identificó que dichos aspectos motivantes se relacionan directamente con las motivaciones humanas establecidas en el modelo RAMP [20], [21] y con los tipos de diversión base de forma equilibrada. La autonomía, la maestría (la cuál pasará a ser llamada Logro debido a que no buscan el dominio en específico), las relaciones y el propósito (la cual será llamada Significado para abarcar una mayor cantidad de motivaciones) se reflejan en los adultos mayores, pero con un enfoque muy diferente al presentado para los jugadores en general.

Es de aclarar, que la forma en que los aspectos motivantes de los adultos mayores respecto a las motivaciones humanas establecidas por el modelo RAMP se dan de la siguiente manera: la motivación y la necesidad humana por relacionarse, se ve reflejado en aspectos motivantes del adulto mayor como la participación, la necesidad de reconocimiento y de interactuar con familiares cercanos, hijos y nietos, obteniendo una experiencia de tipo intergeneracional. A nivel de autonomía los procesos de interacción, la adaptación, personalización y el uso del juego llevan a que el adulto mayor logre experimentar plenamente dicha independencia en sus acciones en los SBJ. En relación con el dominio, puede ser alcanzado a través de la competición, el flujo del juego y la afinidad con sus gustos o intereses. Finalmente, el propósito es presentado al adulto mayor a través de la narrativa que da sentido, utilidad o beneficio obtenido a través de las acciones, otorgando significado y familiaridad.

Cada motivación puede tener un origen intrínseco y extrínseco, y a diferencia del modelo Hexad los adultos mayores no actúan sobre el sistema ni sobre los otros jugadores, solo tienen un proceso de interacción con estos. Además, el concepto de "Disruptivo" no se aplica para esta población, ya que el "cambio" no es un factor motivante para ellos ni buscan afectar negativamente el sistema o a los demás usuarios.

Otro aspecto a resaltar, es que el concepto de "recompensas" obtenidos para su uso interno en el juego como monedas, experiencia o similares no se aplica mucho para esta población (con excepciones), pero sí que suelen buscar "beneficios" orientados a su salud o al bienestar en general [34]. A partir de las conclusiones anteriores, se definieron los siguientes 8 tipos de jugador para el ámbito de los adultos mayores, segmentados en 4 motivadores principales los cuales son el significado, la autonomía, las relaciones y la sensación de logro (ver la figura 2).

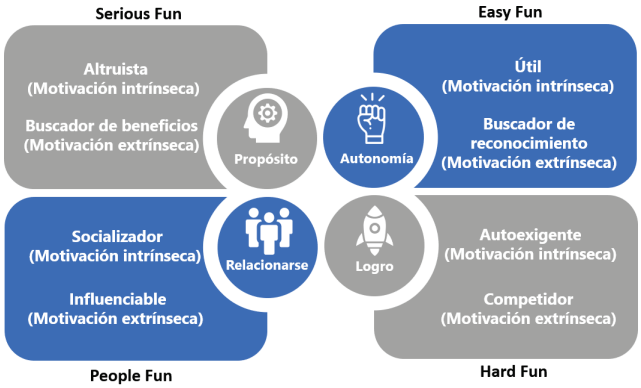


Figura 2: Caracterización de tipos de jugadores en adultos mayores

3.2 Motivación de logro

La motivación del logro en los adultos mayores se da por la necesidad de triunfar en algún campo en particular demostrándoselo a sí mismo y a los demás [16]. Esto es alcanzado con el cumplimiento de metas en un determinado entorno, experimentando una sensación de logro y victoria al superar los diferentes obstáculos presentados.

Aunque les gusta sentir este tipo de sensaciones, no es de su agrado el hacer sentir mal a los demás, es por esto que las tablas de clasificación y visualización pública de resultados no les llama la atención [35]. Esta motivación de logro puede ser alcanzada a nivel intrínseco o extrínseco, cada uno con unas particularidades especificas:

- **Autoexigente (Motivación intrínseca):** Este tipo de jugador es motivado intrínsecamente a partir del deseo de competir consigo mismo demostrándose que puede mejorar aún más con acciones previamente realizadas. En este caso particular las puntaciones para seguimiento sí son interesantes, pero solo como un registro personal sin que estos sean visualizados públicamente. Solo si el juego tiene afinidad con los gustos personales del adulto mayor este buscará una completitud de logros, insignias y el cumplimiento de objetivos. Este tipo de jugador se interesará por la evolución en su rendimiento, siendo esto logrado a partir de acciones repetitivas, con un control sobre la dificultad experimentada con el fin de alcanzar sentimientos de logro, victoria y superación personal lo cual es más importante que la propia experiencia de juego.

- **Competidor (Motivación extrínseca):** Este tipo de jugador es motivado extrínsecamente a partir del estatus obtenido al competir con otros jugadores y ganar. Esto se da en casos muy particulares con personas muy allegadas como la pareja, familiares o amigos y con temáticas con las cuales encuentren gran afinidad, y habitualmente en espacios divertidos y de esparcimiento. Cabe destacar que este comportamiento se encuentra más marcado en el género masculino que en el femenino, pero esto no siempre se cumple. Para este tipo de jugador, la experiencia, aunque relevante, no es lo más importante ya que se centra en la victoria sobre el otro jugador.

3.3 Motivación de relacionarse

Los adultos mayores pueden sentirse motivados por la necesidad de relacionarse, interactuando con otras personas y compartiendo con ellas [36]. Para esto prefieren la presencialidad sobre los juegos online [64], debido a que no quieren adquirir obligaciones adicionales como el tiempo de conexión o el esperar a los demás jugadores a que realicen las acciones correspondientes a su turno [13] [62].

Para este tipo de experiencias predomina la cooperación y colaboración como medio de socialización, trabajando en conjunto con otros con el fin de alcanzar objetivos, pero esto no excluye por completo la competencia sin importar la victoria [37]. Adicionalmente, los adultos mayores prefieren juegos en una misma pantalla compartida con su contraparte, experimentando el mismo campo de visión y evitando así la confusión. Esta necesidad de interacción social puede ser dado a nivel intrínseco y extrínseco, cada uno con unas particularidades específicas.

- **Socializador (Motivación Intrínseco):** Este tipo de jugador es motivado intrínsecamente a partir del deseo de relacionarse con su familia como hijos, nietos, o con amigos cercanos, buscando la aceptación y la compañía. Estos ven el juego como un medio facilitador para lograr este acercamiento y poder socializar con ellos, valorando los procesos de comunicación y diversión, obteniendo un sentimiento propio de bienestar, además de la generación de empatía, afecto positivo y participación. Cuando el socializador participa en un entorno intergeneracional, como por ejemplo con sus nietos, busca que se le trate como un igual donde no

exista el ageismo o busca que se tenga un entorno donde se fomente la eliminacion de estas barreras.

- **Influenciable (Motivación extrínseca):** Este tipo de jugador es motivado extrínsecamente a partir de la influencia social o por el disfrute percibido de otras personas, buscando escapar de la soledad y el aburrimiento. Aquí los jugadores interactúan con personas con pasatiempos similares, buscando actividades sociales adicionales o simples mecanismos de comunicación, intercambiando experiencias frente a un mismo desafío en conjunto o competencia sin interesarles verdaderamente la victoria, generando empatía, afecto positivo y participación.

3.4 Motivación de propósito

El propósito en los adultos mayores es uno de los motivadores más importantes, debido a que da un sentido y relevancia al uso de un SBJ. Si este no solo tiene un propósito de entretenimiento, sino que por ejemplo ve un beneficio en su vida diaria como la salud o la adquisición de conocimientos útiles, se dará un valor agregado a la experiencia obtenida [38].

Este propósito no solo se da en beneficio propio a través de las recompensas externas como enfoque extrínseco, sino también a nivel intrínseco en la empatía que se siente con un ser externo y el deseo interno de ayudarlo [39]. Este no debe ser confundido con el "significado épico" ya que este último se refiere a la motivación de sentir que se trabaja para lograr algo grandioso, algo mucho más grande que el mismo jugador. Esto no quiere decir que el adulto mayor no experimente este tipo de motivación, pero es menos frecuente.

- **Altruista (Motivación intrínseca):** Este tipo de jugador es motivado intrínsecamente a partir del deseo de ayudar a los demás a través de los juegos y conectarse con las personas, contribuyendo de alguna manera a su bienestar con su sabiduría, conocimientos y experiencias de vida, mejorando la experiencia al compartir con los demás. Este tipo de ayuda también puede darse con elementos virtuales como una mascota o una planta virtual, donde se requiera la ayuda del adulto mayor para el buen estado de los elementos virtuales y logrando una empatía con dichos elementos. Para este tipo de jugador altruista la narrativa y la temática son elementos fundamentales que afianzan sus motivaciones personales, ya que este es un mecanismo que da un significado e importancia a la ayuda que brindará. Aunque este tipo de jugador se podría comparar con el tipo "filántropo" definido por Marczewski A. [7], este realmente no tiene sentido en este contexto, debido a que abarca el compromiso y el fomento a todo lo humano en general, lo que implica saber dar (A quién y por qué), mientras que el "altruismo" se enfoca a la preocupación o atención desinteresada por los demás sin una necesidad tan profunda del (A quién y por qué) siendo esta segunda versión, más acorde al contexto del adulto mayor.

- **Buscador de beneficios (Motivación extrínseca):** Este tipo de jugador es motivado extrínsecamente a partir de la utilidad o el beneficio que evidencia al participar en las experiencias de juego, es decir el significado que observa durante la experiencia. El adulto mayor que se identifica con este tipo de jugador normalmente encuentra el significado en procesos de aprendizaje con conocimientos prácticos y transferibles a su vida diaria, como la obtención de bienestar emocional en la liberación del estrés, el agotamiento diario o el mejoramiento o conservación de la salud desde un enfoque cognitivo y físico, buscando además un proceso de autocuidado. Este tipo de jugadores deben ser persuadidos mostrándoles de una forma clara los beneficios que obtendrán al usar el SBJ, generando un proceso de compromiso para generar un enganche con el juego a través de actividades repetitivas con un ritmo ajustado, con procesos de realimentación y de ser posible en compañía para generar una motivación adicional.

3.5 Motivación de autonomía

La motivación de la autonomía en los adultos mayores se da por la necesidad de ser independientes en el que hacer de actividades, y para lograrlo, pueden requerir de una realimentación, apoyo y guías para alcanzar dicha independencia. Además, la autonomía también es buscada debido a la necesidad del adulto mayor por sentirse útil en una situación en la que debido a diferentes factores socio culturales, puede verse aislado, en su entorno familiar y social [40].

Otro aspecto relevante es la necesidad de reconocimiento del adulto mayor en el proceso de logro de dicha autonomía e independencia, siendo esto un elemento que afianza la permanencia de las experiencias en un SBJ convirtiéndose en usuarios independientes en el uso y dominio de las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación), explorando y describiendo por sí mismos lo que la tecnología puede ofrecer a través de la confianza que esto genera. Al igual que los otros tipos de jugador, la autonomía puede ser dada a nivel intrínseco y extrínseco, cada uno con unas particularidades específicas.

- **Útil (Motivación intrínseca):** Este tipo de jugador es motivado intrínsecamente a partir de la necesidad de sentirse útil ya sea aprendiendo cosas nuevas por curiosidad o aplicando sus habilidades actuales. A estos tipos de jugadores les gusta experimentar experiencias que los hagan sentirse orgullosos de sí mismos, superando retos como los procesos de interacción y dominio tecnológico hasta los retos del SBJ, en entornos donde se evite la confusión y la frustración anticipada.

Este tipo de jugador valora el contexto narrativo que le dé un significado de utilidad a las acciones realizadas, dando importancia a sus acciones, con una historia empática, coherente e interesante que no fomente la depresión y el pesimismo, con un personaje que le genere empatía y lo haga sentirse útil. Para lograr todo lo anterior, buscan conocer el proceso lo más completo posible para ejecutarlo y lograr experimentar el sentimiento de utilidad.

- **Buscador de reconocimiento (Motivación extrínseca):** Este tipo de jugador es motivado extrínsecamente a partir del reconocimiento que puede obtener. Este no debe ser confundido con el reconocimiento otorgado a nivel social relacionado con el estatus, sino que está enfocado con la ejecución de acciones que son realizadas por el adulto mayor y que son reconocidas y alentadas por un ente externo como puede ser una persona o el mismo SBJ. Este último puede ofrecerle este sentimiento de reconocimiento a través de diferentes mensajes que alienten al jugador a seguir, ya que se reconocen de forma positiva y alentadora las acciones que se están realizando en el juego. Este tipo de jugador no le interesa en absoluto la victoria inmediata, solo vivir la experiencia y recibir el reconocimiento buscado durante el proceso.

4 CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

El diseño y construcción de SBJ están orientados a un público joven que no se ajusta a las necesidades y particularidades de los adultos mayores, ni a sus motivaciones. Esta investigación ofrece avances en la caracterización de los tipos de jugadores adultos mayores basados en sus motivaciones, ofreciendo una tipología base con diferentes aspectos motivacionales intrínsecos y extrínsecos que deben ser tomados en cuenta para lograr un mayor uso de los juegos digitales por parte de esta población. Con esto, se busca fomentar el envejecimiento activo en los adultos mayores, logrando beneficios a nivel físico, cognitivo y social.

Diferentes modelos existentes como el modelo Hexad, la TE Pyramid, los tipos de diversión y el modelo de motivación RAMP, fueron insumo suficiente como una base desde la cual se lograron caracterizar los diferentes tipos de jugador, a través de resultados previos obtenidos de la identificación de motivaciones en la población adulta mayor. La sinergia que se logró con los resultados previos y estos modelos existentes dan una base sólida para considerar la caracterización realizada de los diferentes tipos de jugadores.

Con el fin de generar un SBJ que divierta a los adultos mayores, se debe considerar abordar todas las necesidades de esta población. Para esto, se pueden abordar las 4 motivaciones intrínsecas básicas de la población adulta mayor, a través de la posibilidad de la interacción social en el juego, ofrecerle medios para ayudar a los demás permitiendo así que se sienta útil, y se le debe ofrecer medios por los cuales el adulto mayor se supere a sí mismo. Luego, se pueden integrar elementos de recompensa para satisfacer las motivaciones extrínsecas, como la obtención de beneficios, el disfrute, el reconocimiento y la sensación de victoria en competencia.

Se debe tener claro que la clasificación de jugadores no es un elemento que limite o encasille a cada adulto mayor, es solo un medio para comprender las motivaciones de los adultos mayores y poder así generar experiencias de juego agradables. Además, según el tipo de juego una persona puede orientarse a un tipo de jugador u otro, o compartir de manera simultánea varias características de estas tipologías. Un ejemplo de esto es que algunos juegos tienen el propósito de destruirlo todo como en Gears of War [41], en otros se debe explorar y crear cosas como Minecraft [42]. Este tipo de enfoques hace que el tipo dominante de un determinado jugador cambie según su contexto.

Otro factor que hace que cambie el tipo de jugador es la experiencia, ya que las motivaciones que hacen que una persona interactúe inicialmente con un SBJ cambie durante este, pasando entre motivaciones de un mismo tipo, de un estado extrínseco a uno intrínseco o viceversa. Para esto se puede tomar por ejemplo el juego Horizon Zero Down [43], el cual puede tener como motivación inicial la exploración de sus vastos paisajes, con elementos dinámicos como el clima y las diversos animales salvajes. Luego con el tiempo, la persona pueda interesarse en mejorar sus habilidades de batalla combatiendo con las diferentes maquinas enemigas, buscando la completitud en los logros y mejorar su sistema de batalla. Estos cambios de motivación se encuentran estrechamente relacionados con los tipos de diversión y se pueden hacer uso de estos para mejorar aún más las experiencias de juego, donde se podría hacer uso de la "Hard fun" antes y después de una determinada victoria, y luego se puede experimentar "Serious fun" haciendo que la sensación de victoria sea más significativa y duradera.

Como trabajo futuro se establece la necesidad de validación formal de la tipología de jugadores planteada, a través de pruebas con adultos mayores haciendo uso de evaluación y correlación de la experiencia de los jugadores o PX (Player eXperience). Además, se hace necesario establecer un modelo más completo que considere no solo los diferentes tipos de jugador, sino una escala que integre generalidades transversales que se deben considerar para generar un engagement y tiempo de dedicación en los SBJ, tanto a un nivel básico para las personas que no son jugadores como para personas con mayor trayectoria, en los cuales se busquen consolidar su interacción con los juegos digitales. Además, se deben generar recomendaciones o guías de diseño para la generación de SBJ con el fin de ajustarse a la mayor cantidad de perfiles de jugadores de esta población.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido apoyado por el proyecto PERGAMEX ACTIVE, Ref. RTI2018-096986-B-C32, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (MCI/AEI/FEDER, UE). Finalmente, queremos agradecer a MINCIENCIAS de Colombia por facilitar los recursos necesarios para la realización de esta investigación.

REFERENCIAS

[1] UNHCR, "Older persons - UNHCR|Emergency Handbook," *2.4*, 2022. https://emergency.unhcr.org/entry/43935/older-persons (accessed Jun. 28, 2022).

[2] ESA 'Entertainment Software Association,' "2019 ESSENTIAL FACTS About the Computer and Video Game Industry," 2019. [Online]. Available: https://www.theesa.com/wp-content/uploads/2019/05/ESA_Essential_facts_2019_final.pdf

[3] T. Broady, A. Chan, and P. Caputi, "Comparison of older and younger adults' attitudes towards and abilities with computers: Implications for training and learning," *Br. J. Educ. Technol.*, vol. 41, no. 3, pp. 473–485, 2010, doi: 10.1111/j.1467-8535.2008.00914.x.

[4] W. A. Ijsselsteijn, D. Kort, and Y. A. W. & Poels, "GAME EXPERIENCE QUESTIONNAIRE," Technische Universiteit Eindhoven, 2013. Accessed: Apr. 08, 2021. [Online]. Available: https://research.tue.nl/en/publications/the-game-experience-questionnaire

[5] S. Rigby and R. Ryan, "The Player Experience of Need Satisfaction (PENS) An applied model and methodology for understanding key components of the player experience," 2004. Accessed: Apr. 08, 2021. [Online]. Available: www.immersyve.com

[6] J. Brooke, "SUS: A 'Quick and Dirty' Usability Scale," in *Usability Evaluation In Industry*, 1995, pp. 207–212. doi: 10.1201/9781498710411-35.

[7] A. Marczewski, "User Types," in *Even Ninja Monkeys Like to Play: Gamification, Game Thinking and Motivational Design*, 1st ed., CreateSpace Independent Publishing Platform., 2015, pp. 65–80. [Online]. Available: https://www.gamified.uk/user-types/#intrinsic

[8] V. Manrique, "Gamification Player Types: The T-E Pyramid," pp. 1–12, 2013, Accessed: Oct. 19, 2021. [Online]. Available: https://www.gamedeveloper.com/design/gamification-player-types-the-time-engagement-pyramid

[9] D. Possler, C. Klimmt, D. Schlütz, and J. Walkenbach, "A Mature Kind of Fun? Exploring Silver Gamers' Motivation to Play Casual Games – Results from a Large-Scale Online Survey," *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 10298, pp. 280–295, 2017, doi: 10.1007/978-3-319-58536-9_23.

[10] L. L. Carstensen, "Evidence for a Life-Span Theory of Socioemotional Selectivity," *Curr. Dir. Psychol. Sci.*, vol. 4, no. 5, pp. 151–162, Jun. 1995, doi: 10.1111/1467-8721.ep11512261.

[11] C. Sansone and J. Harackiewicz, *Intrinsic and Extrinsic Motivation: The Search for Optimal Motivation and Performance*. 2000. [Online]. Available: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=uM10geBB8o4C&oi=fnd&pg=PP1&ots=DDy5f5A07K&sig=lrAo0SsWIa-yW0hnvNX-I0hKhgc&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

[12] A. Devereux-Fitzgerald, R. Powell, A. Dewhurst, and D. P. French, "The acceptability of physical activity interventions to older adults: A systematic review and meta-synthesis," *Soc. Sci. Med.*, vol. 158, pp. 14–23, 2016, doi: 10.1016/j.socscimed.2016.04.006.

[13] B. De Schutter and S. Malliet, "The older player of digital games: A classification based on perceived need satisfaction," *Communications*, vol. 39, no. 1, pp. 67–88, 2014, doi: 10.1515/commun-2014-0005.

[14] N. Lazzaro, "Why We Play Games: Four Keys to More Emotion Without Story," *Play. Exp. Res. Des. Mass Mark. Interact. Entertain. XEODesign*, 2004, [Online]. Available: http://xeodesign.com/xeodesign_whyweplaygames.pdf

[15] S. Syed-Abdul *et al.*, "Virtual reality among the elderly: A usefulness and acceptance study from Taiwan," *BMC Geriatr.*, vol. 19, no. 1, pp. 1–11, 2019, doi: 10.1186/s12877-019-1218-8.

[16] F. H. A. Razak, N. H. C. Azhar, W. A. W. Adnan, and Z. A. Nasruddin, *Exploring Malay older user motivation to play mobile games*, vol. 10645 LNCS. 2017. doi: 10.1007/978-3-319-70010-6_44.

[17] R. Bartle, "HEARTS, CLUBS, DIAMONDS, SPADES: PLAYERS WHO SUIT MUDS," 1996.

[18] T. Fullerton, *Game Design Workshop: A Playcentric approach to creating innovative games*. A K Peters/CRC Press, 2014. doi: 10.1201/b22309.

[19] G. F. Tondello, R. R. Wehbe, L. Diamond, M. Busch, A. Marczewski, and L. E. Nacke, "The gamification user types Hexad scale," *CHI Play 2016 - Proc. 2016 Annu. Symp. Comput. Interact. Play*, pp. 229–243, Oct. 2016, doi: 10.1145/2967934.2968082.

[20] A. Marczewski, "The Intrinsic Motivation RAMP," *Gamified UK*, 2013. https://www.gamified.uk/gamification-framework/the-intrinsic-motivation-ramp/ (accessed Nov. 16, 2021).

[21] "Office of Financial Management, State Human Resources developed.: RAMP model." Office of Financial Management, State Human Resources developed, 2018. [Online]. Available: https://www.ofm.wa.gov/sites/default/files/public/shr/RAMP Handout.pdf

[22] R. M. Ryan and E. L. Deci, "Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being," *Am. Psychol.*, vol. 55, no. 1, pp. 68–78, 2000, doi: 10.1037/0003-066X.55.1.68.

[23] D. H. Pink, "Drive: The surprising truth about what motivates us (summary)," *Distribution*, p. 256, 2009, Accessed: Oct. 18, 2021. [Online]. Available: http://book.douban.com/subject/3885056/

[24] T. T. Cota, L. Ishitani, and N. Vieira, "Mobile game design for the elderly: A study with focus on the motivation to play," *Comput. Human Behav.*, vol. 51, no. PA, pp. 96–105, 2015, doi: 10.1016/j.chb.2015.04.026.

[25] T. Kari, "Exergaming experiences of older adults: A critical incident study," *32nd Bled eConference Humaniz. Technol. a Sustain. Soc. BLED 2019 - Conf. Proc.*, no. June, pp. 639–654, 2020, doi: 10.18690/978-961-286-280-0.34.

[26] S. Sayago, A. Rosales, V. Righi, S. M. Ferreira, G. W. Coleman, and J. Blat, "On the Conceptualization, Design, and Evaluation of Appealing, Meaningful, and Playable Digital Games for Older People," *Games Cult.*, vol. 11, no. 1–2, pp. 53–80, 2016, doi: 10.1177/1555412015597108.

[27] W. IJsselsteijn, H. H. Nap, Y. De Kort, and K. Poels, "Digital game design for elderly users," *Proc. 2007 Conf. Futur. Play. Futur. Play '07*, no. January, pp. 17–22, 2007, doi: 10.1145/1328202.1328206.

[28] L. H. Santos *et al.*, "Pervasive game design to evaluate social interaction effects on levels of physical activity among older adults," *J. Rehabil. Assist. Technol. Eng.*, vol. 6, p. 205566831984444, 2019, doi: 10.1177/2055668319844443.

[29] E. T. W. Seah, D. Kaufman, L. Sauvé, and F. Zhang, "Play, Learn, Connect: Older Adults' Experience With a Multiplayer, Educational, Digital Bingo Game," *J. Educ. Comput. Res.*, vol. 56, no. 5, pp. 675–700, 2018, doi: 10.1177/0735633117722329.

[30] M. V. Birk, M. A. Friehs, and R. L. Mandryk, "Age-based preferences and player experience: A crowdsourced cross-sectional study," *CHI Play 2017 - Proc. Annu. Symp. Comput. Interact. Play*, no. November, pp. 157–170, 2017, doi: 10.1145/3116595.3116608.

[31] S. Subramanian, Y. Dahl, N. Skjæret Maroni, B. Vereijken, and D. Svanæs, "Assessing Motivational Differences between Young and Older Adults When Playing an Exergame," *Games Health J.*, vol. 9, no. 1, pp. 24–30, 2020, doi: 10.1089/g4h.2019.0082.

[32] J. A. Salazar, J. Arango, F. L. Gutiérrez, and F. Moreira, "Older Adults and Games from a Perspective of Playability, Game Experience and Pervasive Environments: A Systematics Literature Review," *World Conf. Inf. Syst. Technol. 2022*, pp. 444–453, 2022, doi: 10.1007/978-3-031-04819-7_42.

[33] D. Quiñones, C. Rusu, and V. Rusu, "A methodology to develop usability/user experience heuristics," *Comput. Stand. Interfaces*, vol. 59, no. November 2017, pp. 109–129, 2018, doi: 10.1016/j.csi.2018.03.002.

[34] K. M. Gerling, R. L. Mandryk, and C. Linehan, "Long-term use of motion-based video games in care home settings," *Conf. Hum. Factors Comput. Syst. - Proc.*, vol. 2015-April, pp. 1573–1582, 2015, doi: 10.1145/2702123.2702125.

[35] K. Seaborn and D. I. Fels, "Gamification in theory and action: A survey," *Int. J. Hum. Comput. Stud.*, vol. 74, pp. 14–31, 2015, doi: 10.1016/j.ijhcs.2014.09.006.

[36] B. De Schutter and V. Vanden Abeele, "Designing meaningful play within the psycho-social context of older adults," *ACM Int. Conf. Proceeding Ser.*, no. December, pp. 84–93, 2010, doi: 10.1145/1823818.1823827.

[37] W. Peng and G. Hsieh, "The influence of competition, cooperation, and player relationship in a motor performance centered computer game," *Comput. Human Behav.*, vol. 28, no. 6, pp. 2100–2106, 2012, doi: 10.1016/j.chb.2012.06.014.

[38] J. A. Brown, "Digital gaming perceptions among older adult non-gamers," *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 10298, pp. 217–227, 2017, doi: 10.1007/978-3-319-58536-9_18.

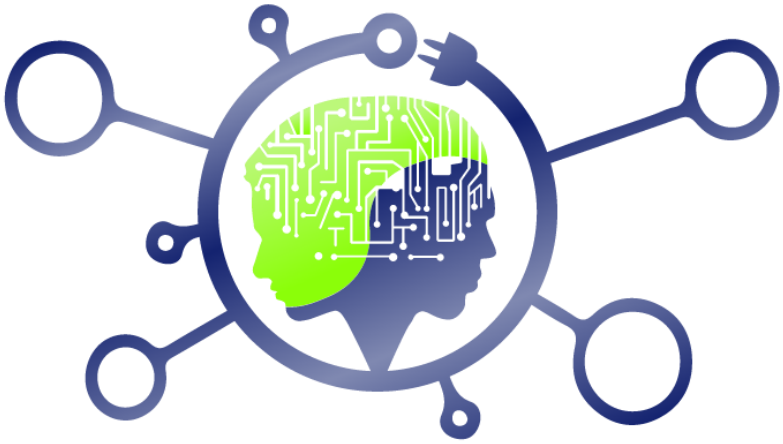
[39] M. Lankes, J. Hagler, F. Gattringer, and B. Stiglbauer, "InterPlayces: Results of an intergenerational games study," *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 10622 LNCS, pp. 85–97, 2017, doi: 10.1007/978-3-319-70111-0_8.

[40] D. Shao and I. J. Lee, "Acceptance and influencing factors of social virtual reality in the urban elderly," *Sustain.*, vol. 12, no. 22, pp. 1–19, 2020, doi: 10.3390/su12229345.

[41] Epic-Games, "Gears of War." Microsoft, 2006. Accessed: Apr. 04, 2022. [Online]. Available: https://gearsofwar.com/es-es/

[42] Mojang-Studios, "Minecraft," 2021. https://www.minecraft.net/es-es (accessed Apr. 04, 2022).

[43] Guerrilla-Games, "Horizon Zero Dawn," *Sony*. https://www.playstation.com/es-es/games/horizon-zero-dawn/ (accessed Oct. 28, 2021).



INTERACCIÓN 2022

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS CORTOS

Historia y evolución del diseño de marcas en relación con el desarrollo tecnológico

Ana Canavese Arbona
Facultad de Bellas Artes
Universitat Politècnica de València
Valencia, España
ancaar1@upv.es

RESUMEN

El nacimiento de Internet produce grandes avances tecnológicos que abren nuevos escenarios para la exposición de las marcas. La velocidad de los cambios en el medio digital obliga a las empresas a adaptarse a las nuevas corrientes estéticas. El presente artículo tiene como objetivo reconocer los hitos que han sido determinantes para las empresas con el fin de identificar la reacción a cada una de estas innovaciones en su despliegue visual y gráfico.

Se analiza cómo la tecnología afecta y modifica la forma de expresión de las identidades corporativas pioneras, la percepción que tienen los consumidores y el modo en el que se relacionan con ellas, con el fin de identificar pautas para la creación de marcas digitales. De esta forma, se concluye que los cambios tecnológicos modifican su resolución gráfica y generan nuevos requisitos y dimensiones de marca que condicionan su desarrollo.

ABSTRACT

The birth of the Internet has produced significant technological advances that open new scenarios for brand exposure. The speed of change in the digital environment forces businesses to adapt to new aesthetic trends. This article aims to identify the milestones that have been decisive for companies to recognise the reaction to the innovations in their visual and graphic display.

We analyse how technology affects and modifies how pioneering corporate identities express, how consumers perceive them and how they relate to them to identify guidelines for creating digital brands. In this way, the conclusion is that technological changes modify their graphic resolution and generate new requirements and brand dimensions that condition their development.

KEYWORDS

Historia, diseño, tecnología, identidad corporativa, internet, digital, marca.
History, design, technology, corporate identity, internet, digital, brand.

1. Introducción

Las innovaciones digitales influyen notablemente en el desarrollo cultural, social y económico, cambiando por completo la forma en que nos comunicamos y relacionamos con el mundo. Cada uno de los hitos tecnológicos trae consigo una ola de prosperidad económica, en la que surgen múltiples compañías que aprovechan esas innovaciones y alianzas científicas y generan nuevos productos basando su propuesta de valor en el medio digital. Las marcas de estas corporaciones abren las puertas de lo que será el medio del crecimiento y desarrollo.

A continuación, se realiza una revisión histórica sobre la evolución de las marcas en relación con los descubrimientos científico-técnicos, con la intención de identificar los hitos que han sido determinantes para su evolución gráfica. A su vez, se analiza cómo estos avances afectan y modifican la forma de expresión de las identidades corporativas pioneras en el sector digital.

1.1. Nacimiento de la marca comercial y evolución a la marca moderna

Con la Revolución Industrial y la mecanización se multiplica la variedad de oferta de productos y, por tanto, la competencia en el mercado. Ante esta saturación de la industria que incrementa la variedad de marcas disponibles, las compañías necesitan diferenciar sus envases a través de lenguajes más recargados y atrevidos. Algunas corporaciones comienzan utilizando complejas ilustraciones para los envases de sus productos, y terminan usándolas como los primeros logotipos de sus marcas, convirtiéndose en los orígenes de la identidad moderna aplicada a producto [1].

Sin embargo, los inicios de la marca moderna llegan con los programas de identidad corporativa. En estos primeros proyectos se comienza a entender a la marca como un ente separado del producto. Una de las primeras en desarrollarlo en 1908 es la Compañía General de Electricidad AEG[1] que tiene la necesidad de cohesionar su identidad aplicada a multitud de productos. Peter Behrens, considerado el padre del diseño industrial, lo implementa a partir de un sistema visual en base a una retícula que le permite adaptar sus diseños a multitud de soportes de una forma consistente y homogénea [2]. Este programa, convertido en referente, se fundamenta en tres componentes clave para los

[1] AEG son las siglas de *Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft*

sistemas de marca implementados décadas más tarde: un logotipo, una tipografía y un sistema de disposición de elementos.

En la primera mitad del siglo XX, las vanguardias artísticas como la Bauhaus, el suprematismo o el constructivismo introducen algunos de los principios visuales que guiarán el diseño gráfico y de marcas en los años posteriores. Pautas como «menos es más» o «la forma sigue la función», el uso de elementos geométricos, la construcción de tipografías y la simplificación de las ilustraciones serán algunos cambios que influenciarán notablemente a las disciplinas gráficas. Asimismo, otro movimiento que repercute de forma destacable es el Estilo Tipográfico Internacional, desarrollado en Suiza. Algunas de las innovaciones que aporta en el campo del diseño son: el uso de la tipografía de palo seco con un carácter más progresista; la utilización de retículas y elementos asimétricos con el objetivo de organizar la información de un modo armónico y unificado; y la presentación de la información visual de forma clara y objetiva [3].

No obstante, uno de los acontecimientos determinantes para la creación de nuevos estilos visuales será la unión de la tecnología con las artes, llevada a cabo por la Bauhaus y continuada en el Estilo Tipográfico Internacional. En este periodo, la evolución de las técnicas de impresión hace que las complejas ilustraciones que acompañan a los productos tengan que simplificarse para mejorar la velocidad y calidad de reproducción. Esto provoca que las gráficas se sinteticen, comenzando a tener una identidad más cercana al símbolo marcario [4].

En la segunda mitad del siglo XX, los años 50 y 60, se convierten en una etapa de crecimiento y asentamiento de los sistemas de marca. Las grandes compañías que operan internacionalmente necesitan patrones gráficos que den coherencia y estabilidad a sus identidades visuales [5]. Los sectores con gran crecimiento tecnológico como el transporte, las telecomunicaciones y las tecnologías de la información son los que mayor demanda tienen y, por lo tanto, más implementan los programas de identidad corporativa por sus requisitos de adaptabilidad y exigencia. En la década de los años 60 hay un especial crecimiento en el sector de las aerolíneas que permite la creación de algunos de los sistemas de marca más emblemáticos de la historia. Algunos ejemplos son: KLM diseñada por F.H.K. Henrion (1961), Lufthansa diseñada por Otl Aicher (1963), el Aeropuerto Glasgow diseñado por Kinneir, Calvert & Associates (1965), Alitalia diseñada por Walter Landor (1967) y American Airlines diseñada por Massimo Vignelli (1969).

La expansión de las grandes multinacionales viene acompañada de un aumento de la publicidad, potenciado por la llegada del televisor. A lo largo de la década de los años 50 se cuadruplicó el gasto bruto anual de la industria publicitaria, lo que permitió en los años posteriores el asentamiento de las nuevas agencias especializadas en marca [6].

1.2. Los inicios de internet y el ordenador personal

El nacimiento de internet y los ordenadores personales serán el punto de partida de una nueva industria que afectará de forma notable al sector del diseño a múltiples niveles. En la década de los años 80, con los ordenadores personales, y en los 90, con la democratización de internet, aparecen los primeros diseños de interfaz con códigos y lenguajes digitales. Como relata Ceruzzi [7], una de las grandes aportaciones de esta época es el diseño de interfaz lanzado en 1984 por la compañía Apple donde se interactúa con los elementos de la pantalla a través de un puntero llamado ratón. Su iconografía, diseñada por Susan Kare, imitaba a los útiles analógicos con el fin de facilitar el entendimiento y la funcionalidad de cada uno de los símbolos, como se observa en la figura 1.

En los años 90, a medida que baja el precio de los ordenadores personales y se empieza a democratizar el acceso a internet, comienzan a desarrollarse multitud de buscadores. No obstante, hay uno que marcará un antes y un después en la industria de la publicidad digital. En 1995 nace Yahoo! y se instaura en pocos años como una de las páginas más visitadas de la red. La compañía, buscando rentabilizar el negocio, crea un programa de suscripción en el que los anunciantes pagan para mostrar *banners*[2]. A partir de esto, nace la publicidad digital, que en 1996

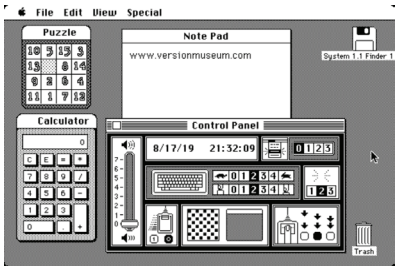


Fig. 1. Mac OS System 1 desktop (1984) [8].

crece hasta alcanzar los 267 millones de dólares de inversión, y que se convertirá en uno de los canales digitales más relevantes para las compañías [9].

En este primer periodo del desarrollo web, también llamado web 1.0, la tecnología, todavía no asentada, y las limitaciones del medio, en proceso de constante cambio, hacen que el diseño quede relegado a un segundo plano, muchas veces desarrollado por los mismos programadores y sin una figura establecida del diseñador de interfaz. Como comenta Pelta [10], la estética dominante de los inicios de internet se basa en la deconstrucción o lo *grunge*[3], calificado como «culto a lo feo». No obstante, «el todo vale» produce una etapa de gran experimentación e innovación, donde algunas de las marcas que comienzan a desarrollar webs corporativas lo hacen desde la perspectiva de descubrir un medio lleno de potencial, sin controlar demasiado las normas y

[2] Publicidad digital realizada a partir de textos, imágenes y elementos interactivos que tiene como objetivo dar visibilidad a un producto o marca.

[3] Proveniente de la jerga inglesa, sinónimo de sucio o desaliñado.

principios de sus sistemas gráficos. Por lo tanto, en estos inicios las interfaces y las identidades de estos primeros productos digitales todavía se observan códigos inmaduros y poco consistentes.

1.3. El nacimiento la interactividad digital, del *smartphone y los sistemas responsive*

Según Statista [11], en el año 2000 el 13% de la población tiene acceso a internet, esta cifra en 2003 aumenta hasta casi el 40%, un incremento que muestra la democratización de esta tecnología. Con el cambio de siglo y el asentamiento de los lenguajes de programación y protocolos, nace la web 2.0 y la proliferación de las redes sociales. Este entorno digital comienza a ser más interactivo y permite una comunicación bidireccional, potenciando el diálogo y la difusión del contenido generado por el usuario. Gracias a estos avances, las compañías tienen acceso a más información, mejores datos acerca de sus usuarios y a las interacciones y reacciones con sus marcas, incrementando el impacto de sus campañas de comunicación frente a la publicidad analógica tradicional [12].

Simultáneamente, el nacimiento del *smartphone*[4] hace que el mundo virtual sea más accesible posibilitando la navegación por internet en cualquier momento y lugar, convirtiéndose en un medio de contacto más directo y personalizado con los cibernautas. Uno de los grandes cambios que posibilita la llegada de los teléfonos inteligentes es la generación masiva de contenidos audiovisuales por parte de los usuarios y la difusión de estos. El acceso a una cámara permite crear contenidos fotográficos y de vídeo a gran escala y compartirlos de forma instantánea a través de las redes sociales que albergan toda la información en la nube [13]. Esto define un nuevo tipo de usuario llamado «prosumidor[5]», el cual del mismo modo que consume contenidos, los produce y los difunde.

La expansión de la tecnología móvil genera nuevas exigencias de adaptabilidad a las diferentes pantallas. A partir de 2010, se asientan conceptos como el *responsive design*[6], el cual busca que los diseños sean flexibles y se amolden al formato del dispositivo en el que se visualizan las páginas web. Desde este momento la figura del diseñador de interfaz se separa de la del desarrollador o programador, y se empieza a demandar esta especialización dentro del sector del diseño.

Junto con la llegada del *responsive* aparece la web 3.0[7], la cual se caracteriza por compartir los datos y la información, antes propiedad de una página, de forma independiente del lugar de visita. Esto permite que el usuario tenga acceso al mismo contenido a través de diferentes canales y dispositivos, como una aplicación instalada en un *smartphone* o una intranet visualizada a través de un ordenador. Desde este momento, se observan códigos gráficos mucho más maduros y consistentes. Las tendencias digitales como el *flat design*, identificada por el uso de colores planos y vivos y grandes caracteres tipográficos, empieza a aplicarse también en el diseño de marcas, influyendo así el medio digital a otros sectores del diseño.

1.4. Internet de las Cosas

A partir de 2015, arranca una nueva ola tecnológica denominada el Internet de las Cosas[8], que consiste en la conexión de objetos cotidianos con la red de internet, digitalizándolos y otorgándoles nuevas propiedades. Como apunta Weldon [15], esta era tiene el objetivo de la digitalización de todo con todo con el fin de automatizar partes de la vida y mejorar la eficiencia en tareas cotidianas. A través de dispositivos inteligentes (*smarthphones*, asistentes de voz, *smartwatches*, etc.) se pueden controlar electrodomésticos antes analógicos, (lavadoras, neveras, lavavajillas, etc.) accionar la domótica de una casa (control de luces, temperatura, etc.) o abrir cerraduras de inmuebles o automóviles mediante el teléfono, entre otras muchas cosas.

Esto repercute en nuevas necesidades de los sistemas de diseño que deben adaptarse a pantallas muy reducidas (*smartwatch*) o de gran formato (*smart TV*), siendo capaces de mostrar información compleja como infografías con estadísticas y datos de uso. Además, se requieren nuevas guías de elementos intangibles como el comportamiento por voz o el tono verbal, utilizados para definir patrones de interacción con el usuario.

1.5. Análisis de marcas digitales

A partir de la revisión histórica realizada se observa que la evolución gráfica de todas estas épocas en el medio digital y las tendencias del momento afectan de forma notable al diseño y, en concreto, a las identidades corporativas. Cabe destacar que esta influencia se percibe especialmente en las grandes compañías digitales que han rediseñado sus logotipos en multitud de ocasiones a lo largo de su historia. Como se visualiza en las figuras 3, 4 y 5, en los primeros logotipos hay una estética donde se intenta generar una imagen efectista utilizando los recursos tendencia del momento influidos por las funcionalidades de programas como el WordArt[9] de Word.

Estos diseños se van refinando y adquieren degradados, sombreados y efectos tridimensionales a medida que se asientan los programas especializados de diseño como Illustrator [18] o Corel Draw, [19], permitiendo el desarrollo nuevos efectos visuales. En cuanto estos programas implementan nuevas funcionalidades y acabados, las marcas se adaptan a estas innovaciones en una búsqueda de perseguir las tendencias estéticas.

[4] Un teléfono móvil con servicios similares a los de un ordenador, pantalla táctil, acceso a internet, funciones multimedia y acceso a aplicaciones.
[5] Concepto creado por Tapscott y Williams en su libro *Wikinomics* (2006) y recogido por van Dijck [14].
[6] En 2011, Marcotte escribe su libro *Responsive Web Design* [16] marcando sus pautas y principios del diseño responsable.
[7] Término acuñado por Jeffrey Zeldman [17].
[8] Internet of Things (IoT).
[9] WordArt fue introducido en el programa Word en 1998.

En el inicio del siglo XXI, con el desarrollo de programas de modelado 3d, se observa la llegada de una tendencia gráfica, muy utilizada por la compañía Apple (Fig. 2), el skeumorfismo. Este estilo pretende traducir los rasgos visuales de los objetos físicos a iconografía, realizando miniaturas hiperrealistas de los elementos en los que se inspira. Como ejemplos están la papelera para el icono de papelera o la clásica imagen de un portafolio para el icono de carpeta. Esta estética que ilustra estos objetos con sombras y perspectivas se traduce también a los logotipos, añadiéndoles un sinfín de detalles y efectos volumétricos.

A partir de 2015, con la llegada de la corriente visual *flat design*, las marcas siguen esta estética y adquieren un estilo más sintético y minimalista, dejando atrás los complejos degradados y efectos 3d. Esto posibilita que las identidades sean más adaptables y fluidas al mejorar su legibilidad y contraste, permitiendo que se puedan reducir y reproducir en multitud de pantallas y soportes físicos de una manera más consistente. Esta corriente no solo se implementa en sus logotipos sino también en su sistema de diseño, visible en las interfaces de cada uno de sus productos.

La digitalización de objetos cotidianos, manejados por *smartphones* o asistentes de voz, abre un nuevo escenario para las marcas. Cada vez más, las identidades corporativas deben adaptarse y ser fluidas en todo tipo de dispositivos y medios, sin

Fig. 2. Evolución de los iconos de papelera de Apple.

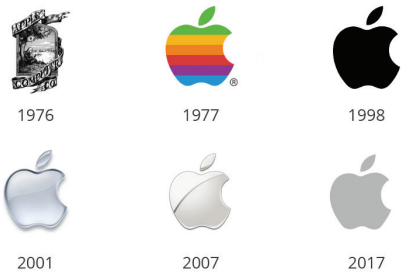


Fig. 3. Evolución del logotipo de Apple.

importar si son físicos o virtuales. Además, deben desarrollar estándares y patrones de comportamiento para nuevas dimensiones sensitivas como la del lenguaje hablado.

Como conclusión, en todo el recorrido realizado se hace evidente la relación de la estética de las marcas con la tecnología emergente en el momento que se crean y se rediseñan. La evolución de la digitalización y los *softwares* de diseño ofrecen innovaciones a lo largo de los años que afectan directamente a las tendencias estéticas y que se traducen en nuevos rediseños de identidades. Los cambios de los logotipos analizados se convierten en un reflejo del contexto digital acontecido en etapas anteriores y generando un vínculo inseparable entre diseño y tecnología.

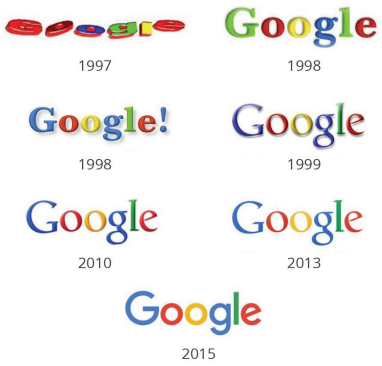


Fig. 2. Evolución del logotipo de Google.

REFERENCES

[1] Costa, J. 2012. *La imagen de marca. Un fenómeno social.* Paidós Diseño. Barcelona, España, p. 85–86.

[2] Pérez, E. M. 2013. *Diseño y aplicación de sistemas de retículas en la realización de proyectos de desarrollo de producto.* Universidad de Zaragoza. Zaragoza, España, p. 35–36.

[3] Meggs B., P., & Purvis W., A. 2009. *Historia del diseño gráfico.* RM. Barcelona, España, p. 356.

[4] García Garrido, S. 2018. *Diseño de Comunicación Corporativa. Marca y Diseño Estratégico.* Experimenta Editorial. Madrid, España, p. 55-57.

[5] Meggs B., P., & Purvis W., A. 2009. *Historia del diseño gráfico.* RM. Barcelona, España, p. 399.

[6] McDonough, J., & Egolf, K. (Eds.). 2002. The Advertising Age. Encyclopedia of Advertising. Fitzroy Dearborn Publishers. Chicago, USA, p. 1533.

[7] Ceruzzi, P. E. 2008. Historia de la informática. *Fronteras Del Conocimiento.* Fundación BBVA. España, p. 121–122.

[8] *17 Years of Classic Mac OS Design History.* n.d.. Version Museum. Retrieved November 18, 2021, from https://www.versionmuseum.com/history-of/classic-mac-os
[Consulta: 2021-11-18]

[9] Alves, B. 2012. Yahoo ! – *The End of the Banner Years.* Universidade Católica Portuguesa. Lisboa, Portugal, p. 9–13.

[10] Pelta, R. 2004. *Diseñar hoy. Temas contemporáneos de diseño gráfico.* Paidós Diseño. Barcelona, España, p. 64.

[11] Internet: porcentaje de usuarios España 2000-2016. 2017. Statista. https://es.statista.com/estadisticas/541774/internet-porcentaje-de-usuarios-en-espana/
[Consulta: 2022-04-05]

[12] van Dijck, J. 2016. *La cultura de la conectividad. Una historia crítica de las redes sociales.* Siglo XXI Editores. Buenos Aire, Argentina, p. 13.

[13] Weldon, M. K. 2016. The future X network: A Bell Labs perspective. In Kindle (Ed.), *The Future X Network: A Bell Labs Perspective.* CRC Press. Boca Raton, FL, USA, p. 336.

[14] van Dijck, J. 2016. *La cultura de la conectividad. Una historia crítica de las redes sociales.* Siglo XXI Editores. Buenos Aire, Argentina, p. 153.

[15] Weldon, M. K. 2016. The future X network: A Bell Labs perspective. In Kindle (Ed.), *The Future X Network: A Bell Labs Perspective.* CRC Press. Boca Raton, FL, USA, p. 12.

[16] Marcotte, E. (2011). *Responsive Web Design* (2014th ed.). A Book Apart. New York, USA.

[17] Zeldman, J. 2006. *Web 3.0.* A List Apart. https://alistapart.com/article/web3point0/
[Consulta: 2021-12-23]

[18] Escada, J. 2022. *History of Adobe: An Infographic (Products & Facts as of 2022).* Illustrator How. https://illustratorhow.com/adobe-history/
[Consulta: 2022-01-04]

[19] CorelDRAW History highlights. n.d. corel.com/img/content/products/cgsx4/anniversary/history/CorelDRAW_History_highlights_EN.pdf

Identifying Requirements for Personal Health Record Software for Patients with a Rare Medical Condition

Juan Pablo Hourcade, Kerry G. Peterman, Elizabeth Chrischilles, Brian Gryzlak, Michael O'Rorke, Danielle Riley and Nicholas Rudzianski
The University of Iowa
Iowa City, Iowa USA
{juanpablo-hourcade, kerry-peterman, e-chrischilles, brian-gryzlak, michael-ororke, danielle-riley, nicholas-rudzianski}@uiowa.edu

Josh Mailman
NorCal CarciNET Community
Ripon, California USA
josh@nextobject.com

ABSTRACT

We present our experience engaging with a group of patients with neuroendocrine tumors (NETs), a rare medical condition, to identify requirements for Personal Health Records (PHR) software to be used as part of a longitudinal research study with people with NETs. We describe our activities over nine online sessions, which resulted in a well-defined set of patient-driven requirements, useful insights on patient perspectives, and a positive experience for the patients who participated. Our experience suggests that the methods we used could be useful to other research teams with similar goals and that it was very valuable to engage patients in identifying requirements for the PHR software.

CCS CONCEPTS

•Human-centered computing ~Human computer interaction (HCI) ~HCI design and evaluation methods •Human-centered computing ~Interaction design ~Interaction design process and methods ~User centered design •Applied computing ~Life and medical sciences ~Health informatics

KEYWORDS

Personal health records, user-centered design, rare health conditions.

1 Introduction

The past 15 years have seen a revolution in the digitization of health records [3, 10, 19]. There are two aspects to this digitization that have been occurring in parallel. One is the advent of electronic health records in hospitals and doctor's offices [3, 19], which are often accompanied by health portals providing patients with access to their health records [9, 14]. The data in these systems almost exclusively originates from hospitals, laboratories, and doctor's offices. The other is patients using technology to capture or record personal health data. This latter aspect has involved automated capture of information (e.g., steps taken from smartwatches or smartphones) [12], the use of smart health devices (e.g., blood pressure monitors that connect with smartphones or computers) [11], and the use of Personal Health Records (PHR) software that enables patients to record information that may otherwise not be tracked (e.g., symptoms) [18, 20].

PHR software has also been proposed as a tool to facilitate medical research (e.g., [5]). Many medical studies require long-term follow-up of patients with self-reported measures. The data collection necessary for such studies has traditionally involved mailing paper questionnaires to patients using the postal system, or calling them on the phone. Using PHR software for the same purpose has the potential of lowering costs by avoiding mailings, transcriptions, or time spent on phone calls, while increasing data quality by avoiding errors in transcription and enabling patients to contribute data when it is most convenient for them [2, 21]. In order for PHR software to successfully play a data gathering role for research studies it needs to provide a valuable service to patients, otherwise patients are less likely to use it [8, 20]. Ideally, PHR software used for research studies would follow a model similar to that followed by free online services: users get a valuable service in exchange for their personal data. The difference in this case is that patients would explicitly consent to provide their data for specific purpose, and the purpose would be medical research.

One specific area of medical research that we believe could benefit from use of PHR software for gathering data from patients is research on rare medical conditions. There is often a need for longitudinal research to better understand the long-term impact of treatments on patients with these conditions [7], and PHR software could play a role in data collection for such research. The challenge is that because they are rare, it is unlikely that there are commercial PHR systems that are a good match for patient needs, unlike the case for more common conditions, such as diabetes. An additional challenge, with rare medical conditions, is that there simply will not be as much information about them and individual doctors are likely to have seen fewer patients with the condition when compared to more common conditions [15]. To address these challenges, we recommend engaging patients in user-centered design activities.

In this paper, we present our experience engaging with a group of patients with neuroendocrine tumors (NETs) [6, 13], a rare medical condition, to identify requirements for PHR software to be used as part of a longitudinal research study with people with NETs. NETs include a broad variety of tumors that appear throughout the endocrine system [6, 13]. We describe our activities over nine online sessions, which resulted in a well-defined set of requirements, useful insights on patient perspectives, and a positive experience for the patients who participated. Our experience suggests that the methods we used could be useful to other research teams with similar goals and that it was very valuable to engage patients in identifying requirements for the PHR software.

2 Research goal

Our research goal was to implement user-centered design methods to identify requirements for PHR software designed for patients with NETs.

3 Method

3.1 Participants

To recruit participants, we contacted patients with NETs through four partnering NET advocacy groups in the United States. We sampled 27 of the patients who expressed interest in participating and invited them to participate in our research activities. Of these patients, 16 attended sessions. The patients included 13 females and 3 males. One participant was between 18 and 40, five between 41 and 60, and ten between 61 and 80 years old. Ten had a college degree and six a postgraduate degree. Twelve reported having used a health portal provided by a healthcare provider and seven reported using software to enter and track health related information.

3.2 Materials and activities

To identify requirements, we divided participants into three groups and conducted three one-hour online sessions with each group using Zoom, for a total of nine sessions. The sessions were conducted between February and March of 2022. We conducted sessions online due to the ongoing COVID-19 pandemic. However, it is possible we may have had to conduct the sessions online regardless due to the fact that NETs are rare (5.25 cases per 100,000 in the United States in 2004 [13]) and it would be difficult to recruit enough patients in a given geographic location.

For the first session, our goal was to obtain ideas for PHR software for patients with NETs without any constraints. After introducing the project and our overall goal, our instructions to patients during the first session were to imagine that there was a superhero that could help them with their medical condition, who could do anything except give them a cure. The idea behind the superhero discussion was to remove any constraints patients could think of with respect to what would be possible with technologies. As patients provided ideas, team members took notes documenting them. When we met with subsequent groups, we started out by getting ideas from them and then going over ideas by previous groups if they had not mentioned them in order to obtain feedback on them.

After conducting the first session with all three groups, two of the researchers wrote down each of the ideas mentioned during sessions in sticky notes. These two researchers then used the sticky notes to group ideas, developing an affinity diagram. The two researchers then used the affinity diagram to produce a hierarchically-organized list of requirements.

This hierarchically-organized list of requirements was the basis for the second session with each group. We used this second session to validate the set of requirements, begin to prioritize them, and obtain more details on the requirements.

The research team met after the second set of sessions to consider both the priorities identified by patients and the practical realities of what we could accomplish within the constraints of the project. Based on these considerations, we identified a set of requirements on which to focus. We then put together an online survey to obtain more details on requirements and further prioritize them. We used the third set of sessions to discuss the results of the survey with each of the groups to better understand the reasons behind survey answers and get a sense for what patients would expect from PHR software that implemented these requirements.

4 Identified requirements

The requirements we identified fell into two categories: information on NETs and tracking condition-related personal information. The types of information in which patients were interested was related to the fact that NETs are rare, there are different kinds of NETs, and research is still ongoing on what are the most effective treatments [6, 13]. Patients thought it important that PHR software provide organized information and advice for new patients, guides to understand medical vocabulary and records, pointers to the latest research, an understanding of the tradeoffs of different treatments, and mental health resources. They also wanted access to dynamic information, such as meetings of support groups, conferences about NETs, access to social media forums, and instructions on accessing information on clinical trials.

In terms of tracking personal information, most patients had a strong interest in tracking symptoms. Some NET symptoms (e.g., diarrhea) have a significant impact on quality of life [13]. Patients had a strong interest in understanding triggers for these symptoms. They therefore wanted to track both symptoms and factors possibly triggering them including consumption of certain foods, medications, episodes of stress, and quality of sleep. They sought to share this information with their medical team, but also be able to visualize patterns with the hope of better understanding triggers for their symptoms.

5 Discussion

5.1 Considerations for rare medical conditions

Our research team had prior experience conducting similar, albeit in person, sessions with patients with more common medical conditions. We noticed some differences between those patients and NETs patients that are worth noting and appear to have to do with the rarity of the condition. Many NETs patients mentioned negative experiences with the medical system involving incorrect initial diagnoses and lack of knowledge about NETs by non-specialist physicians. The doubling of NETs diagnoses in Spain between 2010 and 2015, similar to increased diagnoses in other countries, suggests that many patients may have been initially misdiagnosed [6]. Lack of awareness of NETs by most non-specialist physicians put many patients in the unusual situation of knowing more about their medical condition than many of their non-specialist clinicians.

Many patients also reported a significant amount of complexity in managing care, coordinating care across specialists, and informing non-specialist doctors about their care and needs, although difficulties varied depending on a patient's treating hospital. Examples included managing the scheduling of appointments, sharing medical information across hospitals and doctors' practices, keeping a medical history that spans across all medical offices, providing relevant information to emergency room doctors, and checking on the safety of prescriptions ordered by doctors not specializing in NETs. In our case, the best we can do for patients through PHR software is to provide tips based on best practices identified by patient advocacy groups.

A related issue was that many patients saw themselves as playing an active role in investigating how to better manage their condition. This was in part due to the fact that there are many unknowns and variability across patients in managing NETs [13] and likely also due to negative experiences most patients had with misdiagnoses, which forced them to keep probing for answers.

One area where patients showed a significant amount of interest is mental health. It is understandable that any condition that is not curable and involves symptoms that can have a significant effect on quality of life would impact mental health. In addition to these concerns many patients thought that the fact that NETs affect hormone production [13] impacted their mood, which was important to them. Concerns with mood, however, are not listed as a symptom for NETs on top health websites [1, 16, 17].

5.2 Running sessions online

Given the pandemic context, running sessions online was the obvious choice. However, with a rare medical condition like NETs, it may have been necessary to run the session online anyway due to the small number of patients in any specific geographic area. While we had run similar sessions before with patients with other medical conditions, this was the first time we tried this type of approach online.

We were pleasantly surprised as to how well the sessions went. We used the breakout room feature in Zoom, which helped ensure every participant was able to contribute ideas and feedback. Sessions flowed well, without misunderstandings or awkward pauses. More importantly, several patients mentioned how they enjoyed being part of the activities. They expressed how they valued conversing with other people with NETs, appreciated obtaining valuable information from other patients, and felt that the research team respected and welcomed their opinions.

The superhero activity worked very well to identify a wealth of information from patients, helping us understand a broad range of needs. As we moved from session to session the research team played a role in refining requirements by removing those that were beyond what could be addressed through PHR software, while patients helped us prioritize and gain depth in our understanding of remaining requirements.

Working with three groups of patients worked well too. For each set of sessions, we gathered many ideas and insights from the first two groups. We obtained few if any new ideas from the third group, but the patients in the third group helped us validate and gain greater depth on the ideas from the two other groups. Asking patients to give us feedback through a survey before the last set of sessions helped us have more time available to discuss how patients wanted to enter and visualize data.

Running the sessions online had positive and negative effects in terms of the diversity of patients involved. On the positive side, we had greater geographic diversity, with the 16 patients joining from 12 different states in the United States. At the same time, those who expressed interest in participating in sessions were highly educated when compared to the general population, at least likely due to a minimum level of comfort and familiarity necessary with technology in order to participate. Our experience suggests that extra efforts are likely necessary to incorporate patients with lower technical literacy.

6 Future work

To validate the requirements identified through the sessions described on this paper we are currently conducting a survey sent to 100 NETs patients. We are using the survey to prioritize information and advice to include on the PHR software, identify valuable resources to link to, gauge the level of interest in tracking different types of information (e.g., medication, symptoms, diet), and understand how patients would like to interact with the data they have already entered. Once we have the results of the survey, we will work on developing interactive wireframes for the PHR software using balsamiq [4]. We then plan to conduct more sessions over Zoom with three groups of patients to obtain feedback on the wireframes and iterate on their design. We will use the final wireframes as the basis of the web version of the PHR software, with which we plan to conduct usability testing before deployment.

7 Conclusion

PHR software can be a useful tool to collect data from patients with their permission as part of research studies while providing them with a valuable service. This strategy could be particularly useful for studies of rare medical conditions, where commercial PHR software may not be available and there is often a need to identify the most effective treatments. We presented our

experience identifying requirements for PHR software designed for patients with NETs, a rare medical condition. Through three sets of sessions with three groups of patients we arrived at requirements emphasizing access to information and the ability to track and analyze patterns for symptoms and their possible causes. The online sessions worked well, with patients enjoying the activities and groups of patients validating each other's ideas, resulting in a patient-driven set of requirements. We expect that the methods we used would work well for similar projects.

ACKNOWLEDGMENTS

Research reported in this paper is funded through a Patient-Centered Outcomes Research Institute (PCORI) Award (RD-2020C2-20329).

REFERENCES

[1] 9 things to know about neuroendocrine tumors: *https://www.mdanderson.org/cancerwise/neuroendocrine-tumors--9-things-to-know.h00-159379578.html*. Accessed: 2022-04-21.

[2] Andrikopoulou, E. 2021. *A mixed methods study of electronic personal health record design and use for people with long-term conditions*. University of Portsmouth.

[3] Apathy, N.C., Holmgren, A.J. and Adler-Milstein, J. 2021. A decade post-HITECH: Critical access hospitals have electronic health records but struggle to keep up with other advanced functions. *Journal of the American Medical Informatics Association*. 28, 9 (Sep. 2021), 1947–1954. DOI:https://doi.org/10.1093/jamia/ocab102.

[4] Balsamiq Wireframes - Industry Standard Low-Fidelity Wireframing Software | Balsamiq: *https://balsamiq.com/*. Accessed: 2022-04-21.

[5] Chrischilles, E.A., Hourcade, J.P., Doucette, W., Eichmann, D., Gryzlak, B., Lorentzen, R., Wright, K., Letuchy, E., Mueller, M., Farris, K. and Levy, B. 2013. Personal health records: a randomized trial of effects on elder medication safety. *Journal of the American Medical Informatics Association*. 21, 4 (Dec. 2013), 679–686. DOI:https://doi.org/10.1136/amiajnl-2013-002284.

[6] Darbà, J. and Marsà, A. 2019. Exploring the current status of neuroendocrine tumours: a population-based analysis of epidemiology, management and use of resources. *BMC cancer*. 19, 1 (2019), 1–7.

[7] Griggs, R.C., Batshaw, M., Dunkle, M., Gopal-Srivastava, R., Kaye, E., Krischer, J., Nguyen, T., Paulus, K. and Merkel, P.A. 2009. Clinical research for rare disease: Opportunities, challenges, and solutions. *Molecular Genetics and Metabolism*. 96, 1 (Jan. 2009), 20–26. DOI:https://doi.org/10.1016/j.ymgme.2008.10.003.

[8] Hourcade, J.P., Chrischilles, E.A., Gryzlak, B.M., Hanson, B.M., Dunbar, D.E., Eichmann, D.A. and Lorentzen, R.R. 2011. Design lessons for older adult personal health records software from older adults. *International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction* (2011), 176–185.

[9] Irizarry, T., DeVito Dabbs, A. and Curran, C.R. 2015. Patient Portals and Patient Engagement: A State of the Science Review. *J Med Internet Res*. 17, 6 (Jun. 2015), e148. DOI:https://doi.org/10.2196/jmir.4255.

[10] Jha, A.K., DesRoches, C.M., Campbell, E.G., Donelan, K., Rao, S.R., Ferris, T.G., Shields, A., Rosenbaum, S. and Blumenthal, D. 2009. Use of Electronic Health Records in U.S. Hospitals. *New England Journal of Medicine*. 360, 16 (Apr. 2009), 1628–1638. DOI:https://doi.org/10.1056/NEJMsa0900592.

[11] Kang, M., Park, E., Cho, B.H. and Lee, K.-S. 2018. Recent Patient Health Monitoring Platforms Incorporating Internet of Things-Enabled Smart Devices. *International neurourology journal*. 22, Suppl 2 (Jul. 2018), S76–S82. DOI:https://doi.org/10.5213/inj.1836144.072.

[12] King, C.E. and Sarrafzadeh, M. 2018. A Survey of Smartwatches in Remote Health Monitoring. *Journal of Healthcare Informatics Research*. 2, 1 (Jun. 2018), 1–24. DOI:https://doi.org/10.1007/s41666-017-0012-7.

[13] Kulke, M.H., Benson, A.B., Bergsland, E., Berlin, J.D., Blaszkowsky, L.S., Choti, M.A., Clark, O.H., Doherty, G.M., Eason, J., Emerson, L., and others 2012. Neuroendocrine tumors. *Journal of the National Comprehensive Cancer Network*. 10, 6 (2012), 724–764.

[14] Martínez Nicolás, I., Lê Cook, B., Flores, M., Del Olmo Rodriguez, M., Hernández Rodríguez, C., Llamas Sillero, P. and Baca-Garcia, E. 2019. The impact of a comprehensive electronic patient portal on the health service use: an interrupted time-series analysis. *European Journal of Public Health*. 29, 3 (Jun. 2019), 413–418. DOI:https://doi.org/10.1093/eurpub/cky257.

[15] Nestler-Parr, S., Korchagina, D., Toumi, M., Pashos, C.L., Blanchette, C., Molsen, E., Morel, T., Simoens, S., Kaló, Z., Gatermann, R. and Redekop, W. 2018. Challenges in Research and Health Technology Assessment of Rare Disease Technologies: Report of the ISPOR Rare Disease Special Interest Group. *Value in Health*. 21, 5 (May 2018), 493–500. DOI:https://doi.org/10.1016/j.jval.2018.03.004.

[16] Neuroendocrine tumors - Symptoms and causes: *https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/neuroendocrine-tumors/symptoms-causes/syc-20354132*. Accessed: 2022-04-21.

[17] Neuroendocrine Tumors (NETs): *https://www.webmd.com/cancer/neuroendocrine-tumors*. Accessed: 2022-04-21.

[18] Ozok, A.A., Wu, H. and Gurses, A.P. 2017. Exploring patients' use intention of personal health record systems: implications for design. *International Journal of Human–Computer Interaction*. 33, 4 (2017), 265–279.

[19] Ribelles, N., Alvarez-Lopez, I., Arcusa, A., Chacon, J.I., de la Haba, J., García-Corbacho, J., Garcia-Mata, J., Jara, C., Jerez, J.M., Lázaro-Quintela, M., Leon-Mateos, L., Ramirez-Merino, N., Tibau, A. and Garcia-Palomo, A. 2021. Electronic health records and patient registries in medical oncology departments in Spain. *Clinical and Translational Oncology*. 23, 10 (Oct. 2021), 2099–2108. DOI:https://doi.org/10.1007/s12094-021-02614-9.

[20] Taha, J., Czaja, S.J., Sharit, J. and Morrow, D.G. 2013. Factors affecting usage of a personal health record (PHR) to manage health. *Psychology and aging*. 28, 4 (2013), 1124.

[21] Weitzman, E.R., Kelemen, S., Kaci, L. and Mandl, K.D. 2012. Willingness to share personal health record data for care improvement and public health: a survey of experienced personal health record users. *BMC Medical Informatics and Decision Making*. 12, 1 (May 2012), 39. DOI:https://doi.org/10.1186/1472-6947-12-39.

Evaluación heurística de la interacción persona-robot en entornos industriales

Ainhoa Apraiz Iriarte
Mondragon Unibertsitatea
Spain
aapraizi@mondragon.edu

Ganix Lasa Erle
Mondragon Unibertsitatea
Spain
glasa@mondragon.edu

Maitane Mazmela Etxabe
Mondragon Unibertsitatea
Spain
mmazmela@mondragon.edu

ABSTRACT

En la nueva industria cada vez son más los robots utilizados. Para aprovechar al máximo los beneficios que los robots pueden ofrecer, es necesario generar una interacción fluida y satisfactoria persona-robot, de modo que se refuerce una relación simbiótica entre ambos. Un aspecto clave para el éxito de la Interacción Persona-Robot (HRI) es centrarse en la experiencia de usuario (UX). En este sentido, la evaluación heurística se presenta como una herramienta eficaz, ya que permite identificar problemas de diseño mediante una aplicación sencilla y de bajo coste. El objetivo de este trabajo es desarrollar un nuevo listado de heurísticos para evaluar la HRI en entornos industriales. Se han considerado una serie de dimensiones para constituir el nuevo listado: (i) seguridad, confianza y seguridad percibida, (ii) ergonomía física, (iii) ergonomía cognitiva y emociones, (iv) inclusividad, (v) tipos de interfaces y (vi) tipos de robots y funcionalidades. Para ello, se ha realizado una búsqueda de la literatura y una agrupación de los heurísticos identificados. Finalmente se propone un listado de heurísticos compuesto de los siguientes apartados y que considera en cada una de ellas las dimensiones mencionadas (i) aspectos generales, (ii) funcionalidades y (iii) tipos de interfaces.

CCS CONCEPTS

Human-centered computing • Human computer interaction (HCI) • HCI design and evaluation methods • Heuristic evaluations

KEYWORDS

Human Robot Interaction (HRI), Heuristic Evaluation, User Experience (UX)

1 Introducción

La Industria 4.0 está dirigiendo a un nivel completamente nuevo la automatización de los procesos, redefiniendo así el papel de las personas y alterando los actuales puestos de trabajo hacia formatos aún desconocidos [1]. Aunque el número de robots en la industria manufacturera ha aumentado de forma constante durante varias décadas, la tendencia actual de crecimiento es notable dado el número y la variedad de industrias que utilizan robots. En este contexto, el operador seguirá teniendo gran importancia, por lo que será crucial optimizar la interacción entre la persona y el robot. A diferencia de la automatización estándar, los robots colaborativos (cobots) permiten una interacción más estrecha y segura entre los seres humanos y las máquinas, aprovechando las ventajas de ambas partes.

Para que los robots se conviertan en aliados de los operadores en su día a día, es necesario que obtengan experiencias positivas y de adecuadas atendiendo a su propósito mediante una interacción fluida y satisfactoria. Prati et al. [2] destacan que un aspecto clave para el éxito de la interacción persona-robot (HRI) es centrarse en la Experiencia de Usuario (UX). En efecto, una experiencia negativa podría impedir aprovechar las características de los robots o rechazar la interacción con ellos. Según Prati et al. [2] solo el estudio preciso de la UX desde la fase inicial del diseño puede garantizar una HRI aceptable y agradable, capaz de mejorar también la eficiencia y la eficacia de la interacción. Considerar la forma en que la persona operaria interactúa con el robot y entender su UX es difícil, especialmente en el sector industrial. Para ello, es conveniente adoptar un enfoque estructurado centrado en las personas que ayude a los diseñadores a resolver las cuestiones técnicas teniendo en cuenta las necesidades y capacidades del usuario, utilizando técnicas basadas en la UX.

En un estudio realizado en UXEM (User eXperience Evaluation Methods) por Väänänen-Vainio-Mattila et al. [3], proponen una serie de requisitos necesarios para realizar una buena evaluación de la UX en entornos industriales. A pesar de que afirman que no es posible tener un solo método que cumpla todos los requisitos porque algunos de ellos pueden ser contradictorios o incluso poco realistas, la evaluación heurística cumple con gran parte de ellos. Se trata de una técnica común para identificar rápidamente problemas de diseño por su sencillez, bajo coste y amplia aplicabilidad. El uso iterativo de la heurística es clave para la mejora de espacios de trabajo de HRI [4].

Como se indica en la literatura, es esencial desarrollar métodos de evaluación específicos y detallados para optimizar el diseño de estos puestos de trabajo con robótica colaborativa [5]–[8], teniendo en cuenta las condiciones industriales, las características de los trabajadores y los cobots, así como el nivel de interacción colaborativa. Por ello, en el presente trabajo se recopilan y reagrupan un listado de heurísticos.

2 Evaluación heurística en HRI

La evaluación heurística experta permite conocer si se da un ajuste entre las características de la persona, las características del robot y las características del contexto. Esta evaluación consiste en una lista de verificación que debe rellenarse por un experto en evaluación de interfaces o en robótica.
Las ventajas que ofrece una evaluación heurística son [9]: i) bajo coste, ii) no es necesario una planificación extensa, iii) su amplia aplicación, sobre todo en las fases previas del proceso de diseño, y iv) capacidad de identificar problemas de usabilidad sin necesidad de usuarios.
Existen diferentes listados de heurísticos, como los heurísticos de Nielsen [10] o UXER de Lasa et al. [11] centrados en el campo de Human Computer Interaction (HCI). Por otro lado, también hay estudios que han desarrollado listados de heurísticos específicos para su aplicación en las Human Machine Interface (HMI) industriales. Mazmela [12] y Aranburu [13] proponen listados de heurísticos basándose en las funciones que cumple el HMI.
En el caso de la robótica Qbilat et al. [14] presentan una propuesta de directrices de accesibilidad para la interacción persona-robot (HRI). En el estudio de Gualtieri et al. [15] se desarrolla una recopilación y clasificación de requisitos previos y directrices de diseño. Estas directrices de diseño podrían ayudar a los diseñadores de aplicaciones a desarrollar y evaluar adecuadamente workstations colaborativos de ensamblaje seguras, centradas en las personas y eficientes. Murphy et al. [16] proponen 32 directrices para construir de forma proactiva una buena interfaz persona-robot. Frijns et al. [17] proponen una serie de directrices para el diseño UI de los cobots.
A pesar de que hay diversos listados de heurísticos para evaluar la robótica o los HMIs desde diferentes puntos de vista. En la literatura, no se ha identificado ningún listado de heurísticos específico para la HRI industrial y que considere i) aspectos de seguridad, confianza y seguridad percibida, ii) ergonomía física, iii) ergonomía cognitiva y emociones, iv) inclusividad, v) tipos de robot, y vi) tipo de robot y funcionalidades. En la HRI, el comportamiento del robot influye en la seguridad, la comodidad y la aceptación de la persona del sistema robótico. A continuación, se describen las dimensiones a considerar para un Nuevo listado de heurísticas para evaluar la HRI en entornos industriales.

2.1 Seguridad, confianza y seguridad percibida

La seguridad es el principal reto que se ha de afrontar en HRI [18]. En el contexto de interacción con un robot, la seguridad y el riesgo percibido es un factor determinante, puesto que impacta directamente en el desempeño y en las emociones de la persona. El objetivo intrínseco de la colaboración persona-robot es permitir un contacto directo entre persona y robot eliminando las barreras. Esto debe lograrse de manera segura.
La confianza desempeña un papel importante para la aceptación del robot. Para que un equipo persona-robot logre su objetivo, las personas deben confiar en que el robot protegerá los intereses y el bienestar de todos los demás individuos del equipo [19]. La confianza es importante en este contexto industrial dado que afecta directamente a la disposición de las personas a aceptar la información producida por los robots, a seguir sus sugerencias y a beneficiarse de las ventajas ofrecidas por los sistemas robóticos. En relación con la confianza, la seguridad percibida es un factor importante a tener en cuenta.

2.2 Ergonomía física

Los nuevos entornos robóticos deben ser capaces de prevenir la incomodidad de los trabajadores, así como el agravamiento de las enfermedades relacionadas con las condiciones posturales o físicas en los espacios de trabajo, ya que los trastornos musculoesqueléticos constituyen la mayor categoría de enfermedades relacionadas con el trabajo en muchos países industriales [20].

2.3 Ergonomía cognitiva y emociones

Además de las características de la persona, robot y contexto y el ajuste entre sí, los aspectos experienciales impactan en la aceptación del sistema, es decir, en la usabilidad, en la seguridad y el riesgo percibido, en las emociones y en la percepción de la apariencia. Se han de tener en cuenta aspectos como la carga mental, el estrés físico mental, la aprendibilidad, la utilidad, la eficiencia y el uso intuitivo. La seguridad y el riesgo percibido, a pesar de ser emociones, cobran gran importancia en este contexto, ya que se consideran primordiales para que la satisfacción se dé de la manera óptima [18], [21]. En cuanto a las emociones, se deben tener en cuenta la fiabilidad, la estimulación y la confianza [21]. Finalmente, en cuanto a la apariencia, se debe tener en cuenta el atractivo y la estética visual. Todo ello impacta en el desempeño en términos de eficiencia y en la satisfacción de la persona.

2.4 Inclusividad

Actualmente no todos los robots son accesibles para todas las personas usuarias. Esto se debe a las diferentes características de las personas, ya que los usuarios con discapacidades visuales, auditivas, motrices o cognitivas no se han tenido en cuenta durante la fase de diseño, implementación o interacción, lo que provoca barreras de accesibilidad para las personas que tienen limitaciones [14].

2.5 Tipos de interfaces

Los robots colaborativos pueden ser multimodales, es decir, habitualmente se componen de más de un tipo de interfaz. Por este motivo, el nuevo listado de heurísticos debe estar compuesto de ellos. Las interfaces pueden generar diferentes tipos de comunicación, desde el lenguaje gráfico hasta la comunicación basada en la voz, pasando por el diálogo basado en gestos. Además, los tipos de interfaces cambian teniendo en cuenta lo anterior. Por ejemplo, la comunicación gráfica puede tener lugar utilizando dispositivos específicos (por ejemplo, un monitor o una pantalla táctil), mientras que la comunicación basada en la voz puede utilizar interfaces de lenguaje natural y la comunicación basada en gestos puede utilizar cámaras adecuadas para seguir las manos del ser humano. Tal y como indican Prati et al. [2], según

la tipología de la comunicación, las interfaces persona-robot pueden clasificarse en cuatro categorías principales:

(1) Pantallas visuales (por ejemplo, interfaces gráficas de usuario, interfaces de realidad aumentada).
(2) Gestos (por ejemplo, movimientos faciales y de la mano).
(3) Habla y lenguaje natural (por ejemplo, respuestas auditivas y basadas en texto).
(4) Interacciones físicas y hápticas.

Adicionalmente, existe una falta de directrices establecidas para el control multimodal.

2.6 Tipo de robot y funcionalidades

Al tratarse de un contexto industrial, los robots pueden desarrollar diferentes tipos de funcionalidades. Tal y como plantean Mazmela [12] y Aranburu [13] en sus listados de heurísticos para HMIs industriales, diferencian los mismos según las funcionalidades que realiza el software concreto. En este sentido, se observa la posibilidad de extrapolarlos al contexto robótico industrial. Siendo así, sería adecuado que el listado se constituyera de diferentes tipologías de robot y funcionalidades.

3 Procedimiento para la elaboración del nuevo listado

Quiñones y Rusu [9] recomiendan establecer qué características del dominio objetivo son específicas de la aplicación, identificar las heurísticas existentes que pueden reutilizarse, especificar las heurísticas según la plantilla y validar las heurísticas. La metodología para establecer el listado de heurísticos es la siguiente.

3.1 Búsqueda de la literatura

Para determinar qué directrices de diseño se han propuesto previamente en la literatura, se han recopilado artículos que proponen directrices para el diseño de HRI mediante la búsqueda en las bases de datos (ACM digital library, IEEE Xplore y SpringerLink). Los criterios de inclusión han sido que la publicación estuviera en inglés o español y el marco temporal que se limitó fue 2002-2022. A continuación, se han revisado el título del artículo, el abstract y las palabras clave teniendo en cuenta los criterios de inclusión y de exclusión, y se han recogido las heurísticas de cada uno de los listados identificados.

3.2 Agrupación de las directrices

Tras realizar la búsqueda, se ha realizado la agrupación de las directrices y heurísticos identificados. Estos aspectos de evaluación estarán divididos y clasificados según la funcionalidad, para que así puedan adaptarse a las diferentes variables de control como pueden ser el tipo de interfaz (visual, gestual o voz), el proceso de fabricación, la tipología del robot, etc.

3.2.1 Aspectos generales. Se ha realizado una primera agrupación de los aspectos generales que todos los entornos robóticos industriales deben cumplir. Se identifican los siguientes subaspectos: (i) perceptible, (ii) operable, (iii)ayuda, (iv) seguridad, (v) ergonomía cognitiva e (vi) interfaz.

3.2.2 Funcionalidades. Para definir el listado de heurísticos según las funcionalidades se han agrupado los listados propuestos por Mazmela [12] y Aranburu [13]. Se identifican de este modo los siguientes subaspectos: (i) planning, (ii) setup, (iii) introducción de parámetros, (iv) ejecución, (v) gestión de ficheros, (vi) operation, (vii) monitoring y (viii) soporte y mantenimiento.

3.2.3 Tipo de interfaz. Para definir los heurísticos por tipo de interfaz se han realizado las siguientes agrupaciones: (i) interfaces de voz (ii) interfaces gestuales, e (iii) interfaces gráficas.

4 Conclusiones y líneas futuras

En este estudio proponemos y describimos una agrupación de heurísticos exhaustivo. Se describe un listado que constituye el primer paso a realizar en las experimentaciones. Se propone seleccionar primero las categorías que proceden en cada uno de los casos, y posteriormente ejecutar una serie de tareas para poder conocer mejor el sistema y empatizar con el rol del usuario [22]. Una vez ejecutadas las tareas, el evaluador experto debe responder a cada uno de los aspectos descritos en cada categoría bajo los términos "Aspecto a mejorar" y "No procede". De acuerdo con Aranburu [23], este procedimiento basado en ítems permitirá cuantificar el resultado de la evaluación y medir el grado de mejora de la UX.

El objetivo de la HRI es generar interacciones lo más naturales y efectivas posibles. En este sentido, la HRI habitualmente se suele dar en un entorno multimodal. La interacción se puede dar mediante diferentes canales e interfaces al mismo tiempo, según la dirección de la comunicación, pudiendo ser persona-robot (input) o robot-persona (output). A diferencia de los listados de heurísticos creados hasta el momento, que usualmente tienen en cuenta la interacción mediante una interfaz gráfica, en el entorno HRI se han de tener en cuenta distintos tipos de interfaces considerando que se utilizan de manera conjunta y son complementarias.

El siguiente paso, tal y como indican Quiñones y Rusu [9], es realizar una experimentación para validar el listado que se propone. Se recogerán datos de los participantes para verificar la fiabilidad y validar el listado. Por lo tanto, aunque este artículo se centra en un método subjetivo, los trabajos futuros tienen como objetivo la elaboración y la validación del listado.

REFERENCIAS

[1] S. Waschull, J. A. C. Bokhorst, E. Molleman, and J. C. Wortmann, "Work design in future industrial production: Transforming towards cyber-physical systems," *Computers & Industrial Engineering*, vol. 139, p. 105679, 2020, doi: https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.01.053.

[2] E. Prati, M. Peruzzini, M. Pellicciari, and R. Raffaeli, "How to include User eXperience in the design of Human-

Robot Interaction," *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, vol. 68, p. 102072, Apr. 2021, doi: 10.1016/J.RCIM.2020.102072.

[3] K. Väänänen-Vainio-Mattila, V. Roto, and M. Hassenzahl, "Towards practical user experience evaluation methods," *Meaningful measures: Valid useful user experience measurement (VUUM)*, pp. 19–22, 2008.

[4] E. Clarkson and R. C. Arkin, "Applying Heuristic Evaluation to Human-Robot Interaction Systems.," in *Flairs Conference*, 2007, pp. 44–49.

[5] A. Colim *et al.*, "Towards an Ergonomic Assessment Framework for Industrial Assembly Workstations—A Case Study," *Applied Sciences 2020, Vol. 10, Page 3048*, vol. 10, no. 9, p. 3048, Apr. 2020, doi: 10.3390/APP10093048.

[6] L. Gualtieri, I. Palomba, F. A. Merati, E. Rauch, and R. Vidoni, "Design of Human-Centered Collaborative Assembly Workstations for the Improvement of Operators' Physical Ergonomics and Production Efficiency: A Case Study," *Sustainability 2020, Vol. 12, Page 3606*, vol. 12, no. 9, p. 3606, Apr. 2020, doi: 10.3390/SU12093606.

[7] P. Maurice, V. Padois, Y. Measson, and P. Bidaud, "Human-oriented design of collaborative robots," *International Journal of Industrial Ergonomics*, vol. 57, pp. 88–102, Jan. 2017, doi: 10.1016/J.ERGON.2016.11.011.

[8] A. Colim *et al.*, "Lean Manufacturing and Ergonomics Integration: Defining Productivity and Wellbeing Indicators in a Human–Robot Workstation," *Sustainability 2021, Vol. 13, Page 1931*, vol. 13, no. 4, p. 1931, Feb. 2021, doi: 10.3390/SU13041931.

[9] D. Quiñones and C. Rusu, "How to develop usability heuristics: A systematic literature review," *Computer Standards & Interfaces*, vol. 53, pp. 89–122, Aug. 2017, doi: 10.1016/J.CSI.2017.03.009.

[10] J. Nielsen, "Enhancing the explanatory power of usability heuristics," *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*, pp. 152–158, 1994, doi: 10.1145/191666.191729.

[11] G. Lasa Erle, I. González Ochoantesana, D. Reguera Bakhache, and U. Etxebeste Larrañaga, "UXER: NUEVA HERRAMIENTA PARA LA EVALUACIÓN HEURÍSTICA DE LA EXPERIENCIA EN ENTORNOS INTERACTIVOS Y DIGITALES," 2017.

[12] M. Mazmela Etxabe, "Nuevo modelo para evaluar el nivel de aceptación de las tecnologías desde la perspectiva de la interacción y percepción de usuario," Mondragon Unibertsitatea. Goi Eskola Politeknikoa, 2020. Accessed: Mar. 08, 2021. [Online]. Available: https://hdl.handle.net/20.500.11984/5146

[13] E. Aranburu Zabalo, "Demox: Nuevo modelo de trabajo de diseño y evaluación de la UX en interfases industriales," 2020. Accessed: Apr. 07, 2022. [Online]. Available: http://hdl.handle.net/20.500.11984/1876

[14] M. Qbilat, A. Iglesias, and T. Belpaeme, "A Proposal of Accessibility Guidelines for Human-Robot Interaction," *Electronics 2021, Vol. 10, Page 561*, vol. 10, no. 5, p. 561, Feb. 2021, doi: 10.3390/ELECTRONICS10050561.

[15] L. Gualtieri, E. Rauch, R. Vidoni, and D. T. Matt, "Safety, Ergonomics and Efficiency in Human-Robot Collaborative Assembly: Design Guidelines and Requirements," *Procedia CIRP*, vol. 91, pp. 367–372, Jan. 2020, doi: 10.1016/J.PROCIR.2020.02.188.

[16] R. R. Murphy and S. Tadokoro, "User Interfaces for Human-Robot Interaction in Field Robotics," *Springer Tracts in Advanced Robotics*, vol. 128, pp. 507–528, 2019, doi: 10.1007/978-3-030-05321-5_11.

[17] H. A. Frijns and C. Schmidbauer, "Design Guidelines for Collaborative Industrial Robot User Interfaces," in *IFIP Conference on Human-Computer Interaction*, 2021, pp. 407–427.

[18] V. Villani, F. Pini, F. Leali, and C. Secchi, "Survey on human–robot collaboration in industrial settings: Safety, intuitive interfaces and applications," *Mechatronics*, vol. 55, pp. 248–266, Nov. 2018, doi: 10.1016/J.MECHATRONICS.2018.02.009.

[19] P. A. Hancock, D. R. Billings, K. E. Schaefer, J. Y. C. Chen, E. J. de Visser, and R. Parasuraman, "A Meta-Analysis of Factors Affecting Trust in Human-Robot Interaction:," *https://doi.org/10.1177/0018720811417254*, vol. 53, no. 5, pp. 517–527, Sep. 2011, doi: 10.1177/0018720811417254.

[20] L. Punnett and D. H. Wegman, "Work-related musculoskeletal disorders: the epidemiologic evidence and the debate," *Journal of Electromyography and Kinesiology*, vol. 14, no. 1, pp. 13–23, Feb. 2004, doi: 10.1016/J.JELEKIN.2003.09.015.

[21] A. Meissner, A. Trübswetter, A. S. Conti-Kufner, and J. Schmidtler, "Friend or Foe? Understanding Assembly Workers' Acceptance of Human-robot Collaboration," *ACM Transactions on Human-Robot Interaction (THRI)*, vol. 10, no. 1, Jul. 2020, doi: 10.1145/3399433.

[22] C. Lallemand, V. Koenig, and G. Gronier, "How Relevant is an Expert Evaluation of User Experience based on a Psychological Needs-Driven Approach?," *Proceedings of the 8th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Fun, Fast, Foundational*, 2014, doi: 10.1145/2639189.

[23] E. Aranburu, G. Lasa, J. K. Gerrikagoitia, and J. Kepa, "HEMEI: new user experience evaluation tool for Human Machine Interfaces," 2019, doi: 10.1145/3335595.3335621.

The Atomic IUI: A Framework for Intelligent User Interfaces

Angel Puerta
RedWhale IUI Technologies
Cupertino, CA USA
angel.puerta@redwhale.com

ABSTRACT

In this paper, we introduce a general-purpose framework to enable intelligent interaction in user interfaces (UIs). Although over the last three decades many examples of intelligent user interfaces (IUIs) have been developed and demonstrated at the research level, intelligent interaction is not present in a meaningful way in mainstream software applications. Most intelligent interaction applications are a one-off implementation with a special purpose architecture and methodology. In the case of model-based systems, where a certain level of generality exists, a major impediment for mainstream use remains in that in this type of systems software engineers must maintain the user interface in synchronization to an interaction model, which makes development time-consuming and costly. There is a lack of architectures and methodologies that would support a range of applications of intelligent interaction in an efficient, engineering-driven manner.

We introduce the Atomic IUI framework with the purpose of providing a widely available architecture and methodology for intelligent user interface design, development, and run-time execution. Atomic IUIs have the following four characteristics: (1) The reasoning knowledge about the IUI is de-coupled from the design and implementation of the UI itself, (2) The basic units of the intelligent interface, the Atoms, have a flexible granularity that allows them to encapsulate interface elements into units or groups, (3) The Atoms can be organized into any structure, such as a hierarchy or a network at the discretion of the knowledge engineer, and (4) A communication protocol is established between a reasoning engine and a running user interface.

In this paper, we describe the elements of the Atomic IUI framework, we introduce the basic architecture that supports the framework, we discuss the operation of Atomic IUIs, and we define a research path moving forward.

CCS CONCEPTS

• Human-centered computing → Human computer interaction (HCI) → HCI theory, concepts and models.

KEYWORDS

Intelligent user interfaces, model-based systems, software engineering frameworks

1 INTRODUCTION

The last decade has seen a resurgence of the field of Artificial Intelligence (AI) and consequently of the number of software applications based in whole or in part on AI technologies. A simple perusal of mainstream news websites can attest to that trend. In turn, the more-focused field of Intelligent User Interfaces has not seen a comparable acceptance and increase of production. One barrier may be that we do not have a clear definition of what an intelligent user interface is [5]. An additional barrier may be due to the lack of frameworks that support the development of IUIs [1].

One of the areas of study that has placed considerable emphasis on developing a framework for IUIs is that of *model-based systems* [3]. In those systems, the primary driver of knowledge and reasoning is a declarative model of a user interface. Although there are variations in the structure of such models, as presented by different researchers, the basic elements of UI models are well known and have been established for some time [4].

Model-based systems have been used primarily to automatically generate user interfaces [4, 5], or, to a lesser extent, to dynamically modify a user interface at run-time based on, for example, user models [2]. Towards those functions, these systems depend on a tight coupling between the declarative UI model and the concrete, running user interface. Such coupling presents two fundamental problems that may be unsurmountable. First, a development-and-maintenance cycle is created between the model and the concrete UI. This cycle results on a burden on developers. Second, the use of declarative models greatly reduces (in practice,

although perhaps not theoretically speaking) the opportunities for creativity in the design of the UI from a purely aesthetical and artistic point of view. However, in the highly competitive world of software applications, those creative values are paramount to the organizations behind those applications.

We hypothesize that a key in the creation of effective frameworks for IUIs can be found on the *de-coupling* of the reasoning about a UI from the design and development of the UI itself. To that goal, we introduce in this paper the Atomic IUI framework and discuss its concept, structure, and operation. In the next section, we discuss the concept of an IUI Atom while in subsequent sections we present the architecture of the framework, describe its characteristics, and define the research path and future work for the framework.

2 IUI ATOMS

For the purposes of this research, an Intelligent User Interface is defined as an adaptive interactive system that can modify its behavior, presentation properties, workflow, and organization based on knowledge about its users, tasks, data, and environment. By behavior, we mean to include that the IUI may be self-adaptive. In contrast, modification of content displayed or communicated by the UI is not considered to be the realm of this framework.

An *IUI Atom* is the most basic element of an Atomic IUI. The Atom concept is taken in its original meaning as an indivisible element of a larger structure (obviously, from before sub-atomic particles were identified).

IUI Atoms can encapsulate one or more elements of a UI implementation (see Figure 1). The granularity of such atoms is at the discretion of the knowledge engineer and may or may not follow the organization of the UI implementation. For example, a user interface with hundreds of widgets and components may have only a handful of atoms defined for reasoning purposes.

Atoms have three basic properties:

1. **Presence**. This property is a binary value that indicates whether an atom is present in a user interface at a given moment.
2. **Presentation properties.** This property group may encompass any property that affects the presentation characteristics of an atom in a user interface at a given moment. Presentation properties are generally property-value pairs.
3. **States**. This property represents all the status values that an atom can manifest. A state can be as simple as an enable/disabled condition, or as arbitrarily complex as defined by a knowledge engineer.

Atoms can be organized into any type of structure, for example a hierarchy or a network. The choice of structure is driven by the requirements for reasoning about the user interface and is completely independent of the structure of the user interface itself, the latter being a structure ideal for the implementation and running of such interface.

Figure 1: Two possible UI Atoms representing the flexible granularity of IUI Atoms: A watchlist and a finder box.

3 ATOMIC IUI ARCHITECTURE

Figure 2 illustrates the Atomic IUI Architecture, which is detailed in the following sections.

3.1 The IUI Engine

The central component of the architecture is an IUI engine that performs reasoning about the user interface at runtime. From a purely architectural point of view, the engine could be any algorithm that provides the desired reasoning capabilities. For our specific implementation, we include three components: a Declarative Model, an Atomic Structure, and a Reasoning Module.

Declarative Model. This is a model in the category of traditional model-based systems [3,4]. These models are written in a declarative language (for example, XML) and may have components at various levels of abstraction. The most abstract ones are the Tasks component and the Domain component. Tasks are representations of the user activities in the user interface and capture knowledge about how those tasks should flow (a task may be comprised of several subtasks). Additional information about tasks may include properties such as priority, pre-requisites, and optional execution. In turn, the Domain component represents knowledge about data that the UI presents and receives. It is similar in nature to a database model, but it may capture only data properties that are of relevance to the running of the user interface.

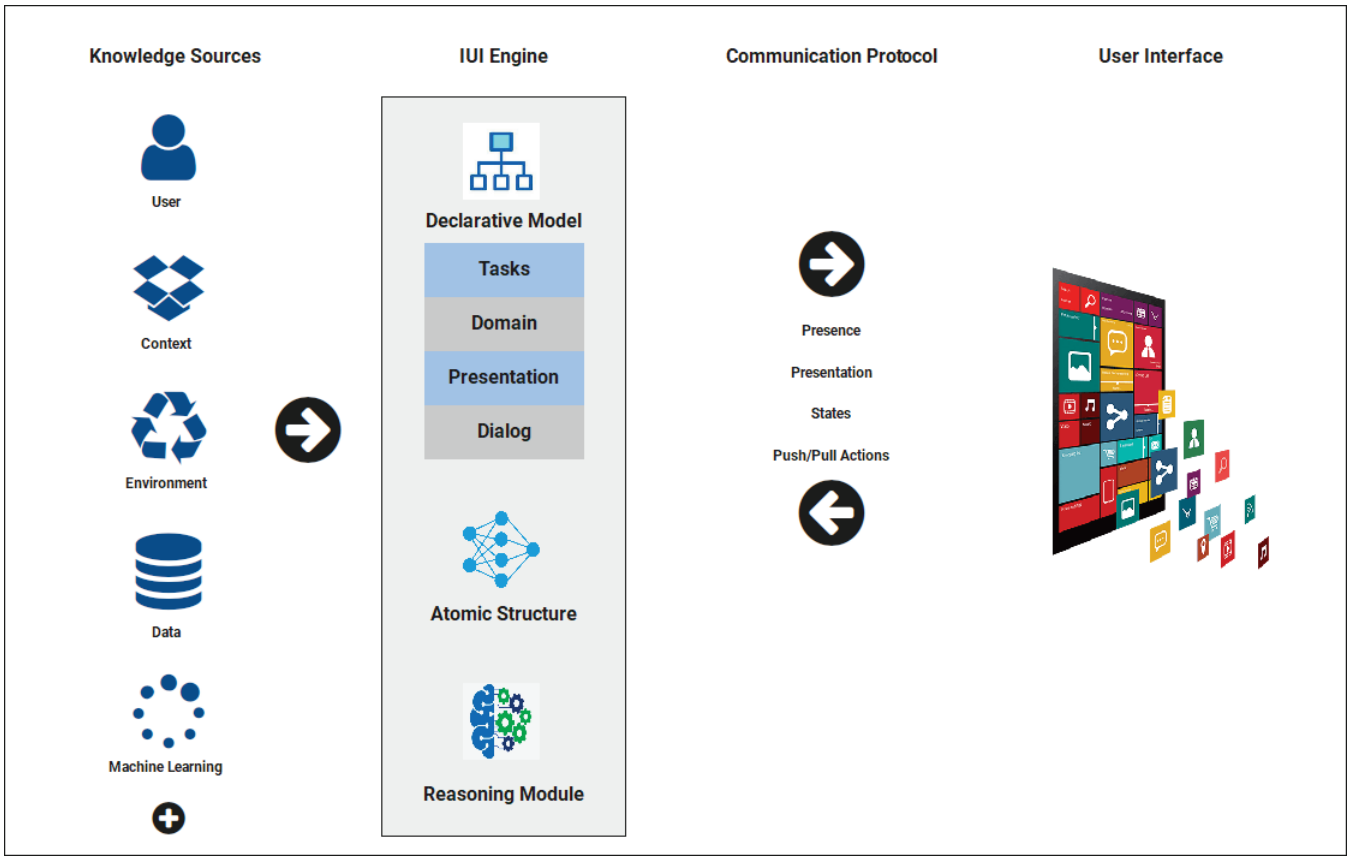


Figure 2: The Atomic IUI Architecture

At a more concrete level of abstraction are the Presentation and Dialog components. The Presentation component represents the elements of the user interface and establishes relationships between those elements and primarily the Domain component entities. In contrast, the Dialog component, which captures knowledge about user-system action/response sequences, establishes relationships with the entities of the Tasks component.

Atomic Structure. The Atomic Structure defines the IUI Atoms of interest to the reasoning engine, and organizes them into a structure, which can be a hierarchy, a network, or even an unordered set. An important characteristic to note here is that the knowledge representation captured in the Declarative Model concerns the Atoms in the Atomic Structure and not the running user interface. Therefore, there is no coupling between the IUI and the UI at either the control level or at the representational level. The consequence is that, on one hand, the IUI cannot generate (automatically or as a computer-aided function) the running UI, but on the other hand, the running UI can be implemented using any front-end development platform without concern as to what is needed for the IUI to operate.

Reasoning Module. The reasoning module can be any arbitrary Artificial Intelligence (AI) algorithm that is capable of reasoning about the Atomic Structure by using the knowledge provided by the Declarative Model and any available knowledge sources. The module can modify the basic properties of IUI Atoms: Presence, Presentation, and States. Theoretically, in the case of self-adaptive IUIs, the module could also modify the Declarative Model and the Reasoning Module itself. In this phase of the research, we are not exploring self-adaptation capabilities.

3.2 The Knowledge Sources

The operation of the IUI Engine can be supported by available knowledge sources. The number and nature of these sources can vary depending on the application at hand, but ideally, the following sources would be particularly useful:

- **User**. Characteristics, preferences, and properties of individual users and user groups.
- **Context**. Nature, state, and properties of the context in which the interaction is taking place and the user task flows are executed.
- **Environment**. Elements and properties of the environment surrounding the interaction. For example, specifications of the devices in use during the interaction

In addition, other knowledge sources may be of relevance, such as the system databases or data sets created by machine learning processes. It should be noted that the IUI Engine does not maintain or populate the knowledge sources, but it is nevertheless aware of the structure and capabilities of those

sources. Of particular relevance would be the relationships that the IUI Engine can capture between the sources and the Declarative Model.

3.3 The Communication Protocol

As described earlier, the IUI Engine and the UI run as independent processes and there is no control dependency between these modules. Those modules use a Communication Protocol to exchange knowledge between them. The exchange can operate either in (1) Push mode where the IUI sends notifications to the UI, (2) Pull mode where the UI requests updates from the UI, and (3) Mixed mode where communications of both types are allowed. It is possible that as the framework evolves, and for the purpose of application building, the Communication Protocol may be replaced by an Application Programming Interface (API) that encapsulates the communication and makes pre-defined functions available to the UI,

3.4 The User Interface

The implementation framework of the UI is not dependent on that of the IUI Engine. Any front-end development platform can be used within the IUI Atomic Framework. Nevertheless, it is assumed that a layer is added to the UI in order to implement the Communication Protocol on the UI side, and that the UI identifies the Atoms in the IUI via ID tags or similar.

4 STATE OF RESEARCH

We are currently working on the feasibility phase of this project. We have developed a proof-of-concept prototype that enables intelligent interaction for an existing application in the clinical-trial subject selection domain. The function of the prototype is to inform us about modifications that may be necessary for the Atomic IUI framework. Our immediate goal is to develop additional proof-of-concept prototypes for other existing applications. During our current phase our focus is on web-based applications.

The current prototypes are limited to exhibiting intelligent interaction capabilities for specific elements and tasks of the user interface. If the feasibility phase is successful, we will select a candidate for implementation of a comprehensive set of elements and tasks on the user interface, Since we are staring with an existing application, we expect to be able to set up user studies where we can compare usability of the original UI with that of the IUI-enhanced user interface.

REFERENCES

[1] Abrahão, Silvia ; Insfran, Emilio ; Sluÿters, Arthur ; Vanderdonckt, Jean. Model-based intelligent user interface adaptation: challenges and future directions. In: *Software and Systems Modeling*, Vol. 20, no.4, p. 1-15 (2021). doi:10.1007/s10270-021-00909-7.

[2] Krzysztof Gajos and Daniel S. Weld. 2004. SUPPLE: Automatically Generating User Interfaces. In Proceedings of the 9th International Conference on Intelligent User Interfaces (IUI '04). ACM, New York, NY, USA, 93–100. https://doi.org/10.1145/964442.964461

[3] Paterno, Fabio (1999) Model-based design and evaluation of interactive applications. Springer, Berlin.

[4] Angel R. Puerta. 1993. The Study of Models of Intelligent Interfaces. In *Proceedings of the 1st International Conference on Intelligent User Interfaces (IUI '93)*. ACM, New York, NY, USA, 71–78. https://doi.org/10.1145/169891.169905.

[5] Sarah Theres Völkel, Christina Schneegass, Malin Eiband, Daniel Buschek. 2020. What is "Intelligent" in Intelligent User Interfaces? A Meta-Analysis of 25 Years of IUI. In *Proceedings of the 25th International Conference on Intelligent User Interfaces (IUI '20)*, March 17–20, 2020, Cagliari, Italy. ACM, New York, NY, USA, 11 pages. https://doi.org/10.1145/3377325.3377500.

Diseño de una aplicación basada en el juego para el seguimiento de estados emocionales

Javier Navarro-Alamán†
Dpto. de Informática e Ingeniería de Sistemas, EUPT
Universidad de Zaragoza
Teruel, España
jnavarroa@unizar.es

Raquel Lacuesta
Dpto. de Informática e Ingeniería de Sistemas, EUPT
Universidad de Zaragoza
Teruel, España
lacuesta@unizar.es

Iván Garcia-Magariño
Dpto. de Ingeniería del Software e Inteligencia Artificial
Universidad Complutense de Madrid
Madrid, España
igarciam@ucm.es

ABSTRACT

El IoT ofrece aplicaciones y posibilidades para mejorar la vida cotidiana de las personas y los entornos empresariales. Sin embargo, la mayoría de estas tecnologías no se han explotado en el campo de las emociones. Dado que el estudio de los trabajos relacionados indica una falta de enfoques predictivos aplicados al diseño de sistemas IoT desde la perspectiva de las emociones y bajo reglas de adaptación inteligente, en este artículo nos centraremos en sentar las primeras bases para el diseño de una metodología aplicada a este contexto. En concreto, en este artículo se realiza un primer estudio y análisis de la evolución de las emociones de los usuarios en un entorno de juego. De esta forma, se consigue observar cómo la variación en las actividades puede contribuir a modificar el estado de ánimo del usuario y afectar directamente a las señales fisiológicas del usuario recogidas a través de sistemas IoT. Actualmente y como trabajo futuro se está trabajando en el análisis de la correlación de estos datos para permitir diseñar un sistema que permita anticipar y predecir las emociones futuras de los usuarios utilizando parámetros recogidos de los dispositivos IoT y recomendar una nueva actividad para el usuario y de forma inteligente con el fin de obtener un estado final deseado por el usuario.

CCS CONCEPTS

• Human-centered computing •Human Computer interaction • Interactive systems and tools

KEYWORDS

Internet de las cosas - IoT, Actividad electrodérmica - EDA, Variabilidad del ritmo cardíaco - HRV

1 Introducción

Las investigaciones de los últimos años indican que para reconocer, interpretar, procesar y simular las emociones de los seres humanos es necesario humanizar la interacción del usuario con la tecnología [1]. Actualmente, la mayoría de las aplicaciones de IoT no se centran en el estudio de las emociones de los usuarios. Sin embargo, algunos estudios [2, 3] muestran cómo es posible detectar las emociones a partir del análisis de los datos recogidos de los dispositivos IoT a través de diferentes tipos de parámetros como la EDA, la VFC, la electroencefalografía, la electrocardiografía, la frecuencia cardíaca (FC) o la fotopletismografía. El acceso y uso de este tipo de parámetros mediante sistemas IoT permitirá la monitorización de signos esenciales, emociones, contexto, cuestiones sociales, situaciones específicas y actividades relacionadas con los usuarios. Con este tipo de datos, estos sistemas podrían trabajar para lograr objetivos específicos como reducir las emociones negativas de los usuarios, motivarlos, obtener un mejor rendimiento de estos o simplemente lograr objetivos o emociones específicas solicitadas o deseadas por ellos. En este contexto, presentamos en este artículo los comienzos del desarrollo de un sistema recomendador específico, basado en las emociones de los usuarios. Este sistema aplicará algoritmos capaces de predecir las emociones de los usuarios basándose en las emociones previas y en el análisis del contexto, el sistema nos permitirá (1) predecir las emociones de los usuarios, (2) cambiar las actividades en tiempo real, (3) adaptar las condiciones del entorno para modificar el contexto del usuario (4) alcanzar el estado deseado por los usuarios.

El artículo se estructura de la siguiente forma: primero se hace un repaso de trabajos relacionados con IoT y la personalización de aplicaciones mediante las emociones (sección 2); a continuación (sección 3), se presenta el diseño del sistema propuesto; seguido por los resultados obtenidos (sección 4). Por último, en la sección 5, se presentan las conclusiones y el trabajo futuro.

2 Estado del arte

IoT es la red de dispositivos interconectados con sensores, software y conectividad de red para acumular e intercambiar datos [4]. Abarca todas las "cosas" que pueden utilizarse como dispositivos productivos que proporcionan información útil para realizar diferentes tipos de análisis. Esta información puede guardarse y analizarse para mejorar el funcionamiento de un dispositivo o mejorar otros dispositivos. Actualmente, muchos sistemas IoT se acomodan o personalizan al usuario o a sus necesidades. El consumo de energía de estos dispositivos inteligentes también es una consideración importante. En [5], los autores redujeron el número de veces que una banda inteligente necesita medir la FC, reduciendo el consumo de energía en un alto porcentaje sin afectar a la utilidad de la aplicación. Algunos ejemplos de IoT son las ciudades y los hogares inteligentes [6]. Los servicios de las ciudades inteligentes se basan en una

arquitectura centralizada. Un conjunto de dispositivos periféricos desplegados en la zona urbana genera diferentes tipos de datos que se envían a través de tecnologías de comunicación adecuadas a un centro de control, donde se realiza el almacenamiento y el procesamiento de los datos. Los sistemas domésticos inteligentes pueden recoger información de sensores o entradas e integrarla en cada dispositivo doméstico equipado con interfaces inalámbricas.

Para comparar nuestra propuesta con las existentes, presentamos algunas aplicaciones y estudios basados en las emociones de IoT. Pal et al. [7] utilizan todo tipo de sensores, para el reconocimiento de las emociones humanas. Se clasificaron 23 publicaciones de sistemas de monitorización de la salud mental (MHMS) según el tipo de trastorno mental y enumeraron todos los dispositivos empleados en estos estudios [8] (por ejemplo, sensor ocular, variabilidad del ritmo cardíaco (Heart Rate Variability (HRV)), actividad electrodérmica (Electrodermal activity (EDA)), fotopletismograma, acelerómetro, cuestionarios). Bassam et al. [9] monitorizaron el bienestar desarrollando un sistema de detección móvil en el que el usuario llevaba un dispositivo IoT equipado con múltiples sensores. Por último, estudiamos dos aplicaciones, MoodScope [10] y BeWell [11], que utilizan sensores de teléfono móvil. Ninguna de ellas utiliza otros dispositivos IoT externos. BeWell se basa en un sistema de recomendación y MoodScope identifica el estado emocional de los usuarios interrogándolos a través de la aplicación.

La revisión de los trabajos relacionados indica que, a pesar de que existen múltiples soluciones ofrecidas por el IoT, todavía falta un enfoque metodológico para los servicios de IoT centrados en la predicción de las emociones de los usuarios. La mayoría de estos estudios muestran cómo detectar las emociones con diferentes sensores, pero faltan propuestas de adaptación de la interacción del usuario. Este artículo presenta los primeros pasos de diseño de un sistema de recomendación que se adapta al contexto del usuario para conseguir emociones específicas del usuario en tiempo real.

3 Diseño del sistema

En este artículo se propone el diseño de un sistema que permita al usuario alcanzar una meta "emocional", en nuestro caso relacionada con poder cambiar su estado de ánimo mediante la interacción con diferentes actividades lúdicas, en este caso concreto nos centraremos en juegos de móvil. Se utilizan encuestas y dispositivos IoT para capturar los datos de los usuarios mientras interaccionan con el juego. En concreto, se evalúan los sentimientos, por medio de parámetros que proporcionen los usuarios a través de las encuestas y se medirán los datos fisiológicos de los usuarios usando la pulsera Empatica E4 mientras interactúan con un dispositivo móvil que ofrece actividades de entretenimiento. El sistema analiza el estado actual del usuario y sus emociones actuales para recomendar otro tipo de juego.

La aplicación recomienda un nuevo juego en caso de que el "flujo de emociones" no coincida con la emoción final deseada. Una vez seleccionado el nuevo juego el usuario comenzará a jugar al nuevo juego.

3.1 Selección de parámetros: emocionales y jugables

Los parámetros emocionales que el sistema tendrá en cuenta durante el análisis se recogerán de dos maneras: (1) datos manuales del usuario a partir de los datos auto informados por medio de la aplicación). (2) datos del IoT (datos recogidos automáticamente de los dispositivos del IoT, por ejemplo, parámetros fisiológicos).

Los usuarios van a jugar a diferentes juegos en dos contextos diferentes (sentados (Eureka! Y Candy Crush) y caminando (Pokemon GO)) mientras usan la aplicación. La clasificación de los juegos se realiza teniendo en cuenta las siguientes características (1) razonamiento, para los juegos en los que hay que utilizar la lógica para resolverlos, (2) memoria, para los juegos en los que los usuarios necesitan recordar palabras o patrones, (3) lenguaje, para los juegos que utilizan palabras o letras para añadir vocabulario y (4) movilidad, para los juegos en los que el usuario debe moverse físicamente. Con esta clasificación, se seleccionan tres juegos diferentes (cada juego puede estar en varias categorías).

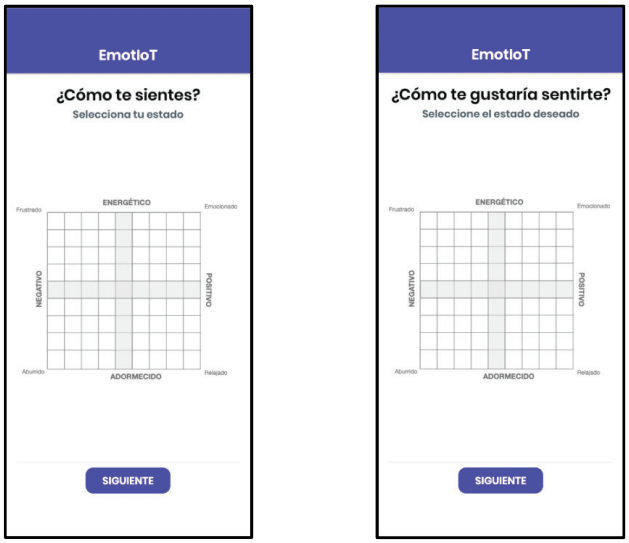
Para registrar el nivel de emoción del usuario, se utiliza la Cuadrícula de Afecto de Russell (Affect Grid) [12], diseñada como un medio rápido para determinar el afecto a lo largo de las dimensiones de placer-displacer y excitación-sueño en una escala de 1 a 9, teniendo un profundo impacto en la psicología social que mide las emociones. Según la bibliografía, el Affect Grid es potencialmente adecuado para los estudios relacionados con las emociones. También se registran los datos fisiológicos de la evolución del usuario. La pulsera Empatica E4 permite recoger los parámetros: Pulso de volumen sanguíneo (Blood Volume Pulse (BVP)) que permite calcular la variabilidad de frecuencia cardiaca (HRV), los cambios constantes de ciertas propiedades eléctricas de la piel (EDA), la temperatura cutánea periférica y la frecuencia cardiaca (Heart Rate (HR)).

Como requisito principal, nuestro sistema debe permitir a los usuarios especificar un estado emocional final deseado al que se intentará llegar a través de la modificación de las actividades de juego.

3.2 Diseño de interfaces

A continuación, se presentan las interfaces de los primeros prototipos diseñados. Inicialmente, el sistema pregunta al usuario su estado emocional actual (Figura 1.a) y la emoción que quiere conseguir (Figura 1.b). Actualmente la propuesta de juego se realiza aleatoriamente (Figura 2.a), permitiendo al usuario parar en cualquier momento (aburrimiento, cansancio, entre otros) o iniciar el juego hasta llegar a la emoción final deseada o cambiar de juego. Se recogen los datos informados y fisiológicos del usuario en su interacción con el juego. Todos los parámetros recogidos se almacenan en una base datos que en un futuro se

utilizará para estimar/proponer un juego al usuario dependiendo de su estado inicial y su perfil de usuario. Con estos datos, se calcula una "puntuación emocional del juego" en la que se clasificarán las diferentes emociones del usuario a través de su evolución en dos ejes: enérgico (relacionado con su energía) y positivo (respecto a su actitud). Esta puntuación permitirá conocer si el usuario progresa correctamente hacia el estado final deseado. Una vez acabado el tiempo de juego del juego actual se propondrá al usuario continuar en ese juego si su estado evoluciona correctamente o se le propondrá un cambio si la evolución no es adecuada. Cuando el usuario alcance el estado final se le indicará y se le volverá a preguntar por su estado actual (Figura 2.b), de esta forma se podrán añadir estos datos para poder estimar mejor los juegos recomendados a futuros usuarios.



(a) (b)

Figura 1. Pantallas de inicio para obtener la emoción inicial (a) y la emoción deseada (b)

(a) (b)

Figura 2. Pantallas para indicarle al jugador a que jugar la primera vez (b) pantalla de comprobación de alcance de objetivo

4 Resultados

La primera evaluación se ha realizado sobre 5 usuarios. Para la evaluación se ha realizado el test de usabilidad SUS [13], se mide con un cuestionario de 10 ítems. En la Figura 3 los resultados medios del SUS se situaron en el rango 1-5. Los juegos utilizados para las pruebas han sido: Eureka! (razonamiento, memoria y lenguaje), Candy Crush (memoria y razonamiento) y Pokemon GO (movilidad). Se puede observar que el sistema es fácil de usar por nuestros usuarios. Todas las preguntas han sido muy bien valoradas, destacando positivamente la facilidad de uso de la aplicación.

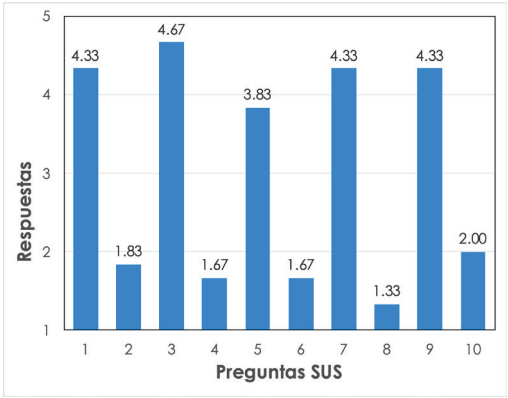


Figura 3. Gráfica del cuestionario SUS

En la Figura 4 se observa la evolución positiva de la emoción de los usuarios. En esta gráfica se representa el estado emocional que sienten, antes, durante y después de jugar, los usuarios en los tres juegos analizados. Si se analiza la evolución concreta de un

usuario (Figura 5) se observa cómo ha variado notablemente su estado respecto al estado inicial.

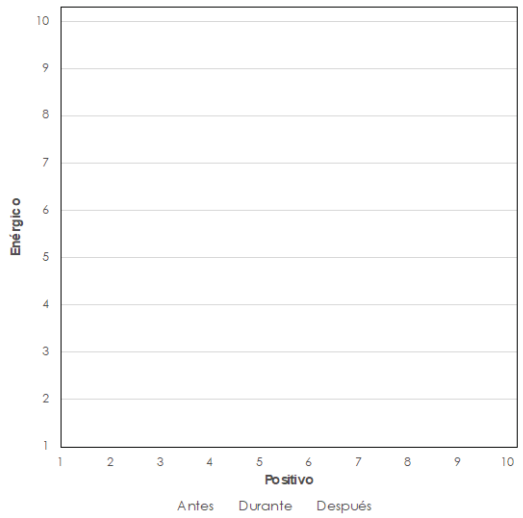


Figura 4. Estados de ánimo antes de jugar, mientras juega y cuando termina de jugar

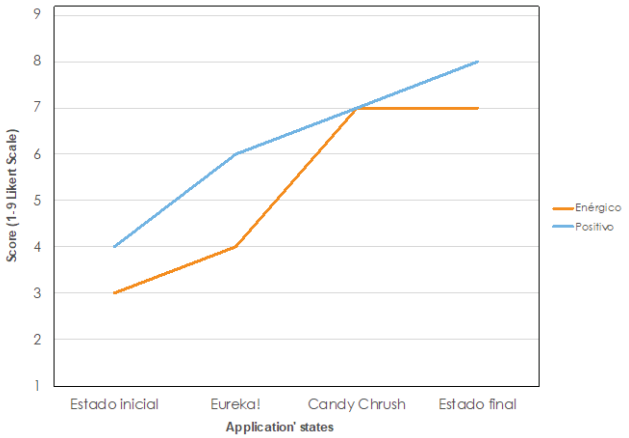


Figura 5. Gráfica de un caso individual en la evolución del estado de ánimo

Respecto a la variabilidad de los valores fisiológicos, se muestra en la Figura 6, la evolución del parámetro HRV. Como se puede observar en este caso concreto es el juego Pokemon Go el que más hace variar dicho parámetro, por lo que se puede deducir que en un futuro puede aportar valor al hacer la estimación del juego con las emociones.

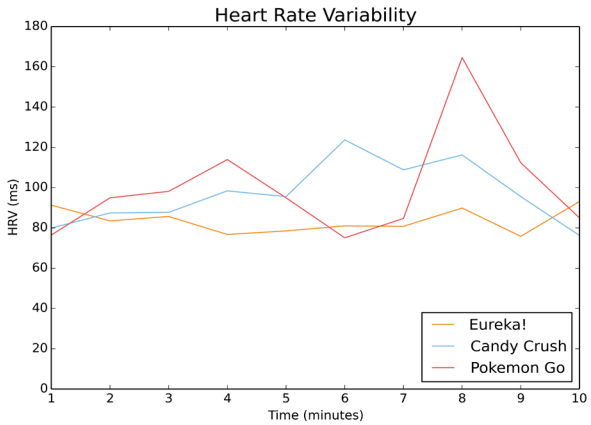


Figura 6. Relación de los tres juegos con el HRV

5 Conclusiones y trabajo futuro

Este trabajo presenta el diseño inicial de una aplicación basada en las emociones de los usuarios. En esta versión preliminar se muestra un primer análisis de la evolución de las emociones y de su variabilidad, así de cómo estas pueden ser modificadas por un sistema de juego. En el presente artículo la propuesta de cambio de juego se ha basado en el análisis del estado del usuario en un momento dado a través de las respuestas de los usuarios de su estado emocional, no obstante, actualmente se está trabajando en el análisis de las señales fisiológicas y su relación con los estados emocionales del usuario. De esta forma, se está realizando una correlación de los datos HRV, EDA, temperatura y HR con sus emociones y generando una base de datos que permita en un futuro predecir el estado actual del usuario sin necesidad de preguntar al usuario. De esta forma a través del análisis de las variables fisiológicas se van a determinar las emociones actuales y futuras modificando la actividad realizada persiguiendo lograr alcanzar el estado deseado seleccionado por el usuario. Además se pretende establecer en un futuro estudio las bases metodológicas para el diseño de sistemas IoT basados en emociones, en las que se tendrán en cuenta estándares de interacción.

ACKNOWLEDGMENTS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (MCI), la Agencia Española de Investigación (AEI), la UE (FEDER) a través de los contratos RTI2018-096986-BC31, y por el Gobierno de Aragón (Grupo T60_20R).

REFERENCES

[1] Dzedzickis, A., Kaklauskas, A., & Bucinskas, V. (2020). Human emotion recognition: Review of sensors and methods. Sensors, 20(3), 592.

[2] Deepika Mathuvanthi, P., Suresh, V., & Pradeep, C. (2019). IoT powered wearable to assist individuals facing depression symptoms. International Research Journal of Engineering and Technology, 6, 1676-1681.

[3] Lacuesta, R., Garcia, L., García-Magariño, I., & Lloret, J. (2017). System to recommend the best place to live based on wellness state of the user employing the heart rate variability. IEEE Access, 5, 10594-10604.

[4] Laghari, A. A., Wu, K., Laghari, R. A., Ali, M., & Khan, A. A. (2021). A review and state of art of Internet of Things (IoT). Archives of Computational Methods in Engineering, 1-19.

[5] González-Landero, F., García-Magariño, I., Lacuesta, R., & Lloret, J. (2018). Green communication for tracking heart rate with smartbands. Sensors, 18(8), 2652.
[6] Skouby, K. E., & Lynggaard, P. (2014, November). Smart home and smart city solutions enabled by 5G, IoT, AAI and CoT services. In 2014 International Conference on Contemporary Computing and Informatics (IC3I) (pp. 874-878). IEEE.
[7] Pal, S., Mukhopadhyay, S., & Suryadevara, N. (2021). Development and Progress in Sensors and Technologies for Human Emotion Recognition. Sensors, 21(16), 5554.
[8] Garcia-Ceja, E., Riegler, M., Nordgreen, T., Jakobsen, P., Oedegaard, K. J., & Tørresen, J. (2018). Mental health monitoring with multimodal sensing and machine learning: A survey. Pervasive and Mobile Computing, 51, 1-26.
[9] Al Bassam, N., Hussain, S. A., Al Qaraghuli, A., Khan, J., Sumesh, E. P., & Lavanya, V. (2021). IoT based wearable device to monitor the signs of quarantined remote patients of COVID-19. Informatics in medicine unlocked, 24, 100588.
[10] Puleston, J. (2011, September). Online research–game on!: A look at how gaming techniques can transform your online research. In Shifting the Boundaries of Research. Proceedings of the 6th ASC (Association for Survey Computing) International Conference (pp. 20-50).
[11] Lane, N. D., Mohammod, M., Lin, M., Yang, X., Lu, H., Ali, S., ... & Campbell, A. (2011, May). Bewell: A smartphone application to monitor, model and promote wellbeing. In 5th international ICST conference on pervasive computing technologies for healthcare (Vol. 10).
[12] Colomo-Palacios, R., Casado-Lumbreras, C., Soto-Acosta, P., & García-Crespo, Á. (2011). Using the affect grid to measure emotions in software requirements engineering.
[13] Vlachogianni, P., & Tselios, N. (2021). Perceived usability evaluation of educational technology using the System Usability Scale (SUS): A systematic review. Journal of Research on Technology in Education, 1-18.

Awareness en Interfaces de Usuario Naturales

Juan E. Garrido
Departamento de Informática e Ingeniería Industrial
Universidad de Lleida
Lleida, España
juanenrique.garrido@udl.cat

Toni Granollers
Departamento de Informática e Ingeniería Industrial
Universidad de Lleida
Lleida, España
toni.granollers@udl.cat

Philippe Palanque
Department Reliability Systems and Software
Universidad de Toulouse III
Toulouse, Francia
philippe.palanque@irit.fr

ABSTRACT

El avance tecnológico ha ayudado en la obtención de nuevos mecanismos de interacción. Un objetivo claro ha sido acercar los mecanismos de interacción entre las personas y los ordenadores a procesos naturales propios de las personas. Por ello, los mecanismos tradicionales han sido complementados con el uso del movimiento, la mirada, gestos, etc., en busca de una interacción natural al ser humano. Como resultado, aparece la necesidad de ofrecer una consciencia situacional (*awareness* en inglés) adecuada con el fin de alcanzar esa naturalidad buscada. Sin embargo, este hecho no es más que la confirmación de la necesidad de mantener un adecuado awareness en todo sistema interactivo. Aun así, la aparición de estas nuevas posibilidades de interacción hacen emerger nuevas necesidades a la hora de conseguir que el usuario sea consciente de lo que ocurre en el sistema y, al mismo tiempo, genera nuevos tipos de awareness que deben ser considerados. Debido a todo ello, a través del presente artículo, se trata de describir la necesidad de un correcto awareness en nuevos entornos interactivos, contextualizando en interfaces de usuario naturales.

CCS CONCEPTS

• Human computer interaction (HCI)

KEYWORDS

Awareness, HCI, NUI, Natural Interaction.

1 Introducción

En 1995, Mica Endsley [1] definió el término *awareness* como "knowing what is going on", es decir, como la percepción del usuario de lo que está ocurriendo en el sistema. A lo largo del tiempo esta definición ha implicado más información y consideraciones con motivo de la evolución tecnológica. En su definición inicial, *awareness* implicaba que el usuario fuera consciente del resultado de sus acciones en el sistema, así como de las actividades del resto de personas colaboradoras y del estado de los recursos. Actualmente, el concepto es más sensible que nunca a la tecnología utilizada, al contexto de aplicación e incluso al diseño del sistema en el que aparecerá. La tecnología permite acercar la interacción a mecanismos del día a día del usuario. El contexto generará diferentes tipos de awareness acordes al mismo: *workspace awareness* [2] (entornos colaborativos), *gaze-based awareness* [3] (entornos multidisplay) o *RCH awareness* [4] (entornos sanitarios). El diseño puede caracterizar el concepto como, por ejemplo, en el caso de la automatización y visualización de la información [5].

La interacción natural se centra en el reconocimiento de expresiones humanas aplicadas sobre objetos del sistema siendo lo más naturales e instintivas que la tecnología permita. Con el objetivo de obtener una adecuada interacción, resulta decisivo que la información y respuesta obtenida por el usuario sea la esperada. Por ello, en interfaces de usuario naturales (NUIs) ofrecer un awareness que muestre el resultado de la interacción de la manera más correcta posible, en busca de naturalidad, es imprescindible. Sobre todo, teniendo en cuenta que un objetivo de los sistemas interactivos naturales es reducir o eliminar la necesidad de aprender el mecanismo de interacción en sí, como podría ser el uso de comandos que representan un mecanismo de interacción no natural. De este modo, un elemento clave para alcanzar ese nivel de naturalidad es, precisamente, el awareness, ya que permite reflejar en la interfaz, las acciones con la interacción del usuario de una manera síncrona, cercana a cómo sería en la realidad. Por ejemplo, el control de un cursor en la pantalla al mover una mano no puede ser asíncrono ya que perdería la naturaleza del movimiento pretendido.

El presente artículo se encuentra estructurado como sigue: la sección 2 introducirá los sistemas de interacción natural. El awareness como elemento clave en la presentación de información al usuario en entornos de interacción natural será descrito en la sección 3. Finalmente, la sección 4 mostrará las conclusiones como reflexión que el presente artículo pretende realizar.

2 Sistemas de Interacción Natural

En un sistema de interacción natural la detección/percepción y presentación son procesos necesarios que han de ser modelados y cuya conjunción definirá el propio sistema [6].

La detección y percepción implican obtener información relativa a las acciones del usuario en el sistema. Cuando se trata de interacción natural, es necesario que el usuario realice acciones con sensores que le permitan hacer uso de mecanismos naturales. Es necesario poder detectar y recibir la voz, el movimiento, los gestos, la presencia, etc., del usuario, algo que es posible gracias a la evolución de los sensores que han alcanzado y ampliado la capacidad de obtener interacciones más cercanas a lo que un ser humano puede considerar como natural.

Kinect ha supuesto un claro ejemplo de sensor con capacidad para detectar movimiento y presencia e incluso la voz. Ha permitido, por ejemplo, trasladar la interacción natural para la que estaba inicialmente diseñado, propia del mundo de los videojuegos, a un ámbito tan esencial como el sanitario. El hecho de permitir a un paciente usar sus mecanismos de interacción cotidianos (caminar, hablar o mover partes del cuerpo), supone una ventaja clara, reduciendo drásticamente e incluso eliminando la necesidad de aprendizaje, reduciendo la carga mental necesaria durante el proceso de interacción. En concreto, este dispositivo ha permitido la elaboración desde sistemas de caídas [8] y desmayos hasta sistemas de rehabilitación [9][10]. Sin embargo, no sólo este tipo de sensores más específicos han ofrecido avances, si no que la tecnología presente en elementos cotidianos, como los teléfonos móviles, han ofrecido un avance en la naturalidad gracias, por ejemplo, al uso de la voz en ellos permitiendo una conversación como mecanismo de interacción[1,2].

Por otro lado, la presentación significa el diálogo con el usuario, centrada en la salida que recibe. En este caso, las señales ofrecidas al usuario del sistema pueden ser gráficas, auditivas o hápticas, entre otras. Aquí es donde aparece el awareness como elemento fundamental al ser parte clave en la información que recibe el usuario. Inicialmente, suponía un factor relativo al conocimiento de lo que ocurría en el sistema en términos de colaboración. El awareness hacía referencia a tareas, recursos, estados, etc., del sistema y de colaboradores del usuario que fueran útiles en la realización de tareas. Sin embargo, actualmente, esa información se ha visto ampliada para conseguir que el usuario alcance una experiencia propia de una interacción natural. De este modo, el concepto awareness ha ampliado considerablemente su contenido y alcance.

En general, con la interacción natural se pretende eliminar la necesidad de aprender, eliminando comandos no naturales, así como aquellos procedimientos que carezcan de naturalidad para el usuario. Esta interacción intenta centrarse en "expresiones humanas" aplicadas sobre objetos del sistema (virtuales o no). En este sentido, si se pretende que el usuario obtenga una interacción natural, cuando realiza dicha interacción, un elemento fundamental es el feedback obtenido. Y es en este punto donde entra el awareness como elemento fundamental: el usuario debe percibir como respuesta de sus acciones (con mecanismos naturales), respuestas en el sistema esperadas y naturales. Debe obtener información de lo que está ocurriendo de manera adecuada y acorde a lo esperado, es decir, de manera natural como en su día a día con interacciones sin presencia tecnológica.

El resultado de la presentación descrita es la aparición de las denominadas interfaces de usuario naturales (NUIs) cuya modalidad vendrá dada por el mecanismo del ser humano utilizado para recibir sus acciones, así como para hacerle llegar la respuesta a esas acciones [11]: visión, oído, tacto, movimiento e incluso olfato [12][13] y gusto [14].

Llegados a este punto es esencial conocer adecuadamente el concepto "natural" a la hora de calificar una interfaz. Tal y como se ha comentado, hace referencia al mecanismo de interacción utilizado por el usuario. Sin embargo, el concepto natural no hace referencia al hecho de que sea en sí natural para el usuario que, evidentemente no lo es (sí lo sería la comunicación verbal o gestual), si no a cómo el usuario actúa y se siente al utilizarla [15][16]. Es por ello que, en el término interacción de usuario natural debe interpretarse que la interfaz sea natural para el usuario y no interpretar que la interfaz de usuario sea natural, algo que refleja visualmente la Figura 1.

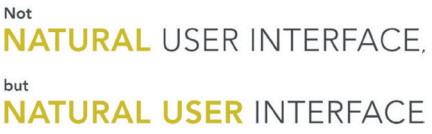


Figura 1. Interpretación del concepto interfaz de usuario natural [15]

En base a este conocimiento del término natural aún es más clara la importancia de que el usuario obtenga un awareness adecuado. La obtención, por parte del usuario, de una percepción en la respuesta del sistema que haga que se sienta similar a cuando interactúa por medios naturales en su día a día fuera de sistemas computacionales, requiere de un trabajo esencial. En esta línea, la siguiente sección tratará awareness como elemento clave en el proceso de presentación.

3 Awareness: Elemento de Presentación

El concepto awareness debe permitir al usuario, conocer lo que ocurre en el sistema y, en el contexto que ocupa el presente artículo, debe ayudar a que se sienta de manera natural en la interacción utilizada.

El contexto de uso será clave a la hora de definir y generar el awareness en cada sistema interactivo. Del mismo modo, existen tres parámetros principales que permiten concretar cómo será el awareness ofrecido en una interacción natural: tipo, cantidad y modo utilizado para mostrar la información ofrecida. De entre todos estos parámetros, el modo supone un elemento clave en el objetivo propuesto en este artículo ya que va ligado directamente con la sensación que el usuario debe percibir. Implica cómo el usuario recibe la información, por qué medio, pero, además, de qué manera. Con el fin de ayudar a comprender cómo el modo puede conseguir una interacción natural o cercana a la naturalidad, a continuación, se mostrarán diferentes ejemplos en los que se ha hecho uso de interacción natural.

En el desarrollo de un sistema para la rehabilitación de personas con problemas de movilidad causados por daños cerebrales [17], el uso del movimiento es el mecanismo de interacción por el que el paciente se comunica con el sistema. Su comunicación se basa en la realización de los pasos exigidos en cada ejercicio. En este contexto, es necesario que el sistema ofrezca información síncrona sobre la corrección o no de la postura realizada por el paciente. Este awareness es esencial para el paciente con el fin de recibir una sensación cercana a la naturalidad que se espera. Para ello el awareness ofrecido consiste

[1] Asistente de Google: https://support.google.com/assistant#topic=7546466

[2] Siri (Apple): https://www.apple.com/es/siri/

en marcar con rojo las partes del cuerpo mal situadas en el mismo instante que las realiza. Si el paciente no recibe esta información de manera síncrona, además de perder sentido la corrección con la postura actual, la naturalidad en la interacción se pierde de manera inmediata. Debe generarse una comunicación inmediata como la que realizaría el paciente con el rehabilitador que le corrige en el momento que realiza el ejercicio sin sistemas interactivos. En este caso, el paciente no interactúa seleccionando opciones, pero sí llevando a cabo ejercicios, por lo tanto, la naturalidad proviene de acciones naturales por el usuario como son la realización de posturas con su cuerpo. La Figura 2-A muestra un ejemplo visual del awareness explicado y la Figura 2-B muestra una evolución de este, sobre un sistema centrado en la rehabilitación por medio de ejercicios basados en posturas, denominado Eme-Rehab [18].

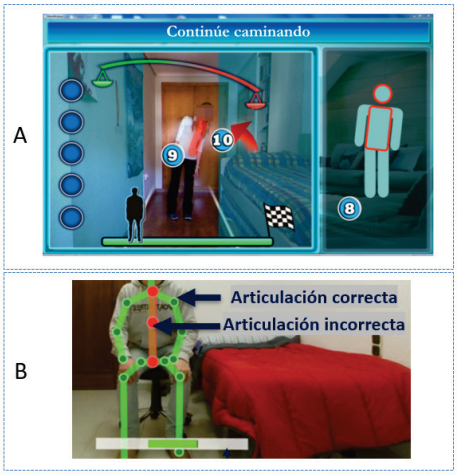


Figura 2. Interfaz de Usuario Natural con corrección de posturas a través del movimiento del usuario

Otro ejemplo proviene de nuevo de un sistema basado en la rehabilitación [18] y, en este caso, consistente en un editor tridimensional de ejercicios que un rehabilitador utiliza. Debido a que el rehabilitador emplea sus manos para seleccionar opciones en el sistema, es necesario que el awareness sea inmediato con respecto a la opción seleccionada. La selección de una opción de la interfaz se realiza cuando el usuario mueve una de sus manos hacia la opción y la elige abriendo y cerrando la mano. Estos movimientos son naturales para el usuario, pero requiere de un resultado inmediato de sus actos en la interfaz para sentir que lo que hace es natural. Si existe una espera, la naturalidad se pierde.

Los dos ejemplos anteriores representan una definición similar de awareness pero para dos perfiles de usuario totalmente diferentes (paciente y rehabilitador). Sin embargo, el objetivo que pretende el awareness es el mismo, es decir, sus acciones realizadas por medio del movimiento de diferentes partes del cuerpo requieren de una respuesta inmediata para conseguir la esperada sensación de naturalidad.

De manera complementaria a los ejemplos analizados, se ha elaborado un trabajo de manipulación de objetos tridimensionales por medio del movimiento de las manos [19]. En este caso, la naturalidad requerida se centra en la sincronización entre los movimientos de las manos, reflejadas en la interfaz, así como de las acciones aplicadas sobre los objetos (ver Figura 3). De nuevo, la inmediatez ayuda a alcanzar una sensación natural al usuario cercana a lo que supone coger objetos físicos.

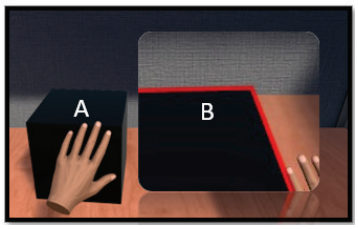


Figura 3. Manipulación de objetos virtuales con interacción basada en movimiento. Awareness relativo al no contacto (A) y contacto sobre un objeto virtual (B)

3.1 Nuevas necesidades

Hasta este punto se ha mostrado una visión del awareness como elemento clave para alcanzar la naturalidad esperada en una interfaz de usuario natural. Sin embargo, por el hecho de hacer uso de tecnología que permite dicha naturalidad, el concepto puede ampliar su contenido en base a su definición inicial y genérica. Sin focalizarse en la obtención de la naturalidad analizada, es posible ampliar el espectro de información ofrecida para que el usuario conozca lo que ocurre en el sistema. La interacción natural ofrece nuevos entornos interactivos donde la fuente de información con respecto a lo que hace el usuario es muy amplia, por lo tanto, tenerlo en cuenta y utilizarlo adecuadamente supone una ventaja que puede ser considerado como un punto fundamental en el diseño centrado en el usuario.

Toda la información ofrecida en los ejemplos previos representa un conjunto de información sobre lo que ocurre, centrada en cómo se realizan ejercicios o tareas concretas. Siendo más específicos y saliendo de la búsqueda de naturalidad, una información clave es la que permite al usuario saber que realiza lo que pretende dentro de un entorno interactivo. Un claro ejemplo es en el sistema de manipulación de objetos virtuales previamente analizado (Figura 3-A). Dado que el usuario interactúa con elementos virtuales, resulta interesante que el usuario conozca cuándo sus manos están en contacto con un objeto (virtualmente). Este awareness permite realizar acciones más eficientemente, evitando errores de interacción. La incorporación del cambio de color de los bordes del objeto interactivo es una sencilla fuente de información que complementa la interacción y aumenta el awareness recibido (ver Figura 3-B).

La evolución del concepto awareness gracias a la tecnología se ha visto complementada con la posibilidad de ofrecer al usuario información que debe conocer y ha podido dejar de percibir. Por ejemplo, cuando un usuario interacciona sobre un sistema multidisplay (Figura 4), cuando atiende una pantalla es muy probable que aparezca información en las pantallas no atendidas y cuyo conocimiento sea de interés. Esta información recibida sobre pantallas no atendidas ha generado incluso un nuevo tipo de awareness, gaze-based awareness [4], representando un

ejemplo sobre cómo la interacción natural genera tipos específicos de awareness, enriqueciendo constantemente la interacción persona-ordenador.

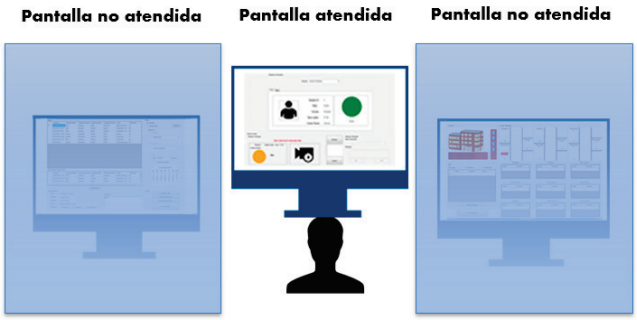


Figura 4. Entorno multidisplay con tres zonas de atención en base a la mirada del usuario

4 Conclusiones

A lo largo del presente artículo se ha llevado a cabo una reflexión sobre el concepto awareness y su estrecha relación con la interacción natural. Su concepción inicial hizo referencia sobre aquello que conoce el usuario en una aplicación, sobre lo que ocurre y que es útil para la elaboración de sus tareas. El contenido estaba focalizado principalmente en información colaborativa, es decir, sobre el estado de colaboradores, recursos, tareas, etc. Hoy en día no ha perdido este contenido si no que se ha visto ampliado gracias a la evolución tecnológica. En concreto, la interacción natural ha ofrecido un nuevo contexto donde el awareness adquiere una importancia esencial desde otra óptica. Cuando un usuario hace uso de mecanismos de interacción denominados naturales, es decir, propios para el ser humano (voz, movimiento, gestos, etc.), informar sobre lo que ocurre con respecto al resultado de sus acciones supone un elemento esencial para conseguir la interacción esperada. El objetivo en una interacción de usuario natural es que el usuario se sienta y actúe, como su nombre indica, de manera natural. El awareness es esencial para ofrecerle al usuario información sobre el resultado de sus acciones. Un ejemplo es el movimiento de un objeto virtual manipulado por un usuario con el movimiento de sus manos. En este caso, el sistema debe ofrecer, como información clave para una experiencia correcta en un proceso de interacción natural, un movimiento de los objetos totalmente síncrono con respecto al movimiento de las manos del usuario. De otro modo, la naturalidad esperada se perdería.

Adicionalmente al objetivo añadido del concepto awareness en sistemas interactivos, la interacción natural y la tecnología implicada han permitido que el contenido del concepto se haya ampliado considerablemente. Ahora es necesario que el usuario reciba información sobre el estado de aquellos objetos que manipula con los mecanismos naturales. Además, resulta clave atender nuevos contextos donde el usuario, debido a la interacción con diferentes dispositivos, puede perder información de aquellos que son desatendidos temporalmente. En este sentido, por medio de la interacción natural (por ejemplo, el uso de la mirada) es posible conocer qué información ha perdido y, por lo tanto, qué información debe mostrarse, independientemente de su naturaleza.

REFERENCES

[1] Mica Endsley. 1995. Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems. *Human Factors 37 (1)*, 32-64.

[2] Carl Gutwin and Saul Greenberg. 2002. A descriptive framework of workspace awareness for real-time groupware. Computer Supported Cooperative Work. The Journal of Collaborative Computing 11, 3-4.

[3] Juan E. Garrido, Víctor M. R. Penichet, María D. Lozano, Per O. Kristensson and Aaron Quigley. 2014. Gaze-based awareness in complex healthcare environments. Patients Rehabilitation Research Techniques Workshop (REHAB 2014), PervasiveHealth 2014. ACM Digital Library, 410-413, ISBN: 978-1-63190-011-2.

[4] Juan E. Garrido, Víctor M. R. Penichet and María D. Lozano. 2012. Residential Care Home Awareness. In Proceedings of the 4th International Workshop on ambient Assisted Living (IWAAL 2012), 161-170.

[5] Juan E. Garrido, Philippe Palanque, Aaron Quigley, and Marco Winckler. 2022. Engineering Awareness in Interfaces: Focus on Automation and Visualization. In Companion of the 2022 ACM SIGCHI Symposium on Engineering Interactive Computing Systems (EICS '22 Companion). ACM, New York, NY, USA, 54–58. https://doi.org/10.1145/3531706.3536453

[6] Stefano Baraldi, Alberto Del Bimbo, Lea Landucci and Nicola Torpei. 2016. Natural Interaction. *Encyclopedia of Database Systems*.

[7] Juan E. Garrido, Víctor M.R. Penichet and María D. Lozano. 2014. Movement-Based Interaction applied to Physical Rehabilitation Therapies. Journal of Medical Internet Research 16 (12), DOI: 10.2196/jmir.3154.

[8] Juan E. Garrido, Víctor M. R. Penichet and María D. Lozano (2013): Automatic Detection of Falls and Fainting. Journal of Universal Computer Science (JUCS) 19 (8), 1105-1112, ISSN: 0948-695X.

[9] Alberto M. Plata, Juan E. Garrido, José A. F. Valls, Víctor, M. R. Penichet and María D. Lozano. 2016. Looking for an Adequate Monitoring Mechanism for Rehabilitation Systems Based on Movement Interaction. Proceedings of the XVII International Conference on Human Computer Interaction. ACM Digital Library, ISBN: 978-1-4503-4119-6.

[10] Kinetisense. Accurate Range of Motion Analysis *http://www.kinetisense.com/* [Accessed: 04-25th-2022]

[11] Limin Paul Fu, James Landay, Michael Nebeling, Tingqing Xu and Chen Zhao. 2019. Redefining Natural user Interface. *CHI'18 Extended Abstracts*.

[12] Stephen Brewster, David McGookin and Christopher Miller. 2006. Olfoto: designing a smell-based interaction. *In Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in computing systems*, 653-662.

[13] Haruka Matsukura, Tatsuhiro Yoneda and Hiroshi Ishida. 2013. Smelling screen: development and evaluation of an olfactory display system for preventing a virtual odor source. *IEEE transactions on visualization and computer graphics* 19(4), 606-615, DOI: 10.1109/TVCG.2013.40.

[14] Takuji Narumi, Shinya Nishizaka, Takashi Kajinami, Tomohiro Tanikawa and Michita Hirose. 2011. Augmented reality flavors: gustatory display based on edible marker and cross-modal interaction". *In Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems*, 93-102, ISBN: 978-1-4503-0228-9.

[15] Daniel Wigdor and Dennis Wixon. 2011. *Brave NUI World, Designing Natural User Interfaces for Touch and Gesture. Chapter 2 The Natural User Interface.* Elsevier, ISBN: 9780123822314.

[16] Donald A. Norman. 2010. Natural User Interfaces Are Not Natural. *Interaction* 17(3), 6-10, ACM.

[17] Juan E. Garrido, Víctor M. R. Penichet and María D. Lozano, M. 2014. Movement-Based Interaction applied to Physical Rehabilitation Therapies. *Journal of Medical Internet Research* 16 (12), ISSN: 1438-8871.

[18] Juan E. Garrido, Víctor M. R. Penichet, María D. Lozano, José A. Fernández and Alberto Mora. 2019. The Use of Joint Coordinates to Monitor Patients in a Movement Based Interaction System. *Universal Access in the Information Society* 18, 3-16, ISSN: 1615-5289. DOI: 10.1007/s10209-017-0587-z.

[19] Marc Viladegut, Juan E. Garrido, Toni Granollers and Óscar López. 2019. Manipulación de objetos con interfaces naturales de usuario. *Proceedings of Interacción 2019 Conference*, ISBN: 978-84-09-12771-9.

Un primer análisis de caracterización de asistentes virtuales para el seguimiento del estado de salud de personas mayores

Javier Navarro-Alamán[†,]
Dpto. de Informática e Ingeniería de Sistemas, EUPT
Universidad de Zaragoza
Teruel, España.
jnavarroa@unizar.es

Iñaki Sánchez
Dpto. de Informática e Ingeniería de Sistemas, EUPT
Universidad de Zaragoza
Teruel, España
746345@unizar.es

Raquel Lacuesta
Dpto. de Informática e Ingeniería de Sistemas, EUPT
Universidad de Zaragoza
Teruel, España.
lacuesta@unizar.es

Virginia Casino
Dpto. de Informática e Ingeniería de Sistemas, EUPT
Universidad de Zaragoza
Teruel, España
vcasino@unizar.es

Eva Cerezo
Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón
Universidad de Zaragoza.
Zaragoza, España
ecerezo@unizar.es

ABSTRACT

En el contexto de las aplicaciones de *mobile health* (m-health), el desarrollo de interfaces fáciles de usar para mejorar la usabilidad y la aceptación para las personas mayores se ha convertido en una investigación destacada y un tema de gran desafío. Este artículo presenta el diseño de agentes conversacionales basados en el uso de avatares integrados en una aplicación de salud para el control de la fragilidad en personas mayores. Se han establecido tres puntos principales de estudio de las características de los avatares: parámetros físicos, socio-afectivos y de interacción. Un plan de evaluación detallado analiza la experiencia del usuario en comparación con las interfaces táctiles tradicionales.

CCS CONCEPTS

• Human-centered computing •Human Computer interaction • Interactive systems and tools

KEYWORDS

Asistentes virtuales, m-health, avatars, personas mayores.

1 Introducción

La evaluación médica de personas mayores debe considerar factores muy dispares debido a la gran variedad de estados de salud en los que se puede encontrar el paciente. Para la evaluación médica será necesario conocer los síntomas a los que refiere mediante un interrogatorio que permita conocer al individuo y sus dolencias actuales. Además, para una evaluación clínica se analizan dolencias pasadas y elementos familiares, ambientales y personales relevantes (proceso de anamnesis), así como realizar una exploración física (signos físicos) en la que el médico estudia su cuerpo para determinar si el individuo tiene o no un problema físico. Un examen físico por lo general comprende: (a) inspección, (b) palpación, (c) auscultación y (d) percusión [1]. El registro de datos de historia clínica ha sido un pilar fundamental de la práctica médica durante muchos siglos, incluso ahora se estima que se proporciona un diagnóstico correcto el 76% de las veces, cuando lo realiza un médico con habilidades de comunicación adecuadas [2]. Además, las buenas habilidades de comunicación y un alto nivel de empatía predicen un mayor nivel de satisfacción del paciente, lo que influye positivamente en la adherencia de los pacientes a la terapia, el cumplimiento de las citas, y se suma a la mejora de sus resultados de salud.

Actualmente, las herramientas digitales en la práctica clínica aportan una nueva forma para que los médicos brinden atención. Una de ellas es la posibilidad de recopilar y almacenar información relacionada con el estado del individuo y con la prestación de cuidados a través de sistemas interoperables en línea. Por otro lado, no se debe de olvidar que la pandemia del COVID-19 ha dificultado o empeorado el acercamiento de los profesionales sanitarios a los pacientes, sobre todo a los ancianos por su frágil estado de salud. Dentro del campo tecnológico existen distintos tipos de enfoques para el seguimiento de personas mayores. Este seguimiento se puede llevar a cabo mediante distintas metodologías como pueden ser: encuestas, entrevistas, formularios, pruebas, etc. Actualmente se están desarrollando nuevos métodos por la vía tecnológica como son los chatbots, asistentes virtuales o agentes conversacionales [3]. Pensando en las personas mayores, se debe emplear aquella tecnología más usable para ellos. En este artículo se realiza un primer análisis sobre la valoración y uso de agentes virtuales en los procesos de toma de datos de salud de personas mayores, centrándonos en un análisis inicial para la caracterización de dichos agentes virtuales o avatares.

2 Estado del arte

Actualmente existen nuevas técnicas para la recogida de datos de salud dentro del colectivo de personas mayores, algunas de las más novedosas podrían ser chatbots, asistentes virtuales o agentes conversacionales. Los chatbots podrían resultar complejos si la persona mayor no puede leer la pantalla por ser demasiado

pequeña o por problemas en los dedos que no pueda escribir o resulte ser una tarea muy compleja para ellos. Además, otro problema podría ser la existencia todavía de personas que tienen problemas con la lectura o escritura, pero se comunican bien oralmente. Los asistentes virtuales permiten apuntar citas, enviar mensajes, llamar mediante la voz, pero no están pensados para un posible seguimiento de personas, sino para facilitar ciertas tareas sin la necesidad de escribir. Los agentes conversacionales pueden integrar avatares virtuales con características de comunicación verbal o no verbal, que ejecutan una tarea interactiva de persona a máquina [1]. También llamados agentes relacionales, pueden emular algunas características humanas, utilizando diferentes tipos de interacciones como el habla, la mirada, los gestos con las manos y otras modalidades no verbales. Sin embargo, es de denotar los conflictos existentes entre mayores y el uso de las tecnologías, principalmente debido a la exclusión digital que ellos sufren, provocada por distintos miedos, el desconocimiento, falta de confianza, vergüenza por no saber cómo emplearlos y no requerir de ayuda [4]. El uso de diversas tecnologías para aumentar la eficacia y la calidad de los servicios de salud en todos los usuarios plantean la incorporación de agentes virtuales. El desafío se encuentra en diseñar interfaces que se adapten mejor a los usuarios objetivo y permitan una interacción fluida, especialmente para los usuarios de edad avanzada. En estos entornos, la experiencia del usuario y la interfaz utilizada influirán en la capacidad del usuario para transmitir y acceder rápidamente a la información, en el proceso de toma de datos y en una mejor eficiencia y satisfacción del usuario. Un diseño adecuado permitirá la entrada y obtención intuitiva de datos y la reducción en la fatiga que conlleva el proceso de interacción. La interfaz y las herramientas utilizadas también afectan la posibilidad y los métodos para la toma de la historia clínica digital.

En la bibliografía científica existen numerosos artículos referentes a avatares que se centran en hacer compañía a personas mayores que sufren de aislamiento social y soledad. Los avatares y los agentes virtuales son inherentemente de naturaleza multimodal y permiten una relación íntima entre los usuarios mayores y los avatares. Será por lo tanto una herramienta que permita al mayor sentirse más cómodo en el proceso de interacción. Y será por ello necesario estudiar qué avatares resultan de mayor agrado para este colectivo o la confianza que les sugiere.

Cada vez es más frecuente la existencia de personas mayores que viven solas y las visitas por parte de familiares son más escasas en la gran mayoría de los casos, como por ejemplo se indica en los artículos [5][6]. En estos artículos el uso de avatares se centra en el diseño de agentes conversacionales que prestan compañía a la persona en cuestión además de poder brindar atención monitoreando posibles caídas o ayudando a la gestión de ingesta de medicamentos. Por otro lado, si nos centramos en el registro de síntomas a través de agentes conversacionales en [7], los autores se centran en la detección de la demencia mediante un avatar de computadora. Las conclusiones obtenidas son, que además de poder diagnosticar con exactitud al anciano, se produjo un hallazgo que permitía hacer más explícita la detección de qué le sucede al paciente además de una reducción de esfuerzo y tiempo para este proceso de diagnóstico. La conclusión obtenida es que se encuentra en una fase de investigación demasiado temprana, donde no se puede determinar por completo todavía su validez, aunque se puede adelantar que los resultados son alentadores a falta de pruebas que hagan estos concluyentes.

De la investigación realizada, se puede obtener que no existe ningún criterio que sea claro ni siga un estándar, ya que cada uno es distintos y valoran diferentes características.

3 Caracterización de los avatares

Con el objetivo de analizar las características y el efecto en la interacción natural del uso de avatares planteamos el análisis de tres aspectos fundamentales en el proceso de la interacción: 1) análisis de parámetros físicos del avatar 2) análisis de los parámetros afectivos y socio-afectivos del proceso de la interacción y 3) parámetros propios del proceso de la interacción. Consideraremos parámetros físicos como aquellas características referentes a los rasgos físicos que se pueden observar en los avatares, desde los ojos, boca, nariz, pelo, color de pelo, raza hasta la ropa que lleva puesta. Los parámetros afectivos y socio-afectivos influyen mucho en que haya una mejor interacción y que esta pueda ser más fluida y rica de información. Estableceremos como parámetros socio-afectivos y afectivos, aquellos relacionados con la comodidad, confianza, naturalidad que el avatar transmite al usuario y muy ligado a esto, el tercer grupo de parámetros la interacción, como aquellos parámetros propios de la usabilidad del proceso de interacción.

4 Tecnologías empleadas para el diseño de avatares

Para el diseño del avatar, se ha optado por la utilización del motor gráfico Unity 3D, aprovechando las facilidades que brinda en cuanto a libertad de diseño y creatividad. Los paquetes empleados para la creación del avatar son los siguientes: 1) UMA 2 - Unity Multipurpose Avatar: es un sistema de generación y modificación de personajes en tiempo de ejecución que permite la modificación de decenas de parámetros para crear un avatar en 3D totalmente a tu gusto. Además, de animaciones y ropa 2) o3n Male and Female UMA Races: se trata de un sistema de razas aplicables al sistema UMA 2. Este a su vez permite acceder a nuevos modelos y ropaje más realista que el incluido en el paquete base 3) SALSA LipSync Suite: empleado para que se analice el audio del diálogo que se encuentre reproduciendo y, en acorde a este, el avatar mueva los labios en sincronía.

5 Diseño de avatares

A continuación, se muestra el diseño de ocho avatares creados para la validación de los parámetros presentados. En concreto trabajaremos con aspectos físicos: voz, edad, ojos, rostro, género, estatura, peso, postura corporal, rasgos faciales, pelo, ropa; socio-afectivos: credibilidad, confianza, naturalidad y emoción trasmitida y de interacción: usabilidad y comodidad. En la Figura

1 se pueden observar los 8 diseños generados para su posterior evaluación. Se ha decidido generar dos modelos infantiles (uno masculino y uno femenino), cuatro modelos de adulto (dos masculinos y dos femeninos) y dos modelos de ancianos (uno masculino y uno femenino).

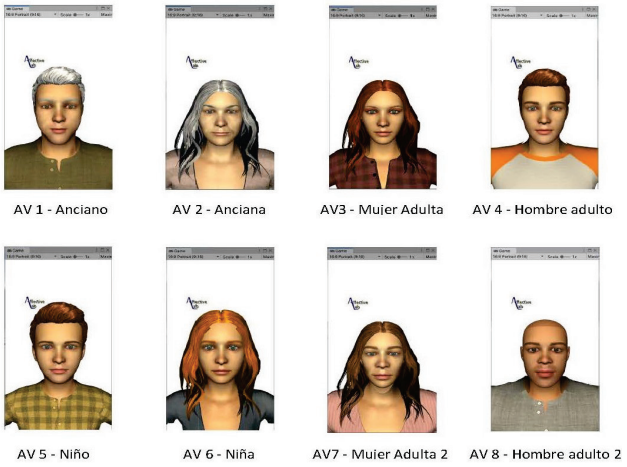


Figura 1: Avatares diseñados.

6 Evaluación de avatares

La evaluación se realiza a través de cuestionarios para llegar a todo el mundo ya que no se segmenta por edades, aunque en este artículo solo se muestran los resultados referentes a ancianos. El objetivo es una primera valoración de tanto los aspectos físicos como parámetros socio-afectivos por parte de los usuarios. En primer lugar, el cuestionario presenta varias preguntas de caracterización del usuario: género de la persona pudiendo ser hombre, mujer o prefiere no indicar con qué género se identifica y su edad en años. A continuación, se le plantean cuestiones vinculadas al uso de la tecnología. Las preguntas son: cuántas veces emplea la tecnología para conectarse al Internet, cuántas veces emplea la tecnología para comunicarse y cuántas veces emplea la tecnología para jugar. En todos los casos se pretende valorar la frecuencia semanal de la realización de la acción descrita en la pregunta pudiendo ser: nunca, una vez al mes, un día a la semana, varias veces por semana o todos los días de la semana. Para finalizar con las preguntas de carácter personal se pretende conocer un poco más sobre las capacidades que tiene esta persona con los teléfonos móviles. Las preguntas realizadas son las siguientes: su capacidad para ver lo que aparece en la pantalla del teléfono móvil, su capacidad para escuchar el teléfono móvil y su capacidad para manipular el teléfono móvil con las manos. La valoración para estas tres últimas preguntas va de 1 significando muy mala y 5 muy buena. Una vez conocido un poco más sobre las características de la persona, el uso que le da a la tecnología y sus capacidades ante esta se procede a realizar las cuestiones asociadas a los avatares. Para ello, se presenta para cada avatar un apartado donde comienza con un pequeño vídeo de presentación en el que aparece el avatar. Este primero saluda, luego indica que va a ser su acompañante en el uso de la aplicación y por último se despide deseando un buen día al usuario. En este se ve la cabeza del avatar como mueve los labios conforme al texto que ha de decir, además de mover las cejas y parpadear.

Posteriormente, se realizan las distintas preguntas que se para poder llevar a cabo el análisis de aceptación del avatar. Primero, valorar su aspecto, su voz y su naturalidad del 1 al 7. Siendo el 1 nada natural y el 7 muy adecuado o muy natural. Luego, cómo de cómodo/cómoda se sentiría si tuviera que hablar con el avatar del 1 al 7. Siendo el 1 nada cómodo/cómoda y el 7 muy cómodo/cómoda. Cuánta confianza le transmite el avatar del 1 al 7. Siendo el 1 ninguna confianza y el 7 mucha confianza. La credibilidad que le transmite el avatar del 1 al 7. Siendo el 1 nada creíble y el 7 muy creíble. Y, si le ha transmitido alguna emoción pudiendo responder "Sí" o "No", y en el caso de ser una respuesta positiva, cómo ha sido la emoción a elegir entre "Positiva", "Neutra" o "Negativa". La naturalidad, comodidad, confianza y credibilidad son considerados parámetros de interacción socio-afectiva.

Estas preguntas son realizadas para cada uno de los avatares, y, cuando todos han sido valorados, se procede a que elijan dos 2 de ellos correspondientes a ser sus favoritos.

7 Resultados

Para los primeros análisis se ha analizado una muestra de 5 personas con las siguientes edades: 63, 62, 62, 73, 73 y 74. Un total de 2 mujeres y 3 hombres. Todos los usuarios han sido válidos para esta prueba y cada uno de ellos realizaba el formulario en el dispositivo más cómodo para ellos.

Los usuarios utilizan la tecnología en media, en un 75% de las ocasiones para comunicarse, un 70% para conectarse a internet, y un 0% para jugar. Su capacidad visual es del 4'2, capacidad auditiva del 4'2 y táctil del 3'8 también. Para la realización de valoración de los avatares se ha etiquetado a los diferentes modelos generados (ver Figura 1): AV1 (Anciano), AV2 (Anciana), AV3 (Mujer adulta), AV4 (Hombre adulto), AV5 (Niño), AV6 (Niña), AV7 (Mujer adulta 2), AV8 (Hombre adulto 2). El análisis de la evaluación de aspectos positivos de los avatares (valoración media de aspectos físicos y socio-afectivos) concluyen que el avatar preferido por esta población es el etiquetado como AV5 y el que menos gusta a este colectivo es el AV7 (ver Figura 2).

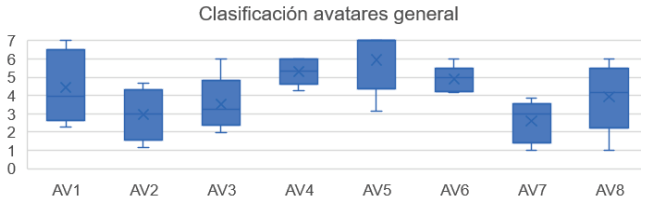


Figura 2: Puntuación dada a los avatares.

Si desglosamos las valoraciones en aspectos físicos: apariencia y voz y de interacción socio-afectiva (ver Figura 3) podemos

observar que los mejores valorados en apariencia son el AV4 y el AV5, los peores valorados son el AV7 y el AV2. Los mejores valorados respecto a la voz son el AV5 y el AV4, los peores serán el AV7 y el AV2. Respecto a los datos socio-afectivos los mejores valorados han sido el AV5 y el AV4 y los peores el AV8 y el AV2.

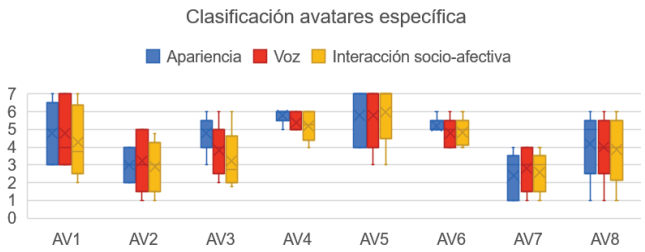


Figura 3: Calificación de los parámetros de apariencia, voz e interacción socio-afectiva dada a los avatares.

En esta primera valoración se observa que los usuarios se decantan por avatares con facciones más suaves como eran el niño y el hombre adulto, las puntaciones eran más positivas. Descartando los de rasgos más serios y duros como la mujer adulta 2 y la anciana. Al resultar menos atractivas sus puntuaciones eran relativamente menores a los restantes avatares. Es de relevancia destacar que la voz de los avatares masculinos es siempre la misma y también la voz de los avatares femeninos, por lo que entendemos que el agrado físico es determinante para valorar el resto de factores. El hecho de etiquetar los avatares como "anciano" o "niño" en ocasiones no ha sido tenido en cuenta por los usuarios que hacían la valoración, sin embargo, un usuario que sí que ha atendido a esta etiqueta presento un comentario del tipo: "un niño no puede ser mi médico". Sin embargo, es de denotar que aquellos que no atienden a la etiqueta no "discriminan" avatares por su edad aparente. En general se atiende principalmente a su aspecto físico. Otra usuaria se decantó por elegir los avatares de acuerdo al parecido con seres conocidos. Respecto al sexo, los usuarios se decantaron por avatares masculinos. Atendiendo a las emociones generadas (ver Figura 4), aquel avatar mejor valorado físicamente y a nivel socio-afectivo, es el que genera mejores emociones en los usuarios.

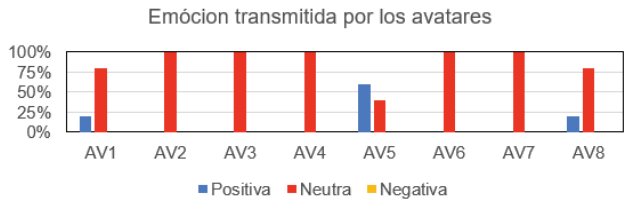


Figura 4: Emociones de los usuarios.

En estudios futuros, se estudiarán si existen diferencias significativas entre los avatares que son peor y mejor valorados. Al igual que se trabajará en mayor profundidad el aspecto de la interacción y usabilidad.

6 Conclusiones

En este artículo nos centramos en la importancia del diseño de aplicaciones cercanas a la interacción natural para el desarrollo de aplicaciones de m-health centradas en ancianos. Es por ello que proponemos el uso de agentes conversacionales y agentes virtuales (avatares) para incrementar la aceptación tecnológica de los ancianos. En este artículo presentamos un primer análisis de caracterización de avatares para el análisis de aspectos que generan más agrado a este colectivo y que son influyentes en el proceso de aceptación, este estudio está siendo ampliado para recoger más valoraciones. Actualmente los avatares están siendo integrados en una aplicación de seguimiento de salud para personas mayores frágiles. En estudios futuros se valorará la usabilidad del proceso de interacción, la aceptación tecnológica de dichos avatares y la correlación de factores vinculantes en la evaluación de agentes virtuales por parte del colectivo de ancianos, estableciendo criterios de diseño de agentes virtuales para el colectivo de personas mayores.

ACKNOWLEDGMENTS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (MCI), la Agencia Española de Investigación (AEI), la UE (FEDER) a través de los contratos RTI2018-096986-BC31, y por el Gobierno de Aragón (Grupo T60_20R).

REFERENCES

[1] S. Bravo et al., «CATE: An Embodied Conversational Agent for the Elderly». 2020, p. 948. doi: 10.5220/0009174009410948.

[2] Henry Martins y L. Lino, «Digital Anamnesis: Integrating Classic History Taking with Digital Health», vol. 21, n.o 5, p. 3.

[3] J. L. Z. Montenegro, C. A. da Costa, y R. da Rosa Righi, «Survey of conversational agents in health», Expert Syst. Appl., vol. 129, pp. 56-67, sep. 2019, doi: 10.1016/j.eswa.2019.03.054.

[4] J. Nowakowska-Grunt, M. Dziadkiewicz, K. Olejniczak-Szuster, y M. Starostka-Patyk, «Quality of service in local government units and digital exclusion of elderly people - Example from implementing the avatar project», Pol. J. Manag. Stud., vol. 23, pp. 335-352, jun. 2021, doi: 10.17512/pjms.2021.23.2.20.

[5] Z. Callejas y D. Griol, «Conversational Agents for Mental Health and Wellbeing», en Dialog Systems: A Perspective from Language, Logic and Computation», T. Lopez-Soto, Ed. Cham: Springer International Publishing, 2021, pp. 219-244. doi: 10.1007/978-3-030-61438-6_11.

[6] R. Dai y Z. Pan, «A Virtual Companion Empty-Nest Elderly Dining System Based on Virtual Avatars». 2021, p. 451. doi: 10.1109/ICVR51878.2021.9483852.

[7] H. Tanaka et al., «Detecting Dementia Through Interactive Computer Avatars», IEEE J. Transl. Eng. Health Med., vol. 5, pp. 1-11, 2017, doi: 10.1109/JTEHM.2017.2752152.

Diseño de GeoBot-Primary: Un Sistema Multimedia Adaptativo para aprender Geografía jugando

Jesús Torres Sánchez
Universidad de Granada
Granada, España
jesustorres09@correo.ugr.es

Nuria Medina Medina
Universidad de Granada
Granada, España
nmedina@ugr.es

RESUMEN

En este artículo se presenta *GeoBot-Primary*, un sistema multimedia educativo que enseña Geografía a través de juegos sencillos organizados por niveles educativos. El diseño de GeoBot-Primary ha sido realizado pensando en facilitar la interacción de los usuarios y descrito desde tres perspectivas inter-relacionadas: diseño del sistema, diseño de la gamificación y diseño de la adaptación al usuario. En concreto, se propone un diseño basado en GDDs (*Game Design Documents*) para especificar las mecánicas de juego y la interacción en cada uno de los minijuegos, siguiendo un formato similar en el caso de los elementos y la estética general de la aplicación. En el artículo, también se describe parte de un proceso aún en desarrollo en relación a la creación y aplicación de un modelo de usuario y conjunto de reglas de adaptación para personalizar la interacción del sistema en función del perfil de jugador y de aprendiz que presenta el usuario.

CCS CONCEPTS

• **Applied computing** → **Interactive learning environments**; **Computer-assisted instruction**; **Learning management systems**.

PALABRAS CLAVES

Sistema multimeda interactivo, usabilidad, diseño de videojuegos, adaptación, modelo de usuario

1 INTRODUCCIÓN

Hoy en día, el auge de las nuevas tecnologías ha derivado en una transformación completa del mundo, siendo innegable su influencia en el sector de la educación. Estas tecnologías permiten el acceso a una gran cantidad de información y recursos que pueden resultar de gran utilidad para favorecer la correcta comprensión de objetos de estudio muy diferentes. En este sentido, una de las ventajas más importantes del uso de las TIC en educación es la capacidad de incrementar la participación y el interés de los estudiantes por medio del uso de recursos multimedia interactivos [1]. El mayor dinamismo de estos sistemas puede ser explotado para reducir el fracaso escolar, como complemento o en sustitución de la transmisión rigurosa y estricta de información que se venía realizando de forma tradicional en muchas aulas, dando lugar en ocasiones a una sensación de desidia colectiva.

Partiendo de esta idea, se ha realizado una investigación para determinar qué ámbitos del sistema educativo presentan una mayor dificultad para el alumnado siguiendo metodologías tradicionales. Como resultado, se ha detectado que una de las materias que presenta mayor dificultad es la materia Ciencias Sociales en los cursos de Educación Primaria, concretamente la sección de Geografía [7, 8, 12]. En este artículo, se describe una herramienta complementaria denominada GeoBot-Primary creada con el objetivo de ayudar a impartir la docencia en esta materia. Esta propuesta se basa en un sistema multimedia en formato de videojuego interactivo, el cual permitirá que los alumnos puedan alcanzar las competencias exigidas y desarrollar el interés por la Geografía mientras se divierten.

Con el objetivo de aumentar la usabilidad del sistema, se propone un proceso de adaptación al usuario considerando la forma en la que el mismo aprende (*estilo de aprendizaje*) y juega (*per il de jugador*); definiendo para ello un *modelo de usuario* como método de representación de la información pertinente al mismo en relación a la adaptación, la cual servirá como base a la hora de definir las reglas correspondientes para aplicar las adaptaciones necesarias en GeoBot-Primary.

Respecto a la estructura de este artículo, la Sección 2 realiza una investigación de los contenidos, artículos y estudios de la bibliografía en relación al tema abordado. Posteriormente, la Sección 3 describe el sistema GeoBot-Primary, continuando con tres secciones adicionales donde se especificarán algunos aspectos en relación al diseño general del sistema (Sección 4), el diseño de la gamificación (Sección 5) y la adaptación (Sección 6). Para finalizar, la Sección 7 plantea algunas conclusiones finales y los trabajos futuros.

2 ESTUDIOS PREVIOS

A la hora de desarrollar GeoBot-Primary, los sistemas tomados como referencia inicialmente se corresponden con los videojuegos educativos de Geografía más conocidos como es el caso de *Las Aventura de Carmen Sandiego* o *GeoGuessr*, extrayendo algunos aspectos destacados a adoptar en nuestro sistema, especialmente en relación a las mecánicas de juego. Este desarrollo ha requerido la

realización de una búsqueda más profunda en términos de gamificación y conceptos teóricos de aprendizaje y juego para aplicarlos desde cero al sistema planteado. Dentro de los trabajos revisados, destaca la investigación de Caponetto [5] sobre gamificación, especialmente en torno a la importancia de la selección y uso de incentivos en entornos educativos. Otro estudio realizado por el profesor A. Mora en la Universidad de Granada [10] se centra en el uso de recursos para motivar a los alumnos como pueden ser historias subyacentes, niveles y mapas del nivel para ofrecer una visión más amplia del recorrido a seguir para alcanzar los objetivos, insignias y barras de progreso, entre otros. Tras revisar otros trabajos, cabe destacar además la importancia de adaptar la estética del videojuego al tipo de alumnos que lo va a utilizar, así como la narrativa y la progresión del juego [2, 3, 11].

En cuanto al proceso de adaptación al usuario, Barragan [4] destaca algunos aspectos relacionados con el aprendizaje, haciendo especial hincapié en los estilos de aprendizaje y mostrando algunos modelos o propuestas de psicólogos cognitivistas que pueden servir de base a la hora de realizar una categorización para construir el modelo de usuario. En su estudio, el autor destaca los siguientes modelos de aprendizaje: Myers-Briggs, Modelo de Pask, Estilos de aprendizaje de Kolb y Modelo de Felder-Silverman. En este caso, se ha prestado especial atención al Modelo de Felder-Silverman [9], uno de los más utilizados hoy en día en el ámbito educativo debido a su eficacia y precisión a la hora de categorizar al alumnado. En relación a los perfiles de jugador, se ha destacado la teoría de Marczewski [6], donde se defiende la existencia de cinco perfiles de usuario: tradicionales, sociales, espíritus libres, maestros, disruptores y filántropos, en función de cómo el usuario interactúa con el videojuego desde una perspectiva de jugador.

3 GEOBOT-PRIMARY

GeoBot-Primary es un sistema multimedia educativo basado en juegos para enseñar conocimientos de Geografía en Educación Primaria. Este cuenta con tres niveles bien diferenciados, cada uno asociado a un ciclo educativo diferente. A su vez, cada nivel dispone de cinco minijuegos centrados en competencias específicas del ciclo en cuestión (por ejemplo el estudio de la Hidrosfera en el nivel inicial). Con esta estructura, los objetivo educativos se alcanzan de forma incremental. Para favorecer que los alumnos dispongan de un método fácil e intuitivo de asimilar los contenidos, el sistema contará con una historia subyacente protagonizada por un robot llamado GeoBot, y que servirá de hilo conductor a lo largo de los distintos niveles. Además, se proporciona un mapa con una serie de puntos seleccionables que enlazarán con los distintos minijuegos disponibles en cada nivel. De este modo, la superación de cada minijuego girará en torno a alcanzar dos objetivos fundamentales: ayudar al personaje principal del minijuego para solucionar un problema concreto planteado en esa escena y ayudar a GeoBot a obtener un objeto para superar la misión global, obteniendo además divertidas insignias como recompensa.

Este sistema se ha implementado utilizando el motor de videojuegos *Unity*, siguiendo un proceso de desarrollo basado en prototipos, los cuales han permitido identificar problemas de usabilidad y jugabilidad desde fases tempranas. En la Figura 1 se muestra el minijuego inicial del primer nivel de GeoBot-Primary. Las mecánicas básicas de este minijuego consisten en que el usuario debe ayudar a una granjera a capturar a sus gallinas perdidas. Para ello, dispondrá de cuatro botones, cada uno de ellos asociados a un punto cardinal. A lo largo del minijuego, irán apareciendo de forma progresiva grupos de gallinas por uno de los cuatro puntos cardinales principales, de modo que cuando el usuario pulse sobre el botón correcto, se lanzará otro grupo de gallinas por un punto cardinal diferente de forma aleatoria. Finalmente, abajo a la derecha podemos ver a GeoBot junto a un icono que permite abrir un diálogo de información asociado a dicho minijuego.

Figura 1: Vista principal del Minijuego 1 (Nivel 1)

4 DISEÑO DEL SISTEMA

El primer paso a la hora de especificar el diseño del sistema consiste en la definición de su arquitectura. Para ello, se ha tomado la decisión de utilizar una arquitectura de tres capas siguiendo un patrón Modelo-Vista-Controlador ya que facilita la gestión de la información y favorece la reutilización de funcionalidades al agrupar una serie de tareas de gestión comunes en el controlador. En la Figura 2 se muestra una imagen de la arquitectura de GeoBot-Primary con cada uno de los componentes que la constituyen.

En términos de diseño, tanto los niveles (3 niveles en total) como los minijuegos (5 minijuegos por nivel) cuentan con un formato similar, por lo que para cada uno de ellos se ha requerido la definición de los siguientes aspectos: *espacio de juego*, *personajes*, *elementos de la interfaz de usuario* (botones, paneles, etc.), *acciones*, *controles* y un *boceto* que ha servido como base a la hora de implementar las vistas del sistema asociadas. Para el diseño de cada minijuego en particular se ha utilizado un GDD o *Game Design Document*. De este modo, en cada minijuego, además de la información especificada en el diseño de los niveles como *controles* o *personajes*, también se han definido algunos aspectos más concretos del juego como son la *historia*, *mecánicas*, *habilidades* o el *ciclo educativo* asociado, entre otros. En este sentido, es importante tener en cuenta que el mapeo entre las competencias educativas de Geografía y los retos lúdicos donde se trabajan ha sido explicitado en el GDD para mejorar la eficacia educativa de la propuesta y facilitar su posterior evolución.

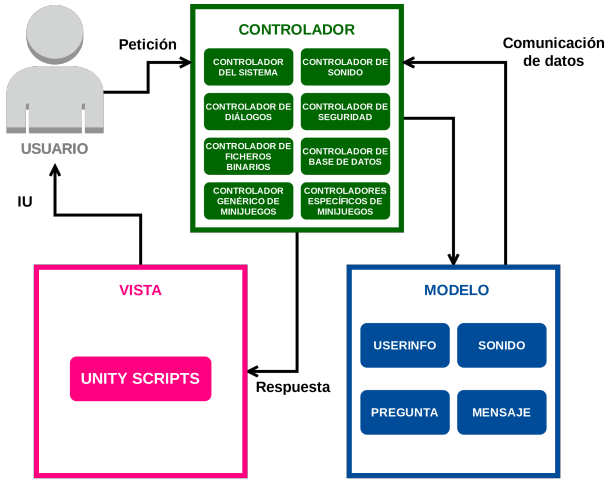


Figura 2: Diagrama de arquitectura del sistema

5 DISEÑO DE LA GAMIFICACIÓN

El diseño de la gamificación ha sido una etapa esencial en el desarrollo de GeoBot-Primary, ya que serán estas medidas las que determinarán los recursos utilizados por el sistema para atraer la atención de los usuarios y, por tanto, mejorar la experiencia de juego y la efectividad educativa del mismo. A continuación, se describen brevemente las decisiones de diseño tomadas en torno a la gamificación.

La primera decisión de diseño se centra en la creación de un sistema de recompensas o entrega de insignias coleccionables para afianzar la relación del usuario con el sistema. De este modo, debemos diferenciar entre la recompensa base del minijuego, que se corresponde con la motivación principal que mueve al personaje central de la historia, y las insignias asociadas a cada minijuego. Un ejemplo de recompensa base sería el uso de una serie de gemas que sirven como combustible para que GeoBot pueda volver a casa (Nivel 2).

Adicionalmente, para facilitar la consulta de las competencias que se van alcanzando, se ha decidido registrar los resultados de los minijuegos en forma de estadísticas para poder consultarlas bajo demanda. Esto permite realizar un seguimiento del progreso educativo tanto a nivel personal por parte del jugador como por parte de un educador responsable del alumno.

Otro aspecto fundamental en el diseño de la gamificación ha consistido en la definición de una serie de historias subyacentes, tanto para los niveles como en los casos particulares de los minijuegos. La narrativa es el hilo conductor que guía al usuario, da sentido y motiva el juego, por tanto es fundamental que la creación de la misma tenga en cuenta sus necesidades. Además, es en la historia donde se incluye el contenido teórico relacionado con la materia, por lo que su redacción ha sido muy cuidadosa para no perjudicar la inmersión del jugador y enriquecer la experiencia del juego al tiempo que este aprende de forma inconsciente. Por tanto, se ha buscado un equilibrio deseable para garantizar que las historias se muestran de forma sencilla y comprensible, aunque con una base teórica sólida que permita a los jugadores adquirir nuevos conocimientos.

En relación a las historias definidas, una cuestión de diseño importante ha sido la creación de personajes familiares que actúen como protagonistas de las historias. El uso de este recurso es muy importante a la hora de reforzar la relación entre el usuario y el sistema, especialmente en niños donde los vínculos creados con este tipo de personajes suele ser mucho mayor. Para ello, se ha optado por la reutilización de personajes a lo largo de las diferentes historias, de modo que cada historia contará con un personaje particular, repitiéndose los personajes de cada minijuego en los distintos niveles.

Por último, cabe mencionar la cuidadosa selección y uso de recursos gráficos que se ha realizado en cada una de las historias. Siguiendo las decisiones de diseño descritas, los escenarios se van a repetir a lo largo de los tres niveles. De esta forma, al tratarse de un videojuego en dos dimensiones, se utilizará una misma imagen de fondo que sirve de escenario en las historias protagonizadas por un mismo personaje. Sin embargo, para facilitar la identificación del nivel actual, se han aplicado filtros sobre las imágenes de fondo para simular el paso del día, de modo que en el primer nivel la imagen de fondo simula la mañana, en el segundo nivel la tarde, y por último en el tercer nivel la noche. Esta familiaridad de personajes y escenarios dota al juego de un mayor grado de uniformidad y favorece la motivación del jugador.

6 DISEÑO DE LA ADAPTACIÓN

A pesar de que el sistema se ha desarrollado desde el principio teniendo en cuenta el tipo de usuario al que va dirigido, consideramos que es necesario centrar una mayor cantidad de esfuerzos en mejorar su usabilidad, ya que será la experiencia de usuario la que condicionará que el sistema cumpla sus objetivos. Una posible alternativa se basa en adaptar las funciones, estructura y contenidos de la aplicación en función de las características específicas de cada usuario individual. Para ello, se está trabajando en la definición y aplicación de un proceso de adaptación, el cual parte de la creación de un modelo de usuario (MU) teniendo en cuenta las características del alumno. De este modo, se introducen los estilos de aprendizaje revisados en el estado del arte al modelo de usuario, aunque añadiendo una nueva dimensión como son los perfiles de jugador, siguiendo los modelos de Felder-Silverman y Marczewski descritos previamente [4, 6]. Además, el MU también incluye información en relación al nivel de conocimiento del usuario y su progreso, la cual se obtendrá bien de forma directa a partir de cuestionarios o infiriéndose a partir de la interacción del usuario con el sistema (dependiendo del momento del juego).

En última instancia, el proceso de adaptación se basa en la definición y aplicación de reglas de adaptación. Dentro de las principales tareas a adaptar, podemos realizar una agrupación de las reglas en las siguientes categorías:

- Adaptación del contenido de aprendizaje. Consiste en la modificación de los elementos relacionados con el contenido teórico del sistema sobre Geografía con el objetivo de facilitar el proceso de aprendizaje. En este sentido, las adaptaciones a realizar dependen en mayor medida del estilo de aprendizaje del jugador, su conocimiento y su progreso. Un ejemplo de este tipo de adaptación consistiría en mostrar el contenido teórico trabajado en el minijuego antes o después

de intentar superar el mismo. Esta adaptación viene motivada por el hecho de que algunos alumnos prefieren aprender a partir de la experiencia y revisar la teoría después, mientras que otros prefieren estudiar la teoría previamente y reflexionar lógicamente en el juego.

- Inclusión de funciones adicionales. Esta categoría incluye las adaptaciones basadas en la modificación de las funciones que el usuario tendrá disponibles, bien por una cuestión de preferencias o por sus propias necesidades de aprendizaje. Un ejemplo de este último caso es la inclusión de ayudas en el juego, las cuales se activarán inicialmente o a posteriori en función del estilo o perfil de jugador. También pueden activarse ayudas durante el juego si el número de intentos del jugador para lograr superar un reto es elevado.
- Adaptación de la estructura de la interfaz. Este tipo de adaptación se basa en la modificación de los elementos que se muestran al usuario teniendo en cuenta sus preferencias o características. Este tipo de adaptación depende en mayor medida de su estilo de juego y otros atributos como sus características visuales o auditivas. Un posible ejemplo sería permitir que el usuario pueda modificar algunos aspectos sobre la estética del sistema si su perfil de usuario es *espíritu libre*.

7 CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Uno de los problemas con un mayor impacto en el sistema educativo primario nacional radica en la falta de herramientas tecnológicas que den soporte en un modo verdaderamente motivador a la adquisición de determinados contenidos que pueden resultar de especial dificultad para los alumnos. Este es el caso de la Geografía, una materia que requiere la captación de una gran cantidad de detalles con los que los niños no suelen estar familiarizados, especialmente al requerir un cambio de concepción de la realidad en términos espaciales. Desarrollado para este cometido, a lo largo del artículo se ha descrito el diseño de un sistema multimedia educativo compuesto por 15 minijuegos y denominado GeoBot-Primary. En términos de gamificación, se han descrito brevemente una serie de medidas de diseño que se han aplicado para incluir recursos que motiven a los alumnos a interaccionar con el sistema y afiancen esta relación en base a la sencillez, uniformidad y familiaridad de escenarios y personajes, así como al uso de la narrativa como esqueleto vertebral del juego y de un sistema de recompensas que premia el progreso educativo de los jugadores. En este sentido es especialmente importante hacer notar que los contenidos educativos han sido integrados dentro de la narrativa y retos lúdicos para no romper la inmersión de los jugadores, manteniendo la capacidad de motivación del sistema.

Posteriormente, con el objetivo de aumentar la usabilidad del sistema y hacer que este se centre en las características particulares de los alumnos, se ha propuesto la definición y aplicación de un modelo de adaptación al usuario (en progreso), realizando para ello una categorización en torno al concepto de estilos de aprendizaje y perfiles de jugador que se apoya en trabajos previos [4, 6]. A partir de estos conceptos, se ha planteado la definición de un modelo de usuario, donde se representaría toda la información del usuario en el contexto de la adaptación a realizar. Este modelo establece los atributos que luego usarán las reglas de adaptación, las cuales definirán las medidas de adaptación a aplicar durante el funcionamiento del sistema. Estas reglas se han dividido en tres tipos: adaptación de contenidos, adaptación de la interfaz y adaptación de la funcionalidad. Una vez implementada por completo la adaptación al usuario en GeoBot-Primary, será fundamental la evaluación del grado de mejora que esta personalización introduce en términos de usabilidad. Esto requerirá la realización de pruebas de usabilidad y jugabilidad sobre el sistema antes y después de aplicar la adaptación con usuarios reales, a partir del cual se evaluará la eficacia de la técnica de adaptación diseñada.

Adicionalmente, en relación a objetivos a largo plazo, será necesario realizar una serie de mejoras del sistema en cuanto a seguridad para poder migrar finalmente el sistema a una plataforma web de forma que los usuarios puedan conectarse a la aplicación online. Esta mejora también ofrece una serie de ventajas adicionales, como el soporte a la creación de un sistema de control y seguimiento de alumnos para que los profesores puedan analizar la evolución de los alumnos en base a los resultados obtenidos.

EXPRESIONES DE GRATITUD

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (MCI), la Agencia Española de Investigación (AEI) y la UE (FEDER) a través del contrato RTI2018-096986-B-C31.

REFERENCIAS

[1] Bent B Andresen and Katja van den Brink. 2002. Multimedia in education. In *Infarmation technologies at school: conference materials*. 5–8.

[2] Marc Argilés, Laura Asensio Jurado, and Lluïsa Quevedo Junyent. 2020. Gamification, serious games and action video games in optometry practice. *Journal of optometry* 13, 3 (2020), 210.

[3] Alberto Asquer. 2013. Not just videogames: Gamification and its potential application to public services. In *Digital public administration and E-government in developing nations: Policy and practice*. IGI Global, 146–165.

[4] P Barragán. 2008. Una propuesta de incorporación de los estilos de aprendizaje a los modelos de usuario en sistemas de enseñanza adaptativos. *Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, España* (2008).

[5] Ilaria Caponetto, Jeffrey Earp, and Michela Ott. 2014. Gamification and education: A literature review. In *European Conference on Games Based Learning*, Vol. 1. Academic Conferences International Limited, 50.

[6] Flavio Escribano and A Cp. 2017. Gamification Model Canvas Evolution for Design Improvement: Player Profiling and Decision Support Models. *Fundación Iberoamericana Del Conocimiento* (2017), 1–6.

[7] Juan Luis Fernández-Quero. 2021. El uso de las TIC como paliativo de las dificultades del aprendizaje en las ciencias sociales. *Digital Education Review* 39 (2021), 213–237.

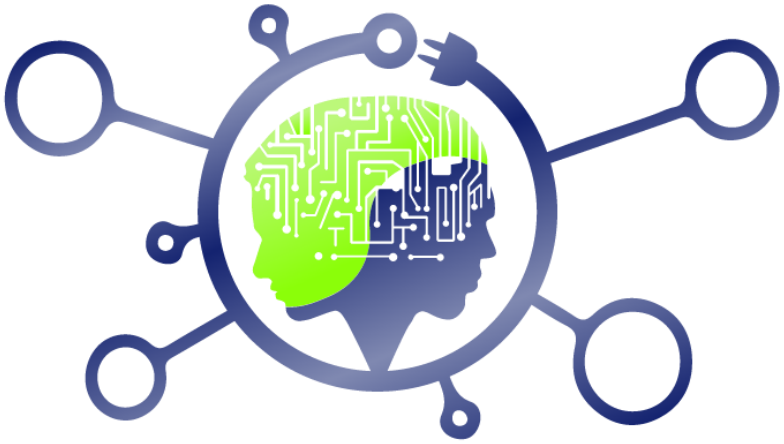
[8] José Manuel Lara Fuillerat and José Moraga Campos. 2018. Percepción del alumnado del IES "El Tablero"(Córdoba) sobre la enseñanza y el aprendizaje de la Geografía. *Didáctica Geográfica* 19 (2018), 149–167.

[9] Sabine Graf, Silvia Rita Viola, Tommaso Leo, and Kinshuk. 2007. In-depth analysis of the Felder-Silverman learning style dimensions. *Journal of Research on Technology in Education* 40, 1 (2007), 79–93.

[10] Antonio Mora García. 2021. Aplicación de las nuevas tecnologías para la mejora de la formación académica.

[11] Yin-Leng Theng, Jason WY Lee, Paul V Patinadan, and Schubert SB Foo. 2015. The use of videogames, gamification, and virtual environments in the self-management of diabetes: a systematic review of evidence. *Games for health journal* 4, 5 (2015), 352–361.

[12] Cristian Zubiría Sayans. 2013. Dificultades de aprendizaje de contenidos geográficos en primaria. Propuesta de materiales curriculares. (2013).



INTERACCIÓN 2022

ARTÍCULOS RELEVANTES YA PUBLICADOS

On drivers' reasoning about traffic signs

The case of qualitative location

Ana Hernando
Psychology and Sociology Department
Universidad de Zaragoza
Teruel, Spain
anahdo@unizar.es

Antonio Lucas-Alba†
Psychology and Sociology Department
Universidad de Zaragoza
Teruel, Spain
lucalba@unizar.es

María T. Blanch-Micó
Faculty of Psychology
Universidad Católica de Valencia
Valencia, Spain
mt.blanch@ucv.es

Andrés S. Lombas
Psychology and Sociology Department
Universidad de Zaragoza
Teruel, Spain
slombas@unizar.es

Alberto Arbaiza
Dirección General de Tráfico
Madrid, Spain
alberto@dgt.es

Hans Remeijn
Rijkswaterstaat
Delft, The Netherlands
hansrem@gmail.com

Gunilla Thyni
Trafikverket
Stockholm, Sweden
gunilla.thyni@trafikverket.se

Gilberto Tognoni
SINA S.p.A.
Verona, Italiy
gilberto.tognoni@nicomsrl.it

ABSTRACT

This contribution is a summary of the paper by Hernando, Lucas-Alba, Blanch, Lombas, Arbaiza, Remeijn, Thyni and Tognoni, entitled "On drivers' reasoning about traffic signs: The case of qualitative location". The paper was accepted for publication by the Journal of Applied Research in Memory and Cognition in early 2022 (https://doi.org/10.1037/mac0000016). This article explored the most appropriate arrangement (vertical, horizontal) and the frame of reference adopted by drivers (intrinsic, relative) as determinants of the comprehension of new traffic messages (e.g., congestion before arriving to Milan). Two specific cases for location (event-before-city, event-after-city) were tested following two layouts: H (horizontal, left-right) and V (vertical, bottom-up). Four comprehension tests carried out between 2006 and 2013 with 10,099 drivers in four countries (Italy, Netherlands, Spain, Sweden) were analyzed in a 2 (case: Before vs. After) x 2 (disposition: H, V) x 4 (Country) between-subject design. The comprehension of the V variants (78.1%) exceeded the comprehension of the H variants (54.1%) in all the countries in the "before" case. In no country did the V or H variants come close to functional understanding in the "after" case. The results provided evidence of the preferred model and relative frame of reference as determinants of message understanding.

CCS CONCEPTS

• Human Computer Interaction • Interaction design • Visualization

KEYWORDS

frame of reference, preferred mental models, reasoning, traffic sign comprehension

1 Introduction

A controversial aspect that arises from the use of different traffic sign devices, particularly those in electronic format, is that drivers often have to understand messages they are seeing for the very first time. Therefore, drivers will not be able to simply retrieve a certain meaning from long-term memory, but must reason to conclude what that road sign means. This work addressed the evaluation of complex electronic traffic signs, providing empirical data to identify suitable formulas for international signage. More specifically, this article analyzed the results of comprehension tests carried out with Variable Message Signs (VMS) designed to inform European drivers about variable events (congestion, roadworks, wind, or snow) located qualitatively, that is, by reference to a city placed before or after such events. One of the basic difficulties of this objective arose with the VMS template, originally designed to combine a pictogram with words and phrases of a certain language (Italian, French, Swedish, etc.) and that many European countries adopted in the 1980s and 1990s [1]. In the specific case under study, the goal was to replace a preposition (before, after) with a language-independent element that could be displayed in a VMS. Due to its simplicity, the possibility of adapting it to a 5x7 pixel matrix (see Fig. 1) and its versatility, the arrow was the most obvious choice.

Arrows are ‘meaningful graphic forms’ that encourage people to interpret causal and functional aspects in a diagram [2], capturing a large variety of semantics with their simple shape.
Clearly, the contextual versatility of arrows was both a strength and a weakness. Drivers infer on the fly the possible meanings of the arrows from their immediate visual context, taking into account the surrounding elements and their reciprocal congruence [3], forming an “arrow diagram” [4]. For example, by looking at the fourth sign in the upper right corner (Fig. 1), some drivers may infer that congestion occurs after the city, while other drivers may think that it occurs when heading into the city (i.e. before). So this paper answered this basic question: how should the three main elements of the VMS (pictogram, arrow, city name) be combined in the available VMS template for drivers to understand their meaning?

The answer to this question must integrate two determinants of drivers' understanding: novelty and the contextual interpretation of the arrow. As these VMS did not take advantage of the well-learned structure and layout of painted signs, drivers participating in these studies had to infer their meaning. To discuss how drivers reason about VMS we are adopting the preferred mental models theory (PMMT) [5] a theoretical variant of the mental models theory (MMT) [6]. The PMMT assumptions better fit the objective of this study, a case of spatial relational reasoning with a set of ambiguous premises about which drivers must reach one fundamental conclusion (the VMS meaning). Figure 1 shows the four basic configurations analyzed. A complementary determinant of drivers’ reasoning that we explored in this analysis was the potential synergy between the drivers’ frame of reference and the VMS frame of reference [7].

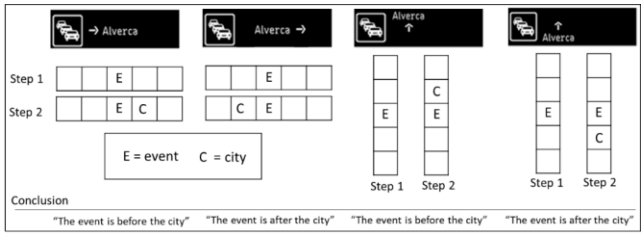


Figure 1: Plausible preferred mental models for “event before/after city”. (*Source:* Copyright © 2022 by the American Psychological Association. Reprinted with permission from the original publication: Hernando, A., Lucas-Alba, A., Blanch, M. T., Lombas, A. S., Arbaiza, A., Remeijn, H., Thyni, G., & Tognoni, G. (2022). On drivers’ reasoning about traffic signs: The case of qualitative location. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*).

The aim of this work was to determine how drivers’ reasoning strategies and most preeminent frame of reference impinge upon comprehension of novel VMS messages. Between 2006 and 2013, a series of comprehension tests were carried out within the framework of EasyWay, the European Union program for the implementation of Intelligent Transport Systems (https://www.its-platform.eu/). This article analyzed the results of comprehension tests performed with messages designed to report on variable events (congestion, roadworks, wind, or snow) located before or after a city. Studies were carried out in 2006, 2010, 2011, and 2013, with Dutch (NL), Italian (IT), Spanish (ES), and Swedish (SE) samples.

2 Method

2.1 Participants, procedure and design

A total of 10,099 drivers responded to comprehension tests dealing with the variants shown in Fig. 3. The sample included 2938 Dutch, 1988 Italian, 2510 Spanish, and 2663 Swedish drivers, distributed among the different test editions and sign variants (Table 2). The modus operandi of the four studies was very similar, through electronic tests posted on public websites (usually official traffic administrations, but also drivers' associations or highway companies). The design and structure of the test followed ISO-9186 recommendations for computer tests [8]. The drivers' main task was to write down what they believed to be the meaning of the message on the road sign.

3 Results

Overall, results for “before” (above 50%) were better than for “after” (around 20%). Also, the "before" and "after" errors differed in nature: errors with before were less frequent and most of them consisted in considering incomplete information (e.g., indicating there was a congestion, but not where). Errors with after were more frequent and problematic, particularly when drivers understood the opposite of the intended meaning. The obvious recommendation was to avoid using "after" information with the event-city-arrow triad: most drivers will understand otherwise (except about 20% who will be correct). According to the PMMT, representing the scene would be easier if the event located before the city, because the after condition requires participants to reverse the Located Object-Referent Object sequence to place the tokens in the spatial mental matrix. A better comprehension of V “before”, compared to H “before”, also fits with the fourth prediction in the study: VMS consistent with the drivers' relative frame of reference [7] facilitated model representation. Right and left on that messages are coincident with drivers’ right and left, and some studies predict a temporal order of the sequence from behind (past) to front (future) [9]. But drivers did not expect being informed about events after destinations, re-reading after messages as before messages. All in all, the V-messages “before” successfully restricted the models of possibilities, favoring the preferred model, and achieved acceptable comprehension ratings from drivers from four different countries.
In sum, the different interpretations of the premises drawn from the messages that place event-before-city helped drivers from different countries converge on the idea "before" (particularly when the components of the message were ordered bottom-up), while the interpretations of the premises drawn from the messages that located event-after-city were not convergent to that point. Ordering message components from left to right gave rise to inferences far from the objective of the message, in most cases because the drivers, based on a bottom-up scheme and adopting a relative

reference framework, but also making the most of induction mechanisms (previous knowledge), interpreted these messages as 'exit-road' indications.

It is important to point out that most of the experimental studies that analyze spatial reasoning and the construction of mental models work with verbal premises [5, 6]. However, the case that concerns us, the harmonization of international traffic signs, do not start from this condition. Future studies should focus on better understanding how human reasoning from nonverbal premises (eg, complex electronic traffic messages) reliably leads to the conclusions we expect drivers to reach.

ACKNOWLEDGMENTS

Support came from Dirección General de Tráfico, Spain (grant SPIP 2014-01345).

REFERENCES

[1] Ellenberg, M., and Fabre, P. (1995). Melyssa Corridor. Mediterranean Lyon-Sttutgart Site for ATT. Transport Telematics Project V2040. D10. Commission of the European Communities - R&D Programme Telematics Systems in the Area of Transport (DRIVE II).

[2] Tversky, B., Zacks, J., Lee, P., and Heiser, J. (2000). Lines, Blobs, Crosses and Arrows: Diagrammatic Communication with Schematic Figures. In: Anderson M., Cheng P., & Haarslev, V. (eds). Theory and Application of Diagrams., 221-230. Springer. https://doi.org/10.1007/3-540-44590-0_21

[3] Di Stasi, L. L., Megías, A., Cándido, A., Maldonado, A., and Catena, A. (2012). Congruent visual information improves traffic signage. Transportation research part F: traffic psychology and behaviour, 15(4), 438-444. https://doi.org/10.1016/j.trf.2012.03.006

[4] Kurata, Y., and Egenhofer, M. J. (2005). Structure and Semantics of Arrow Diagrams. In: Cohn A.G., Mark D.M. (eds) Spatial Information Theory. COSIT 2005. Lecture Notes in Computer Science, 3693. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/11556114_15

[5] Ragni, M., and Knauff, M. (2013). A theory and a computational model of spatial reasoning with preferred mental models. Psychological review, 120(3), 561. https://doi.org/10.1037/a0032460.

[6] Johnson-Laird, P. N. (1983). Mental models. Towards a cognitive science of language, inference and consciousness. Harvard University Press.

[7] Levinson, S. (2003). Space in Language and Cognition: Explorations in Cognitive Diversity. Cambridge University Press.

[8] ISO-9186 (2007). Graphical symbols: test methods—part 1: methods for testing comprehensibility. Geneva: International Organization for Standardization.

[9] Fuhrman, O., and Boroditsky, L. (2010). Cross-cultural differences in mental representations of time: Evidence from an implicit Nonlinguistic task. Cognitive Science, 34(8), 1430-1451. https://doi.org/10.1111/j.1551-6709.2010.01105.x

A Summary of the Article: An Empirical Study of Rules for Mapping BPMN Models to Graphical User Interfaces

Eduardo Díaz
Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Prolongación Primavera 2390, Lima 15023, Perú
pcsijord@upc.edu.pe

Jose Ignacio Panach, Silvia Rueda
Escola Tècnica Superior d'Enginyeria, Departament d'Informàtica, Universitat de València, A.V. de la Universitat, s/n 46100 Burjassot, València, Spain.
joigpana@uv.es, silvia.rueda@uv.es

Jean Vanderdonckt
LouRIM Institute, Université catholique de Louvain, Place des Doyens, 1, B-1348 Louvain-la-Neuve, Belgium
jean.vanderdonckt@uclouvain.be

ABSTRACT

This contribution is a summary of the paper: Eduardo Díaz, José Ignacio Panach, Silvia Rueda and Jean Vanderdonckt. 2021. An empirical study of rules for mapping BPMN models to graphical user interfaces. Multimedia Tools Appl., 80, 7, 9813-9848.DOI:10.1007/s11042-020-09651-6. The original paper deals with how to automatically generate Graphical User Interfaces (GUIs) from Business Process Model Notation (BPMN) models. By analyzing twelve BPMN projects and comparing them with their associated GUIs, a set of rules for mapping BPMN models expressed in terms of BPMN patterns to GUIs has been identified. The paper provides three main contributions: an empirical validation of these mapping rules; a classification of their alternatives to identify which ones support usability; and the validation of this classification. We conducted an experiment recruiting 43 participants to conduct these validations.

CCS CONCEPTS

• Human-centered computing~Interaction design~Empirical studies in interaction design

KEYWORDS

Model-Driven Development; usability; BPMN, empirical study

1 Introduction

Business Process Model Notation (BPMN) provides businesses with the capability of understanding their internal business procedures in a graphical notation and gives to organizations the ability to communicate these procedures in a standard. Currently, Graphical User Interfaces (GUIs) are generated from BPMN models manually. The analyst applies mapping rules from model to GUI subjectively in the information systems development. Consequently, the quality of the resulting GUIs entirely depends on the analyst's experience who is responsible for maintaining usability, consistency across models, etc. To bridge the gap between the expressiveness of BPMN models and their mapping to GUIs, we proposed in [1] a set of rules for mapping BPMN models, together with pointers to a UML Class Diagram, to GUIs of an information system supporting the associated processes. The first contribution is the validation of such rules.

The second contribution concerns the definition of usability recommendations for choosing the best alternative for mapping rules with more than one alternative. Relying on these recommendations provide analysts with guidance on how to apply mapping rules to ensure usability of the resulting GUIs without any prior experience or knowledge in usability engineering. The third contribution consists in the validation of these usability recommendations.

2 Related Works

In the literature, there are other works that have proposed to generate GUIs from BPMN models, such as WebRatio [2], where the BPMN model could be itself extended with a set of control flow patterns and data flow patterns. Pintus et al. [3] have proposed a task model expressed in CTT that can be directly associated to a BPMN, which is then used to produce GUIs based on web services. Usi4Biz [4] aligns business process in BPMN to GUIs expressed in UsiXML in two steps: (1) defining association of business process with GUI model, and (2) presenting a tool for model transformation that addresses traceability.

There are contributions that propose GUI generation from other models different to BPMN models. AutoPa [5] is a tool running in Java that generates GUIs from UML Activity Diagrams and OCL constraints. Other works such as Kristiansen et al. [6] focus on generating GUIs from workflow models.

3 GUIs Generation from BPMN Models

3.1 Mapping Rules Definition

We defined a set of 9 rules to generate GUIs from BPMN models together with UML class diagrams. Details of these rules can be found in our previous work [1]. As example of rule, we describe **R0**, which means that each attribute extracted from the Class Diagram related to the BPMN model is mapped onto a widget depending on its data type: (1) a text box, for any string; (2) a list box or a combo box for any enumeration with simple choice, (3) a radio button or a check box for any Boolean. When a class A is related to a class B, its B objects are incorporated with three alternatives: (4) a combo box, (5) a data table, or (6) a list box.

This work is licensed under a Creative Commons "Attribution-ShareAlike 4.0 International" license

3.2 Usability Recommendations Definition

Mapping rules previously defined offer multiple alternatives, from which the analyst or the designer is free to decide. This decision is specified as a stereotype in the BPMN model [1]. In order to provide some guidance to choose the best option, the various alternatives are classified and sorted according to usability guidelines from usability engineering, such as SAP [7] or Microsoft [8], among others. As an example, Table 1 shows some of the usability recommendations for R0.

Rule	Alternative	Recommendation
R0	Text box	The attribute can be a string or a short number in a single line [7]
		The attribute can be a password, URL, phone number or email address [7]
	Combo box	The attribute can be a long list of elements (minimum 13, maximum 200 entries) [7]
		The values in the list of options are secondary information and do not need to be displayed immediately [7]
	List box	The attribute can take values of one or more options [8]
		list large enough to show three to eight items when opened [8]
	Check box	The attribute can take values of a group of options that can be selected independently others [7]
		The attributes can take values of a list of options displayed immediately without user interaction [7]

4 Experiment

The following research questions are formulated:

- **RQ1**: What is the correctness of the mapping rules regarding how the participants design GUIs for the same BPMN models without the reference set?
- **RQ2**: What is the completeness of the mapping rules regarding how the participants design GUIs for the same BPMN model without the reference set?
- **RQ3**: What is the perceived usefulness of the rules by the participants for mapping BPMN to GUIs?
- **RQ4**: What is the intention to use the rules by the participants for mapping BPMN to GUIs?
- **RQ5**: What is the correctness of the usability recommendations regarding participants' preferences?
- **RQ6**: What is the perceived usefulness of the usability recommendations by the participants for deciding among alternatives of the same mapping rule?
- **RQ7**: What is the intention to use the usability recommendations by the participants?

The results of the experiment with 43 participants suggest that:

1. Regarding the measures of correctness and completeness, the mapping rules used by most participants remain the same as our proposed rules.
2. Regarding their perceived usefulness and intention to use, a high acceptance rate is obtained for using these rules to automatically generate GUIs from BPMN models and for the usability recommendations.
3. Regarding correctness of the usability recommendations, they agree with participants' preferences to support usability.
4. The existence and the validation of these mapping rules are considered as a positive and valuable contribution to provide analysts and other stakeholders with guidance on how to (semi-)automatically generate GUIs from BPMN models.

5 Conclusions

We can conclude next ideas: (1) Most participants used unconsciously the same rules that we have proposed; (2) Most of the proposed rules were used by participants unconsciously; (3) Most participants accepted the idea of using a set rules to generate user interfaces; (4) Most participants have interested in using a set of rules to generate user interfaces, there are several widgets preferred by the participants beyond our recommendations; (5) most participants agree with our usability recommendations; (6) most participants have a stake in using usability recommendations as a guide when several design alternatives compete with each other.

ACKNOWLEDGMENTS

This work was developed with the support of the Generalitat Valenciana with XHiLAS (GV/2021/072), GISPRO project (PROMETEO/2018/176), and the support of Ministerio de Ciencia e Innovación under the project PDC2021-121243-I00.

REFERENCES

[1] Eduardo Díaz, José Ignacio Panach, Silvia Rueda and Oscar Pastor. 2018. Towards a method to generate GUI prototypes from BPMN. In Proceedings of the RCIS 2018.

[2] Marco Brambilla, Piero Fraternali and Carmen Vaca. 2011. BPMN and Design Patterns for Engineering Social BPM Solutions. Lecture Notes in Business Information Processing. Springer.

[3] Antonio Pintus, Fabio Paternò and Carmen Santoro. 2010. Modelling user Interactions in Web Service-based Business Processes. In Proceedings of the WEBIST 2010 Valencia.

[4] Kenia Sousa, Hildeberto Mendonça, Amandine Lievyns and Jean Vanderdonckt. 2011. Getting users involved in aligning their needs with business processes models and systems. Business Process Management Journal, 17, 5, 748-786.DOI:10.1108/14637151111166178.

[5] Ling Yin, Jing Liu and Zuohua Ding. 2011. Modeling and Prototyping Business Processes in AutoPA. In Proceedings of the Proceedings of the 2011 Fifth International Conference on Theoretical Aspects of Software Engineering. IEEE Computer Society.

[6] Renate Kristiansen and Hallvard Trætteberg. 2007. Model-Based User Interface Design in the Context of Workflow Models. Springer Berlin Heidelberg.

[7] SAP. 2007. Applications Systems and Products in data processing (SAP): Fiori design guidelines. https://experience.sap.com/fiori-design/.

[8] Microsoft. 2007. Common UI controls and text guidelines. https://docs.microsoft.com/en-us/previous-versions/windows/desktop/bb246433(v=vs.85).

Working attention, planning and social skills through Pervasive Games in Interactive Spaces

Eva Cerezo†,
Jesús Gallardo
Dpto. de Informática e Ingeniería de Sistemas
Universidad de Zaragoza, España
ecerezo@unizar.es,
jesusgal@unizar.es

Antonio Aguelo,
Mª Ángeles Garrido
Dpto. de Psicología y Sociología
Universidad de Zaragoza, España
aaguelo@unizar.es,
garrido@unizar.es

Teresa Coma,
Dpto. de Ciencias de la Educación
Universidad de Zaragoza, España
tcoma@unizar.es

ABSTRACT

This contribution presents a work published in the IEEE Transactions on Learning Technologies.

Video games can serve as educational tools that make easier the development of creative, critical and communicative skills. After detecting that video games may decrease physical activity and social interactions, real world is coming back to computer entertainment, with a new gaming genre: Pervasive games. These games integrate physical and social aspects of real world, so that they overcome the limitations of traditional games in the spatial, temporal or social dimensions. Interactive spaces are a natural place to deploy pervasive games, as they both share their ubiquitous computing nature. Thus, we have tried to explore the possibility of having pervasive games in interactive spaces playing a role as learning tools, specifically for developing attention, planning and social skills. This way, we have designed a pervasive game to be played in an interactive space to work on those aspects. The game is made up by ten different missions. Also, we have developed an observation and analysis model that allows identifying which processes get activated during the game, and we have carried out an evaluation with the model with the intention of validating the usefulness of the activities and of the model. Lastly, we have obtained some recommendations for the design and mediation of pervasive games in interactive spaces.

This contribution has been published in the

CCS CONCEPTS

• Human-centered computing •Human Computer interaction

• Interactive systems and tools

KEYWORDS

Pervasive games, Hybrid games, Interactive spaces, PASS model.

1 Educational Pervasive Games in Interactive Spaces

Computer games can serve as educational tools that make easier the development of creative, critical and communicative skills, and also allow working on solving complex problems, taking decisions, and searching for information. However, computer games may have disadvantages, as they may decrease physical activity and social interactions. In the last years, real world is coming back to computer entertainment, with a new gaming genre: Pervasive games. Pervasive games are no longer confined to the virtual domain but integrate physical and social aspects of real world. Usually, the idea in pervasive games is that they overcome the limitations of traditional games in the spatial, temporal or social dimensions. However, the term has several definitions that set the focus in different issues related to the games. Last years, the focus has been put in the context, and they are defined as a new gaming experience where the dynamics of the game evolves by means of the information provided by the context where it is played. Nevertheless, and even though the ambiguity of the term and its use to refer to very different types of games, there are three common characteristics shared by all of them: (1) the mixing of real and virtual world, (2) the support of natural styles of interaction (voice, tangibles, gestures), and (3) their strong social component.

Interactive Spaces are a natural place to deploy Pervasive Games, as they both share their Ubiquitous Computing nature. Interactive Spaces (IS) are Distributed User Interfaces supporting several ways of interactions in digitally augmented rooms that combine:

--Multiple interaction techniques: a panoply of related interaction paradigms such as Physical Computing, Context-Aware Computing, Mixed Reality, Wearables and Tangible User Interfaces can be combined and converge in an IS, allowing multiple users to interact, at the same time or in a distributed way.

--An heterogeneous multi-display output ecosystem: in an IS, providing feedback to let users know what is happening in the

environment can be done by different ways: projection walls, screens, and mobiles that can show visual and audio information to the users, haptic technologies that recreate the sense of touch by applying physical reactions to the users such as vibrations or movements, systems that are able to change the users' taste perception, or even based olfactory devices that display different smells to the users depending on the goal of the application displayed in the IS.

During the last years we are seeing an increasing number of projects and prototypes of pervasive games in ISs. Nevertheless, the use of pervasive games with educational purposes in IS is still scarce.

2 Hypothesis, work carried out and results obtained

Our hypothesis is that pervasive games in Interactive Spaces may play a role as learning tools. Moreover, as they offer a multi-sensory collocated and motivating learning experience, they are a valuable tool for working attention, planning and social skills. In order to test that assertion, we have carried out the following work:

--We have designed a pervasive game to be played in an IS to work attention, planning and social skills with children. The game is made up of ten activities in which different kinds of natural interaction (gestural, tangible, etc.) are used.

--We have developed an observation and analysis model that allows identifying which processes of attention, planning and social skills get activated in each activity of the game.

--We have carried out an evaluation (see Figure 1) with the aforementioned model with the intention of validating the usefulness of the activities for working the skills and also the usefulness of the model itself for the identification of the processes activated during play.

--From the experience, we have obtained some recommendations for the design and mediation of pervasive games in Interactive Spaces.

In the paper's sections [1] all details are given. In section 2, a state of the art of pervasive games in Interactive Spaces is presented; in section 3 the theoretical model that sustains the election of learning goals is presented. Section 4 is devoted to explain the work context whereas section 5 details the pervasive game developed. In section 6 an observation model is proposed; its application to the evaluation of the pervasive game created is presented in section 7. Section 8 condensates the new design and mediation recommendations and finally section 9 presents conclusions and future work.

3 Conclusions

It is true that the development of pervasive games in Interactive Spaces is complex due to the scarce number of frameworks that facilitate those developments. But the interactive space allows to establish an interaction between the participants and with the play space itself that is difficult to replicate in other contexts and by other means. The potential of the manipulation of tangible objects, the facilitation through direct and face-to-face interaction with the mediators, the fact of sharing with other players "live" the diversity of spaces and universes that are recreated, makes the pervasive space an agent of learning of high potential.

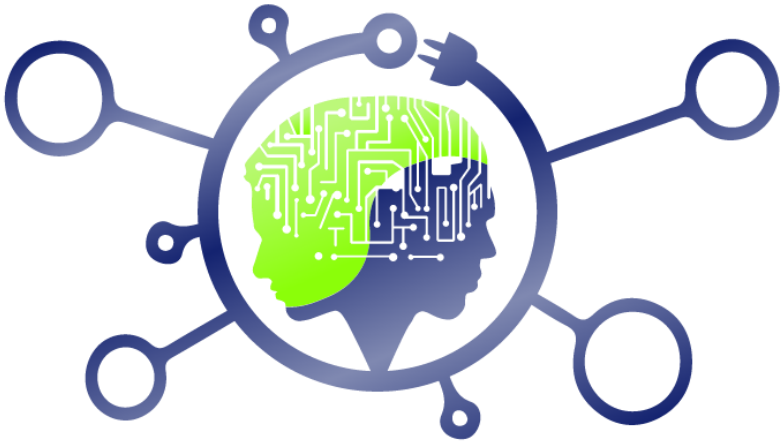
Figure 1 Photographs of children carrying out different activities of The Fantastic Journey pervasive game

ACKNOWLEDGMENTS

Work partly funded by the Spanish Government and the EU (FEDER) through the contract RTI2018-096986-B-C31 and by the Aragonese Government (Group T60_20R).

REFERENCES

[1] Eva Cerezo, Antonio Aguelo, Teresa Coma, Jesús Gallardo-Casero and M. Angeles Garrido, 2022. Working attention, planning and social skills through Pervasive Games in Interactive Spaces. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, vol. 15, No. 1, February 2022 doi: 10.1109/TLT.2022.3155993



INTERACCIÓN 2022

RESÚMENES DE ARTÍCULOS PUBLICADOS EN ICPS (ACM)

Approach to digital rotoscoping by means of painting in motion using EbSynth.

Human-machine art creation experience.

Alfonso Burgos Risco
alfonsoburgos@unizar.es
University of Zaragoza
Teruel, Spain

José Javier Luis Tello
University of Zaragoza
Teruel, Spain
josejl@unizar.es

ABSTRACT

Today there is a great wealth of technical and artistic possibilities in the context of digital animation software. Until now, they were based on offering all kinds of tools for creative and artistic development in the creation of animation. However, software capable of using keyframes to produce animation sequences while maintaining the same style has recently been presented. EbSynth alpha is presented as software capable of producing interleaving frames in rotoscopy sequences by interpreting original footage, artistic reference as keyframes for texture synthesis, and data analysis and interpretation using algorithms to save costs in the production of animation sequences. EbSynch beta is offered for free to creators and animators in Summer 2020 to revolutionize animated production processes.

Este artículo está publicado en la ACM Digital Library. Su versión completa se puede consultar en:
https://doi.org/10.1145/3549865.3549895

Interaction according to immersion in virtual environments:

Graphic development and PBRs in environments with real-time rendering and Virtual Reality.

José Javier Luis Tello
Art Predepartamental Unit
University of Zaragoza
Teruel, Spain.
josejl@unizar.es

Alfonso Burgos Risco
Art Predepartamental Unit
University of Zaragoza
Teruel, Spain.
alfonsoburgos@unizar.es

Gerardo Diego Robles Reinaldos
Fine Arts
University of Murcia
Murcia, Spain
robles@um.es

ABSTRACT

Technological evolution in the field of graphics has generated a new interface that allows a new form of interaction between the user and the machine through the immersive environments and Virtual Reality. This evolution is due to the improvements in the field of graphics, allowing the developers to create more complex and realistic environments. This leads us to the conclusion that the user's interaction with the machine depends on its immersion in the virtual environment, and therefore on the graphic level of the application, being the skills necessary for its development belonging to the field of Arts, and being necessary too to study these immersive environments from the Fine Arts.

Este artículo está publicado en la ACM Digital Library. Su versión completa puede consultarse en:

https://doi.org/10.1145/3549865.3549896

The Design, Development and Usability of a Virtual Reality Training Application for the Dental Trainees

Ikram Asghar†
Faculty of Computing, Engineering and Science
University of South Wales
Treforest, Wales, United Kingdom
ikram.asghar@southwales.ac.uk

Mark G Griffiths
Faculty of Computing, Engineering and Science
University of South Wales
Treforest, Wales, United Kingdom
mark.griffiths@southwales.ac.uk

Luke Dando
Faculty of Computing, Engineering and Science
University of South Wales
Treforest, Wales, United Kingdom
luke.dando@southwales.ac.uk

Iain Salisbury
Aspiration Training
Eastern Business Park, St. Mellons Cardiff,
United Kingdom
isalisbury@aspirationtraining.com

ABSTRACT

Dental treatments are expensive, and dentist training is time-consuming and involves processes that have risks associated with them. The world is looking into alternate ways to train dentists. This paper aims to address these challenges by proposing a virtual reality-based training application that helps dentists gain initial training in the risk-free virtual scenario. The application was evaluated by 26 dental trainees, who carried out different tasks on dental treatments in the virtual scenario. After testing, each participant completed the System Usability Scale (SUS) questionnaire. The SUS data analysis resulted in a score of 82.50, which indicates that the participants like the virtual reality application and would recommend it to their colleagues. The demographics analysis showed female SUS score greater than males, and participants aged <=30 years had SUS scores more than those aged >30 years. However, there is a need for more testing sessions to generalise the results of this research.

Este artículo está publicado en la ACM Digital Library. Su versión completa se puede consultar en:

https://doi.org/10.1145/3549865.3549881

Case study on technological acceptance of autonomous vehicles and the influence of situational awareness: Lane detection in winter conditions

Tatiana Ortegon-Sarmiento
tatiana.ortegon@uqtr.ca
Universidad de Granada
Granada, Spain
Université du Québec à Trois-Rivières
Trois-Rivières, Canada

Patricia Paderewski
Francisco Gutierrez-Vela
patricia@ugr.es
fgutierr@ugr.es
Universidad de Granada
Granada, Spain

Sousso Kelouwani
sousso.kelouwani@uqtr.ca
Université du Québec à Trois-Rivières
Trois-Rivières, Canada

Alvaro Uribe-Quevedo
alvaro.quevedo@ontariotechu.ca
Ontario Tech University
Oshawa, Canada

ABSTRACT

The new technological era and digital transformation have brought different advances to our lives, among which autonomous vehicles (AVs) stand out. The increasing visibility of these has given way to several investigations on the acceptance and perception of this technology, however, in many of these studies the participants are based solely on a preconceived belief since most have not driven or had contact with these types of vehicles. This issue needs to be explored further, however, test studies with real AVs are expensive, dangerous and unethical. In response to this, virtual reality emerges as a possible solution as it provides a realistic, safe and controlled environment, where different road and weather situations can be implemented. This paper presents a preliminary research design, based on the Technology Acceptance Model (TAM), which seeks to assess and infer the level of acceptance of AVs and user behaviour when using and interacting with them, based on an immersive virtual simulation of an AV, where the user is exposed to a risky situation where the vehicle is unable to recognize the lane due to weather difficulties.

Este artículo está publicado en la ACM Digital Library. Su versión completa se puede consultar en:
https://doi.org/10.1145/3549865.3549906

Classifying simple human activity using synthetic accelerometery data

Marlon Cárdenas-Bonnet
Sopra Steria, Universidad Francisco de Vitoria
Madrid, Spain
mf.cardenas@soprasteria.com
marlon.cardenas@ufv.es

Susana Bautista
Universidad Franscisco de Vitoria
Madrid, Spain
susana.bautista@ufv.es

ABSTRACT

Identifying specific patterns of human activity is necessary when defining the interactions of people with assistive technologies. In environments where the user is an elderly person, the recognition of patterns becomes useful to analyze the possible responses of the user to certain scenarios where it is necessary to make use of the supporting technology. The participation of the users is necessary to learn from their daily habits. With the rise of ambient intelligence and assistive solutions collect information from both the user and the environment in real time to adapt and be able to learn from it. In this context, the current work proposes to learn activity patterns through training by using agent-based simulations. The objective of the training is to train avatars in 3D scenarios, which recreate those physical activities that the real user cannot perform due to their physical condition. The proposed approach has been validated in a virtual living laboratory that facilitates the use of 3D simulations as assisted environment scenarios.

Este artículo está publicado en la ACM Digital Library. Su versión completa puede consultarse en:

https://doi.org/10.1145/3549865.3549899

User Interaction Study in Public Websites based on Performance and Eye-tracking Data

Aritz Sala, Myriam Arrue, Sandra M. Espín and J. Eduardo Pérez
EGOKITUZ, university of the Basque Country (UPV/EHU), Informatika Fakultatea, Donostia, Spain
Asala020@ikasle.ehu.eus, [myriam.arrue, sandramartina.espin and juaneduardo.perez]@ehu.eus

ABSTRACT

Online public services alleviate the workload of public administrations and provide convenient channels to citizens for easily carrying out administrative tasks. However, the interaction with these services is not always as intuitive and easy as desired. Online services are sometimes hard to find on the websites of public administration and citizens are often forced to consult about the location of them via other mechanisms such as search engines, phone calls, etc. These situations drive citizens to have a low perception of the public e-services' quality. In this paper, we explore the interaction of eleven users with four Spanish public administration websites. Some considerations for the design of these websites are proposed based on the results of the analysis of performance data and eye-tracking data gathered in the study.

Este artículo está publicado en la ACM Digital Library. Su versión completa puede consultarse en:

https://doi.org/10.1145/3549865.3549905

LevPet: A Magnetic Levitating Spherical Pet with Affective Reactions

Josune Sorbet
UpnaLab, Public University of Navarre
Pamplona, Spain
sorbet.120883@e.unavarra.es

Sonia Elizondo
UpnaLab, Public University of Navarre
Pamplona, Spain
sonia.elizondo@unavarra.es

Naroa Iriarte
UpnaLab, Public University of Navarre
Pamplona, Spain
naroa.iriarte@unavarra.es

Amalia Ortiz
UpnaLab, Public University of Navarre
Pamplona, Spain
amalia.ortiz@unavarra.es

Asier Marzo*
UpnaLab, Public University of Navarre
Pamplona, Spain
asier.marzo@unavarra.es

ABSTRACT

LevPet combines affective computing and magnetic levitation to create an artificial levitating pet with affective responses and novel ways of moving to express emotions. Our interactive pet can recog-nise the user's emotional status using computer vision, and respond to it with a low-level empathy system based on mirroring behaviour. For example, if you approach it with a happy face, the pet will greet you and move in a nimble way. A repulsive magnetic levitator is attached to a mechanical stage controlled by a computer sys-tem. On top of it, there is the pet playground, where a house, a ping-pong ball,a xylophone and other accessories are placed. Two cameras allow to capture the user's face and the objects placed on the playground, so that the pet can interact with them. LevPet is an exploration of how to communicate internal state with only a levitating sphere; it is a platform for experimentation and an interactive demo that brings together an outer-worldly levitating metallic sphere with familiar things like emotions and a playground made of traditional items.

Este artículo está publicado en la ACM Digital Library. Su versión completa se puede consultar en:

https://doi.org/10.1145/3549865.3549897

Development of a 3D Avatar to improve the User Experience of a Movement-based Rehabilitation System

Pablo Córcoles Molina
Capgemini Software
Valencia (Spain)
Pablo.Corcoles2@alu.uclm.es

Víctor M. R. Penichet
Department of Computing Systems
Universidad de Castilla-La Mancha
Albacete (Spain)
victor.penichet@uclm.es

María D. Lozano
Department of Computing Systems
Universidad de Castilla-La Mancha
Albacete (Spain)
maria.lozano@uclm.es

Juan Enrique Garrido
Dept. Informática e Ingeniería Industrial
Universidad de Lleida
Lleida (Spain)
juanenrique.garrido@udl.cat

José María García-García
Albacete Research Institute of Informatics
Universidad de Castilla-La Mancha
Albacete (Spain)
josemaria.garcia@uclm.es

Félix Albertos Marco
Department of Technologies and Information Systems
Universidad de Castilla-La Mancha
Talavera de la Reina (Spain)
felix.albertos@uclm.es

ABSTRACT

In the past years, rehabilitation systems have been proposed to allow patients to perform physical therapy from their own homes. To assist them in this task, 3D avatars can be used to guide them through the different exercises. In this paper, we have transformed and improved a movement-based physical rehabilitation system, called Rehabilita, to enhance the user experience of the patients. By adding a 3D avatar to guide users through physical therapy, and updating the UI elements of the system, we have improved the user experience of the patients. These modifications have followed the proposals of a heuristic evaluation proposed in a previous work. An evaluation with real users was later carried out to measure the effectiveness and efficiency of the modifications performed over the original system. The assessment results show that users can follow the steps of an exercise more easily, although some limitations must be discussed.

Este artículo está publicado en la ACM Digital Library. Su versión completa se puede consultar en:

https://doi.org/10.1145/3549865.3549907

Do Machines Better Understand Synthetic Facial Expressions than People?

Ginés Carreto Picón*
gines.carreto1@estudiant.uib.cat
Universitat de les Illes Balears
Palma, Illes Balears, Spain

Maria Francesca Roig-Maimó*†
xisca.roig@uib.es
Universitat de les Illes Balears
Palma, Illes Balears, Spain

Miquel Mascaró Oliver*
miquel.mascaro@uib.es
Universitat de les Illes Balears
Palma, Illes Balears, Spain

Esperança Amengual Alcover*
eamengual@uib.es
Universitat de les Illes Balears
Palma, Illes Balears, Spain

Ramon Mas-Sansó*
ramon.mas@uib.es
Universitat de les Illes Balears
Palma, Illes Balears, Spain

ABSTRACT

The recognition of facial expressions is a topic frequently addressed since the raising of Artificial Intelligence. From the point of view of the human-computer interaction (HCI), there is also an increasing interest as the emotions conveyed through expressions provide a huge amount of information when dealing with non-verbal communication. Nowadays, neural networks are one of the most used computational learning systems to recognize and analyze emotions. Generally, the main efforts are led to increase the performance of machine learning (ML) models in terms of high accuracy. But, actually, humans are not so good at distinguishing emotions. In this work, we rise the question of whether the validation of such models should rely only on performance measures or if we should also focus on trying to emulate human behavior. We try to give a fair an-swer performing two experiments using both, human participants and machine learning techniques.

Este artículo está publicado en la ACM Digital Library. Su versión completa se puede consultar en:

https://doi.org/10.1145/3549865.3549908

Validation of a heuristic set to evaluate the accessibility of statistical charts

A user test with low vision persons

Rubén Alcaraz-Martínez
Departament de Biblioteconomia, Documentació i Comunicació Audiovial. Universitat de Barcelona, Spain
ralcaraz@ub.edu

Mireia Ribera
Departament de Matemàtiques i Informàtica, Institut de Matemàtiques, Universitat de Barcelona, Spain
ribera@ub.edu

Adrià Adeva Fillol
Departament de Matemàtiques i Informàtica, Universitat de Barcelona, Spain
adria.adeva@gmail.com

Afra Pascual
Departament d'Informàtica i Enginyeria Industrial Universitat de Lleida, Spain
afra.pascual@udl.cat

ABSTRACT

A remote user test was performed with two versions (one accessible and another one non-accessible) of three types of web-based charts (horizontal bar chart, vertical stacked bar chart, and line chart). The objectives of the test were a) to validate a set of heuristic indicators for the evaluation of the accessibility of statistical charts presented in a previous work [7]; b) to identify new barriers and preferences for users with low vision in the access and use of this content not previously contemplated. 12 users were tested, with a variety of conditions associated with low vision: low visual acuity (6 users), reduced central vision (2 users), reduced peripheral vision (2 users), blurry vision (1 user), sensitivity to light (3 users), Nystagmus (2 users) and color vision deficiency (CVD) (4 users). From a quantitative standpoint, accessible versions of charts were more efficient, effective, and satisfactory. From a qualitative point of view, results verify the relevance of heuristics H2, Legend; H3, Axes; H6, Data source (as data table); H10, Safe colors; H11, Contrast; H12, Legibility; H13, Image quality; H14, Resize; H16, Focus visible; H17, Independent navigation; related to the proposed tasks. As new observations, tooltips were highly valued by all users, but their implementation must be improved to avoid covering up significant parts of the charts when displayed. The data table has also been frequently used by all users, especially in the non-accessible versions, allowing them to carry out tasks more efficiently. The position and size of the legend can be a significant barrier if it is too small or appears in an unusual position. Finally, despite the limitations related to color perception, users prefer color graphics to black and white, so, to target all profiles, it is necessary to redundantly encode categories with colors and patt erns as well.

Este artículo está publicado en la ACM Digital Library. Su versión completa se puede consultar en:

https://doi.org/10.1145/3549865.3549893

Requirements and design patterns for an accessible video conferencing tool

Lourdes Moreno†
Computer Science and Engineering Department
Universidad Carlos III de Madrid
Spain
lmoreno@inf.uc3m.es

Paloma Martínez
Computer Science and Engineering Department
Universidad Carlos III de Madrid
Spain
pmf@inf.uc3m.es

Rodrigo Alarcon
Computer Science and Engineering Department
Universidad Carlos III de Madrid
Spain
ralarcon@inf.uc3m.es

ABSTRACT

Video conferencing tools have been imposed on many different areas of our day-to-day lives. Everyone, including those with disabilities, must be able to use these tools, taking into account that they are a means to being integrated into society. However, these tools are not currently accessible to people with disabilities who face barriers preventing them from fully using them. To make these tools accessible, standards must be met. But, designers and developers don't apply these standards because it is a complex task. As a solution, an accessibility requirements analysis is introduced in this paper, providing a list of requirements, along with design patterns resources, that establish a guide for developing a web video conferencing tool with an interface that people with disability could use. In addition, preliminary user tests are presented to validate the suitability and usefulness of the design patterns proposal.

Este artículo está publicado en la ACM Digital Library. Su versión completa se puede consultar en:

https://doi.org/10.1145/3549865.3549894

Accessibility in Spanish Universities, evaluation through their policies:

Communications about accessibility during COVID-19

Lluc Massaguer
Departament de Ciències de la Informació i la Comunicació
Universitat Oberta de Catalunya
Barcelona, Espanya
lmassaguerb@uoc.edu

Mireia Ribera
Departament de Matemàtiques I Informàtica
Universitat de Barcelona
Barcelona, Espanya
ribera@ub.edu

Rubén Alcaraz Martínez
Departament de Biblioteconomia, Documentació i Comunicació Audiovisual
Universitat de Barcelona
Barcelona, Espanya
ralcaraz@ub.edu

Rosa M.Satorras Fioretti
Department d'Història del dret, Dret romà i Dret eclesiàstic de l'Estat
Universitat de Barcelona
Barcelona, Espanya
satorras@ub.edu

Marina Salse
Departament de Biblioteconomia, Documentació i Comunicació Audiovisual
Universitat de Barcelona
Barcelona, Espanya
salse@ub.edu

Mercè Costa
Departament d'Economia
Universitat de Barcelona
Barcelona, Espanya
mcosta@ub.edu

Miquel Térmens
Departament de Biblioteconomia, Documentació i Comunicació Audiovisual
Universitat de Barcelona
Barcelona, Espanya
termens@ub.edu

Miquel Centelles
Departament de Biblioteconomia, Documentació i Comunicació Audiovisual
Universitat de Barcelona
Barcelona, Espanya
miquel.centelles@ub.edu

ABSTRACT

This research analyzes the announcements issued by Spanish universities during the COVID-19 pandemic relating to students with special needs, to offer a new vision, complementary to existing audits conducted on university websites about technical accessibility compliance. The study approaches the evaluation of accessibility from the point of view of organizational support. The identified measures are mapped onto Universal Design Learning guidelines to give them context and to analyze their coverage. The research shows a landscape with an uncoordinated and uncollaborative approach, with negative consequences in the tackling of remote emergency teaching.

Este artículo está publicado en la ACM Digital Library. Su versión completa se puede consultar en:

https://doi.org/10.1145/3549865.3549892

REMI: working on the memory and logical reasoning of the elderly

Henrique Nóbrega Grigolli†
Computing and Informatics Department
Mackenzie Presbyterian University
São Paulo Brazil
henrigrigo@gmail.com

Kleber Takashi Yoshida
Computing and Informatics Department
Mackenzie Presbyterian University
São Paulo Brazil
klebershiro@gmail.com

Renan de Oliveira Rocha
Computing and Informatics Department
Mackenzie Presbyterian University
São Paulo Brazil
contato.renanoliveira@outlook.com

Cibelle A. H. Amato†
Developmental Disorders Department
Mackenzie Presbyterian University
São Paulo Brazil
cibelle.amato@mackenzie.br

Valéria Farinazzo Martins
Computing and Informatics Department, Applied Computing and Developmental Disorders Department
Mackenzie Presbyterian University
São Paulo Brazil
valeria.farinazzo@mackenzie.br

ABSTRACT

It is known that the age pyramid around the world is undergoing an inversion process, in which, in the coming years, we will have more older adults than children. It is necessary to invest more resources in health to bring a better quality of life to them. In this sense, it is also essential that the elderly public is increasingly included digitally, producing applications for this population. This work focuses on presenting an application designed to delay and minimize the effects of cognitive decline, stimulating skills such as memory (short term, more specifically, from work) and logical reasoning. To this end, four implemented features are presented, which are detailed in this work: Games & Logic, Stay Informed, Reminders/Mural and Chatbot Remi.

Este artículo está publicado en la ACM Digital Library. Su versión completa se puede consultar en:

https://doi.org/10.1145/3549865.3549898

Twist: a gamified platform with games and immersive experiences for active aging

Sara Pérez Rodríguez
Departamento de Ingeniería Informática y de Sistemas
La Laguna, Spain
alu0100833010@ull.edu.es

Carina S. González-González
Departamento de Ingeniería Informática y de Sistemas
Universidad de La Laguna,
La Laguna, Spain
cjgonza@ull.edu.es

Francisco L. Gutíerrez Vela
Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos
Universidad de Granada
Granada, Spain
fgutierr@ugr.es

ABSTRACT

The proportion of the world's population over 60 years of age are increasing. It is necessary to provide the older adults with the conditions for a healthy aging process. Serious games and gamification have both enhancing and preventive effects on cognitive abilities in older adults. This work describes the design and develop of a gamified platform for designing experiences that promote active aging in older adults. This platform also includes immersive experiences using 360 images. The game elements considered in the platform are based on games elements (points, badges, levels, rankings, achievements) and the experiences created are six games and challenges.

Este artículo está publicado en la ACM Digital Library. Su versión completa se puede consultar en:

https://doi.org/10.1145/3549865.3549902

Facial Expression Recognition: Impact of Gender on Fairness and Expressions*

Cristina Manresa-Yee†
Maths and Computer Science Department
Universitat de les Illes Balears
Palma, Spain
cristina.manresa@uib.es

Silvia Ramis
Maths and Computer Science Department
Universitat de les Illes Balears
Palma, Spain
silvia.ramis@uib.es

Jose M. Buades
Maths and Computer Science Department
Universitat de les Illes Balears
Palma, Spain
josemaria.buades@uib.es

ABSTRACT

Multiple and varied domains can benefit from automated Facial Expression Recognition (FER) like human computer interfaces or health applications. New approaches using Machine learning (ML) are achieving successful results, but its use raises concerns related with biases, fairness or explainability, which can undermine the trust of the users. This work aims to study how gender biased training datasets alter fairness in FER. The main outcomes show which facial expressions recognition are more impacted by gender bias.

Este artículo está publicado en la ACM Digital Library. Su versión completa se puede consultar en:

https://doi.org/10.1145/3549865.3549904

Preliminary study of the usability of the INGAME game for social inclusion and civic participation

Alicia García-Holgado†
GRIAL Research Group,
Computer Science Department
University of Salamanca
Salamanca, Spain
aliciagh@usal.es

Francisco José García-Peñalvo
GRIAL Research Group,
Computer Science Department
University of Salamanca
Salamanca, Spain
fgarcia@usal.es

Andrea Vázquez-Ingelmo
GRIAL Research Group,
Computer Science Department
University of Salamanca
Salamanca, Spain
andreavazquez@usal.es

Peter Fruhmann
ZB&V
Hilversum, Netherlands
peter@storybag.nl

Maria Kyriakidou
Educational Association Anatolia
Pylaia Thessalonki, Greece
markyria@act.edu

Daina Gudoniene
Faculty of Informatics
Kaunas University of Technology
Kaunas, Lithuania
daina.gudoniene@ktu.lt

Maria Patsarika
Educational Association Anatolia
Pylaia Thessalonki, Greece
mpatsarika@act.edu

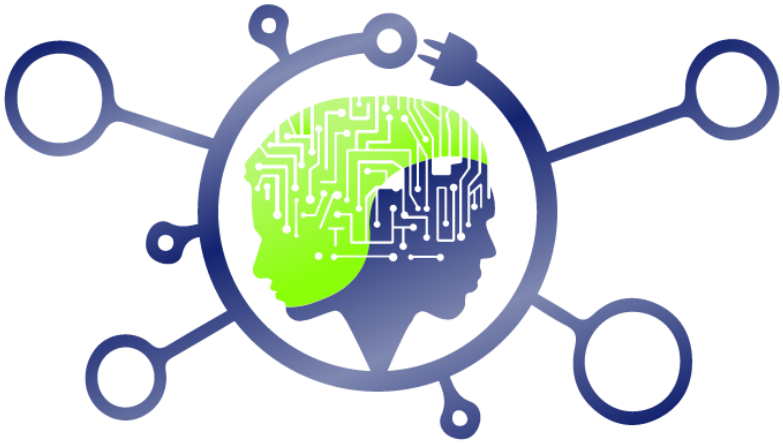
Afxentis Afxentiou
Center for Social Innovation
Nicosia, Cyprus
afxentis.afxentiou@csicy.com

ABSTRACT

INGAME is a research project funded by the European Union through the Erasmus+ program to develop an innovative game-based approach to engage young adult learners in civic participation and social inclusion. The project aims to work on the main challenges of the current society, such as gender equality, intercultural communication, green deal, and equity. In particular, we are developing a single player online game to expand the prospects of digitally mediated social interaction for sustainable learning in the future. The game is a 'coming of age journey' of a (humanoid) youngster who grows up while the game continues. The character is helped by a mentor (NPC) and facilitating questions (NPC). All questions are intended to promote reflection or invite to investigate to achieve the learning objectives. This work describes the development process of the game, and the usability study conducted to solve the main problems in an iterative approach.

Este artículo está publicado en la ACM Digital Library. Su versión completa se puede consultar en:

https://doi.org/10.1145/3549865.3549901



INTERACCIÓN 2022

PRESENTACIÓN DE DEMOSTRACIONES

Juego interactivo de entrenamiento de la prosodia para usuarios con síndrome de Down

David Escudero-Mancebo, Valentin Cardeñoso-Payo, César González-Ferreras

Mario Corrales-Astorgano *
(descuder,valen,cesargf,mcorrales)@infor.uva.es
ECA-SIMM Research Group. Departamento de Informática. Universidad de Valladolid
Valladolid, Castilla-León, Spain

RESUMEN

Las personas con discapacidad intelectual son un colectivo que merece especial atención a la hora de definir la interacción en aplicaciones educativas. Esta comunicación tiene como objetivo presentar en el congreso Interacción 2022 la versión actual del videojuego educativo "La piedra mágica", una herramienta para el entrenamiento del uso de la prosodia en personas con síndrome de Down. La aplicación ha sido desarrollada a lo largo de diversos proyectos de investigación, el último de los cuales, finalizado en 2021, tenía como objetivo favorecer el uso autónomo del juego, empleando sistemas automáticos para la evaluación de la calidad de la prosodia. El resultado es una programa de libre disposición para familias y educadores que ha mostrado su eficiencia para el entrenamiento de la producción y comprensión de la prosodia, tanto en modos de juego autónomo como asistido. Los recursos de interacción incluidos en la aplicación, demuestran ser útiles para mantener el compromiso de los usuarios con discapacidad intelectual con el uso del juego y con la realización de los ejercicios de entrenamiento del habla.[1]

CCS CONCEPTS

• **Applied computing** → **Interactive learning environments**; **Computer-assisted instruction**; • **Computing methodologies** → *Language resources.*

PALABRAS CLAVES

Interacción y discapacidad intelectual, herramientas gamificadas de entrenamiento, evaluación automática del habla

*All authors contributed equally to this research.

[1]Proyecto PID2021-126315OB-I00 fin. MCIN/AEI/10.13039/501100011033/ FEDER, UE

El objetivo del juego es conseguir que las personas con discapacidad intelectual mejoren sus competencias orales con la realización de ejercicios en los que se trabajan actividades de comprensión y producción de la prosodia.

La prosodia es una característica del habla que tiene que ver con aspectos fundamentales de la comunicación oral tales como la emoción, la actitud o la distinción entre tipos de frases y turnos en una conversación. No manejar bien la prosodia limita las capacidades de integración social de las personas con síndrome de Down. Además, se ha observado que la utilización de herramientas tecnológicas orientadas al entrenamiento de diferentes habilidades puede ayudar a mejorar la independencia de personas con síndrome de Down[4] .

El juego incluye diversos recursos gráficos para conseguir mantener al jugador enganchado con los ejercicios de entrenamiento [3]. Los ejercicios se intercalan dentro de una aventura gráfica altamente persuasiva. Para poder avanzar en la aventura gráfica, el usuario debe resolver los ejercicios con suficiente solvencia. Si no realiza los ejercicios correctamente deberá repetir, mejorando así sus competencias orales.

En los proyectos "Juguem a comunicar millor! La millora de la competència prosòdica coma via d'integració educativa i d'inclusió social de l'alumnat amb necessitats educatives especials derivades de la discapacitat" de la Fundación Resercaixa clave 2013ACUP00202 y "PRADIA: la aventura gráfica de la pragmática y la prosodia" financiado por la Fundación BBVA clave CF613399 se desarrolló una versión inicial del juego que requería la presencia del terapeuta para asistir a la persona con discapacidad y para decidir sobre si la realización del ejercicio es o no correcta.

En la nueva versión aquí presentada, desarrollada en el proyecto "Incorporación de un módulo de predicción automática de la calidad de la comunicación oral de personas con síndrome de Down en un videojuego educativo" financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad clave TIN2017-88858-C2-1-R, se modifica el juego para incluir un módulo de evaluación automática de la calidad de las producciones orales. Este módulo fue entrenado utilizando las grabaciones recopiladas durante la primera etapa del desarrollo [1]. El desafío ha sido incluir dicho módulo para que el usuario realice de forma autónoma los ejercicios a la vez que mantiene su nivel de compromiso en el entrenamiento. El módulo evalúa la calidad de las locuciones del usuario y decide sobre el avance del usuario en el juego (ver Figura 1).

Las tres modalidades de uso del juego son supervisada, semi-supervisada y autónoma. En la modalidad supervisada, el jugador avanza en el juego completando las actividades que se le presentan con la presencia del terapeuta que pueda ayudarle si no sabe como

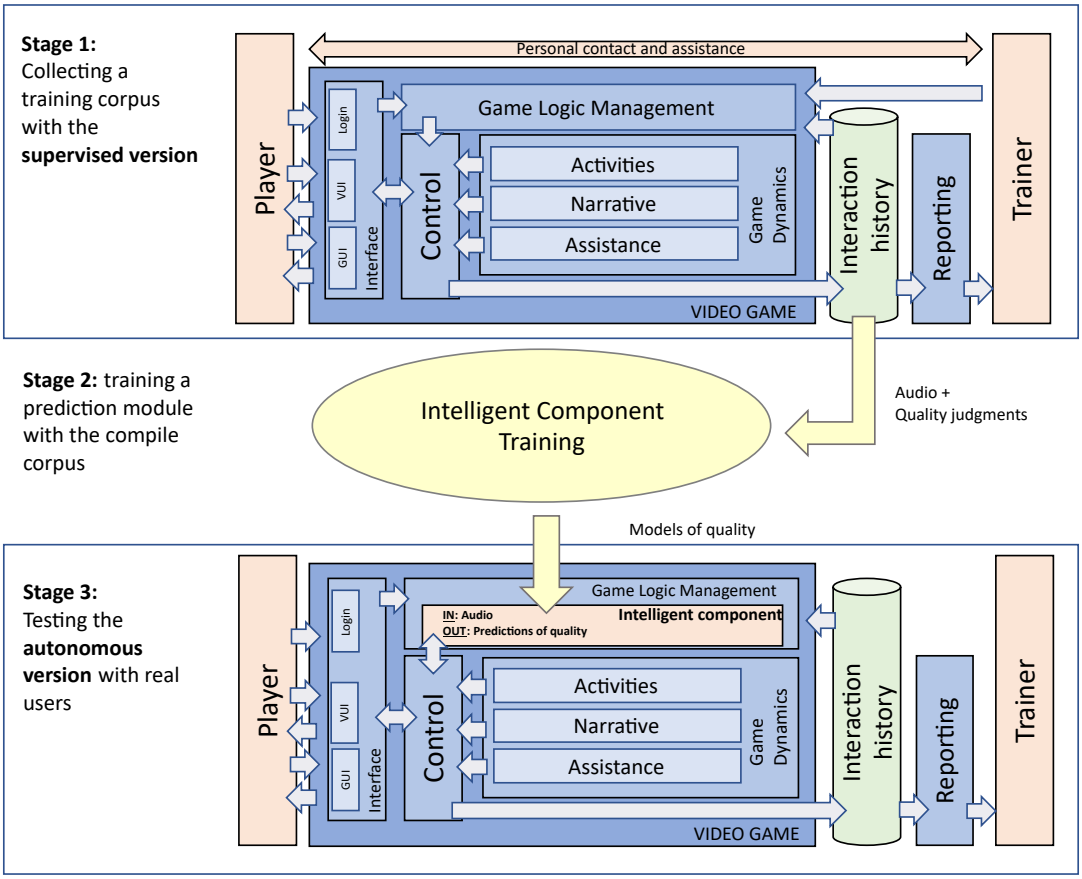


Figura 1: Etapas del desarrollo del sistema [2]. Etapa 1: Recolectar un corpus de entrenamiento con el juego en modo supervisado. Etapa 2: Entrenar el módulo de predicción automática de la calidad de producciones orales de los usuarios. Etapa 3: Comprobar el modo autónomo con usuarios reales.

continuar o tiene dudas en alguna actividad. En la modalidad semisupervisada, los usuarios juegan con la presencia del terapeuta pero sin tener un seguimiento constante de su progreso por parte del terapeuta. Finalmente, en la modalidad autónoma, los usuarios juegan de manera independiente sin la presencia del terapeuta en la sala.

Las pruebas con usuarios reales se realizaron en dos centros de educación especial, contando con la participación de 19 personas, que completaron las sesiones de juego en las tres modalidades descritas anteriormente. El principal objetivo de estas sesiones fue comparar las tres modalidades de uso, teniendo en cuenta diferentes dimensiones de evaluación de la usabilidad. Las dimensiones de evaluación elegidas fueron las definidas por Quesenbery (eficacia, eficiencia, facilidad de aprendizaje, tolerancia a errores y satisfacción). Para medir estas dimensiones, se utilizaron los logs que recoge el juego automáticamente (tiempo para completar las actividades, interacción con la interfaz), las observaciones realizadas durante las sesiones y entrevistas y cuestionarios realizados a los terapeutas de los centros de educación especial. Como conclusión, se observó que la inclusión de un módulo automático de evaluación permitió a los usuarios con síndrome de Down entrenar de modo autónomo con niveles de eficiencia comparables con la versión supervisada. Los elementos de interacción introducidos en el videojuego permiten a los usuarios jugar sin la supervisión de los terapeutas en la mayoría de los casos y el nivel de compromiso no se reduce. La descripción completa de la investigación puede verse en [2].

REFERENCIAS

[1] David Escudero-Mancebo, Mario Corrales-Astorgano, Valentín Cardeñoso-Payo, Lourdes Aguilar, César González-Ferreras, Pastora Martínez-Castilla, and Valle Flores-Lucas. 2022. PRAUTOCAL corpus: a corpus for the study of Down syndrome prosodic aspects. *Language Resources and Evaluation* 56, 1 (may 2022), 191–224. https://doi.org/10.1007/s10579-021-09542-8

[2] David Escudero-Mancebo, Mario Corrales-Astorgano, Valentín Cardeñoso-Payo, and César González-Ferreras. 2021. Evaluating the Impact of an Autonomous Playing Mode in a Learning Game to Train Oral Skills of Users With Down Syndrome. *IEEE Access* 9 (2021), 93480–93496. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3090516

[3] César González-Ferreras, David Escudero-Mancebo, Mario Corrales-Astorgano, Lourdes Aguilar-Cuevas, and Valle Flores-Lucas. 2017. Engaging adolescents with Down syndrome in an educational video game. *International Journal of Human–Computer Interaction* 33, 9 (2017), 693–712. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3090516

[4] Venera Krasniqi, Katerina Zdravkova, and Fisnik Dalipi. 2022. Impact of Assistive Technologies to Inclusive Education and Independent Life of Down Syndrome Persons: A Systematic Literature Review and Research Agenda. *Sustainability* 14, 8 (2022), 4630.

Kina: una herramienta para retrasar la fragilidad en personas mayores

Gabriel Fuertes Muñoz
Edison Desarrollos
Teruel, Teruel, España
gabriel.fuertes@gmail.com

Franks González-Landero
Edison Desarrollos
Teruel, Teruel, España
gonzalezfranks@edisondesarrollos.com

Iván García-Magariño
Instituto de Tecnología del Conocimiento – Universidad Complutense de Madrid
Madrid, Madrid, España
igarciam@ucm.es

RESUMEN

La fragilidad fue definida en 1997 por Campbell & Bruchner, 1997 [1] como un síndrome intrínsecamente asociado al envejecimiento. Su principal característica es la notable disminución de la reserva funcional y resistencia a los estresores originada principalmente por el desgaste de múltiples sistemas fisiológicos que predisponen al adulto mayor a eventos como la dependencia, institucionalización, hospitalización e incluso la muerte. Dos factores claves están ligados a la prevención y retraso de la fragilidad, estos son la alimentación balanceada y el ejercicio físico. Herramientas como la actualmente presentada promueven la movilidad y ayudan a retrasar la fragilidad mediante la realización de ejercicios físicos. El artículo presentado es una evolución del trabajo presentado por Muñoz et. Al, 2021 [2] en el que se muestra un sistema interactivo basado en Kinect, pero dedicado a la recuperación de lesiones musculares. En comparación con herramientas como la de Fuertes Muñoz & Gallardo Casero, 2020 [3] destaca la reducción de instrucciones y pasos con la que se pone en marcha por primera vez. La evidencia se ve reflejada en el decremento de clicks y tareas que debe realizar el usuario. Otra diferencia destacable es la rigidez en el control de los ejercicios. Específicamente, al tratar con personas de edad avanzada (>65 años) un control estricto de los ejercicios hace que la realización de estos se vuelva una tarea tediosa y nada agradable de realizar, a la vez que no potencia el amplio espectro de movimientos requeridos para combatir la fragilidad.

KEYWORDS

Economía Plateada, Realidad Aumentada, Fragilidad, Rehabilitación, Microsoft Kinect 2, Unity, Gamificación.

1 Introducción.

La fragilidad fue definida en 1997 por Campbell & Bruchner, 1997 [1] como un síndrome biológico intrínsecamente asociado al envejecimiento. Su principal característica es la notable disminución de la reserva funcional y resistencia a los estresores originada principalmente por el desgaste de múltiples sistemas fisiológicos que predisponen al adulto mayor a eventos como la dependencia, institucionalización, hospitalización e incluso la muerte. Dos hechos claves están ligados a la prevención y retraso de la fragilidad, estos son la alimentación balanceada y el ejercicio físico. Herramientas como la actualmente presentada en este trabajo promueven la movilidad y ayudan a retrasar la fragilidad mediante la realización de ejercicios físicos. El artículo presentado es una evolución del trabajo presentado por Muñoz et. Al, 2021 [2] en el que se muestra un sistema interactivo basado en Kinect pero dedicado a recuperación de lesiones musculares.

2 Kina: un sistema de terapia activa contra la fragilidad.

Kina está formado principalmente por dos sistemas, Kina Manager y Kina Motion. Kina Manager comprende una plataforma web en la que un empleado de un centro geriátrico puede revisar una sesión de ejercicios realizada por un usuario. La información suministrada está formada por el tiempo de ejecución del ejercicio, cantidad de repeticiones y series realizadas, correcta ejecución de cada repetición a la vez que indica si el usuario tuvo que usar algún gesto de emergencia en un determinado momento para poder seguir con el resto de la sesión.

Kina Motion es una herramienta desarrollada en Unity 3D y es la parte del sistema en la que está integrada la gamificación junto a la realización de ejercicios. Además, Kina Motion está acompañada por una cámara Microsoft Kinect v2.0 que indica la posición de las articulaciones para efectuar un correcto control de la realización de los ejercicios. 5 ejercicios son los implementados para potenciar la movilidad de los miembros superiores e inferiores en ellos los usuarios deberán (A) sentarse y ponerse de pie, (B) realizar desplazamientos laterales, C) levantar las piernas como si se tratara de una marcha, (D) tocar elementos fijos y (E) tocar elementos móviles. Cada ejercicio lleva asociado elementos interactivos, presentados mediante realidad aumentada, como una pelota de fútbol, topos que surgen

del suelo y el usuario debe pisar, un gusano que atraviesa la pantalla y debe ser derribado, luces que se enciende y apagan mediante simples toques, y frutas que pueden ser cortadas con toques. La ilustración 1 muestra uno de los ejercicios que se puede realizar con Kina, aparte del respectivo entorno gamificado. Todos estos elementos están enfocados a mejorar la adherencia del usuario y que este se sienta motivado para realizar sesiones de ejercicios de manera periódica.

Ilustración 1: Usuario jugando a Kina.

3 Estudios de Usuario.

Kina ha sido probado en el complejo residencial San Hermenegildo ubicado en Teruel, España. Con el personal de fisioterapia que se encarga de interactuar directamente con los usuarios se realizó una breve descripción de Kina Motion de manera que ellos aprendieran cómo poner en marcha el programa y sobre todo cómo dar las indicaciones a los usuarios sobre cualquier error que pudiese arrojar el programa en cuanto a posicionamiento frente a la cámara. En relación a los miembros de la residencia, varios de ellos estuvieron realizando sesiones de ejercicios a lo largo del mes de marzo y abril de 2022. No todos los usuarios pudieron realizar las pruebas debido a lesiones, fragilidad muscular, dependencia de caminadores o parálisis en alguna extremidad. Estos inconvenientes fueron de utilidad para que los usuarios pudiesen probar el gesto de emergencia para seguir con el siguiente ejercicio. En la ilustración 2 se puede apreciar 7 sesiones hechas por el usuario A. En estas sesiones vemos que el tiempo de su primera sesión le tomó 502,72s y la última sesión 475.94s, manteniendo un tiempo promedio de 485.92s. En relación al usuario B, el tiempo de primera sesión fue de 631.55s y el último de 415.01s, obteniendo un promedio de 489.44s. Vemos como cada vez los ejercicios se realizan de una manera más rápida, de entre todos los factores que intervienen en esta mejora de tiempo destacamos el aprendizaje y la motivación que en este caso inciden en la mejora de la fragilidad del usuario.

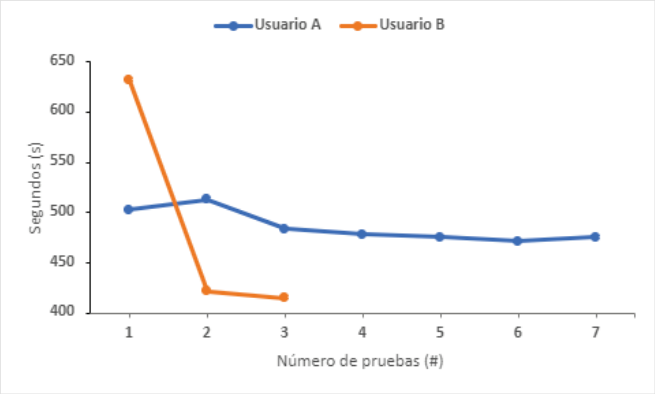


Ilustración 2: Tiempo invertido por cada usuario en una sesión de ejercicios.

4 Conclusiones.

Kina es una valiosa herramienta que se encuentra en constante evolución para retrasar la fragilidad en personas mayores. Gracias a las pruebas realizadas y al feedback recibido puede abarcar más escenarios que el presentado aquí, pudiendo alcanzar el campo cognitivo. La lista de ejercicios para combatir la fragilidad será incrementada eventualmente de manera que se mantenga la adherencia por parte de los usuarios.

AGRADECIMIENTOS

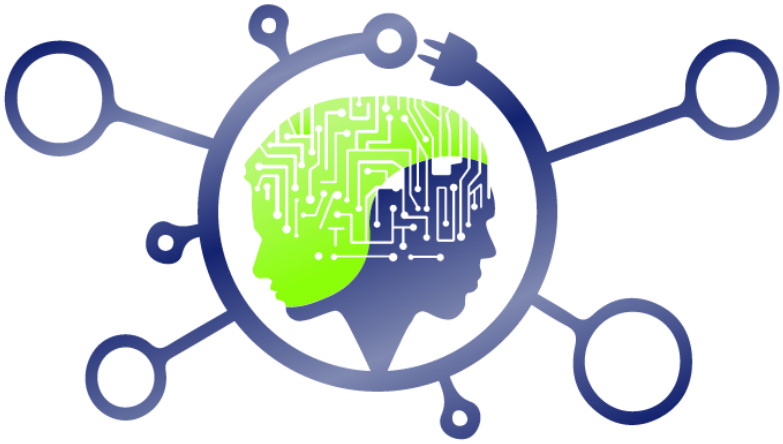
Damos las gracias al complejo residencial San Hermenegildo, tanto a su personal sanitario como a los miembros de la residencia, siempre dispuestos a colaborar con este proyecto. También agradecemos el soporte parcial de CYTED (ref. 518RT0558) and MCIU (TIN2017-88327-R)

REFERENCIAS

[1] Campbell, A. J., & Buchner, D. M. (1997). Unstable disability and the fluctuations of frailty. *Age and ageing*, *26*(4), 315-318.]

[2] Muñoz, G. F., Cardenas, R. A. M., & Pla, F. (2021). A Kinect-Based Interactive System for Home-Assisted Active Aging. Sensors, 21(2), 417.

[3] Fuertes Muñoz, G., & Gallardo Casero, J. (2020). Descripción y evaluación de una herramienta de rehabilitación para los miembros superiores con gamificación y realidad aumentada (No. ART-2020-122566).



INTERACCIÓN 2022

PRESENTACIÓN DE GRUPOS Y PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

Women@Inf: the Spanish case of Women in Informatics

Carina S. González-González
Departamento de Ing. Informática/ IUEM
Universidad de La Laguna
La Laguna, Spain
cjgonza@ull.edu.es

Lourdes Moreno López
Departamento de Informática
Universidad Carlos III de Madrid
Madrid, Spain
lmoreno@inf.uc3m.es

Belén Masiá Corcoy
Departamento de Informática
Universidad de Zaragoza
Zaragoza, Spain
bmasia@unizar.es

Edurne Barrenechea
Departamento de Informática
Universidad de Navarra
Pamplona, Spain
edurne.barrenechea@unavarra.es

Jezabel Molina Gil
Departamento de Ing. Informática/ IUEM
Universidad de La Laguna
La Laguna, Spain
jmmolina@ull.edu.es

Alicia García-Holgado
GRIAL Research Group
Universidad de Salamanca
Salamanca, Spain
aliciagh@usal.es

Paloma Martínez Fernández
Departamento de Informática
Universidad Carlos III de Madrid
Madrid, Spain
pmf@inf.uc3m.es

Alicia Fornés
Centro de Visión por Computador
Universitat Autònoma de Barcelona
Barcelona, Spain
afornes@cvc.uab.es

Silvia Rueda Pascual
Departamento de Informática
Universidad de Valencia
Valencia, Spain
silvia.rueda@uv.es

María Ángeles González Navarro
Departamento de Arquitectura de Computadores
Universidad de Málaga
Málaga, Spain
angeles@ac.uma.es

Elena María Navarro Martínez
Departamento de Sistemas Informáticos
Universidad de Castilla La Mancha
Albacete, Spain
Elena.Navarro@uclm.es

Inmaculada García Fernández
Departamento de Arquitectura de Computadores
Universidad de Málaga
Málaga, Spain
igarciaf@uma.es

Lara Carrascosa Puertas
Departamento de Ciencias de la Comunicación/IUEM, Universidad de La Laguna
La Laguna, Spain
lcarrasc@ull.edu.es

ABSTRACT

Educational institutions face the challenge of promoting effective equality among their community, as well as carrying out support programs in those sectors where there is a gender gap. This is the case of Informatics, both in education and in the R&D&I related to this discipline. To address this issue, the Spanish Scientific Society for Informatics (SCIE) has created a working group of "Women in Informatics", made up of representatives of the different associations that are part of SCIE. This group promotes different actions to alleviate the above-mentioned shortcomings through different specific actions. In this paper, we present an ongoing project named Women@INF, whose main goal is identifying and acknowledging the research and work of women in Informatics in Spain.

CCS CONCEPTS

• Applied computing~Education

KEYWORDS

Informatics, Computer science, research, Spain, Quantitative study.

1 Introduction

Diversity has proven to be one of the keys to success for any organisation, both in business and research. This diversity allows the organisation to be aware of the needs and concerns of its target population, making it more efficient and reaching more people in its development [1]. Although recent studies have shown positive results concerning the productivity of female researchers in recent years, these results could be compromised by the low enrolment rates, which, in the field of Informatics, have been falling year by year for three decades [2]. This low demand for these studies among younger women may also be a limitation for their professional future given that, according to most studies carried out by international consultancy firms such as Randstad, it is in Information and Communication Technology (ICT) where both the highest number and the best jobs are expected in the coming years [3]. Moreover, the increasing impact of ICT in every aspect of our lives leads to a low involvement and participation of women in the future that awaits us as a society.

Different studies demonstrate the growing labour market demand for STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) careers. According to one labour market projection, nine of the ten fastest-growing occupations requiring at least a bachelor's degree will depend on a strong mathematics or science background [3]. Many science and engineering occupations are expected to grow faster than the average rate for all occupations. There is thus a concern about the decreasing participation in STEM of racial minorities, women and students from low socio-economic backgrounds who are under-represented [4].

There are many stages where the number of women declines, particularly in STEM fields: when they enter university, when they enter the labour market and when they want to reach top professional positions [5]. Some companies recognise that they are losing talent and profits due to a lack of diversity in their workforce and therefore develop initiatives to increase the number of women in their workforces, but face the difficulty that few women are trained in STEM careers.

In particular, in Informatics, the gender gap is growing. In most countries, the number of women studying engineering is small, and the percentage of female drop-outs is more significant than the percentage in the case of male students. According to data provided by the UNESCO Institute for Statistics (2020) [6], the average percentage of female higher education students enrolled in STEM degrees was between 6% and 7% in the years 2015-2018; in contrast, the percentage of male students choosing these degrees is around 20-21%. In Spain, 12.44% of female students select a STEM career, compared to 37.34% of male students. This gap is also reflected in the professional context; the percentage of women in engineering jobs in Spain is 12%, compared to a world average of 15%.

This situation leads to an attempt to understand the reasons for the declining enrolment of both women and men in engineering studies, focusing on the small number of women who choose the career and the small number of women who finish it. Social context is particularly crucial during the active phases of educational or career decision-making. Contextual variables (perceived social supports and barriers) are of great importance for developing students' career interests. In this sense, one of the reasons for the under-representation of women in engineering may be the lack of support these women receive during the different stages while studying engineering degrees, mainly the support they have when they decide to study an engineering degree, and the support they receive when they are on the engineering degree.

For all the above reasons, one of UNESCO's Sustainable Development Goals refers to gender equality and women's empowerment in society, especially in the labour market [7]. Gender equality can be seen as a cross-cutting goal in several Sustainable Development Goals (SDGs), e.g. ensuring equitable and inclusive quality education and promoting lifelong learning for all. The SDGs also strive for sustainable and inclusive economic growth that considers the special situation of women. Gender, ethnicity, academic achievement in mathematics—a discipline in which female students have worse self-perception from an early age [18]—, and high grades in secondary school are all key factors influencing students' choices. Women defended gender stereotypes about the suitability of women in "male jobs", but on the other hand, subscribed to the ideals of accessibility of the sector for all who wish to work in it. Some barriers to success in STEM careers identified were gender, race and ethnicity. Where two or more characteristics of minority underrepresentation overlap, the barrier may be worse.

On the other hand, other factors may influence attrition during engineering studies once a career choice is made. For example, gender biases in the faculty are associated with less support for women or a lack of support from families. Also, women are more likely to leave the engineering profession than men. Although women can graduate with a STEM degree by almost 20%, "almost 40% of women who obtain engineering degrees either quit or never enter the profession" [3]. In Spain, although support from families and friends during their careers is important, the support received from their academic institutions and professors is low. These findings confirm a critical issue for academic institutions to address in supporting their students in engineering careers to improve graduation rates. Universities should create a more inclusive, vibrant and supportive environment [8-9].

In terms of initiatives to promote the inclusion of women in STEM, there are many national and international initiatives that try to promote and increase the presence of women in STEM [10]. Most of the activities carried out to this end are oriented towards girls or young women, who are finishing secondary school and who are deciding their academic future or vocation, trying to guide them towards the choice of STEM areas. Some of these initiatives seek to analyse the main barriers or problems women encounter when choosing a STEM career. They also develop mentoring programmes or programmes to raise the profile of leading women in the academic or working world, and courses, workshops, events or conferences related to

engineering. The different scientific societies that are part of this project carry out some actions to promote the presence of women in their areas. For example, the Spanish Society for Natural Language Processing (SEPLN) has created DiverTLes, a community of women working and researching Language Technologies in Spain to promote scientific vocations in this area of Artificial Intelligence. However, these initiatives have not had the expected result in increasing the presence of women in engineering. To achieve such goal, we must face the challenge of teacher training, both in STEM areas and in co-education [11-12].

In this context, educational institutions face the challenge of promoting effective equality among their community and carrying out support programmes in those sectors where there is a gender gap, such as in the case of Informatics and R&D&I related to this discipline. This is the main reason why the SCIE has created a working group of "Women in Informatics" [13], made up of representatives of the different associations that are part of SCIE. This group promotes this project to alleviate the shortcomings mentioned above through different specific actions.

This work describes the project WOMEN@INF, the objectives, instruments and some preliminary results on the gender gap in Informatics in Spain.

The work is organised into four sections. Section 2 presents the project. Section 3 describes the methodology used in the preliminary study about gender perception in Informatics in Spain and the instrument. Finally, the last section summarises the main conclusions about the preliminary results.

2 The project

2.1 Objectives

The main activity of the WOMEN@INF project is to carry out a study on the current situation of female researchers in Informatics which will be translated into a digital product (interactive audiovisual web map). For this purpose, the authors of this work, who come from different Schools of Informatics in Spain, will analyse the enrolment by gender, study the perception of their students concerning gender, and identify, analyse and share the initiatives that are being developed to attract female talent to Informatics studies from the different participating institutions.

First, a web portal will be created that concentrates the know-how of the different participating institutions and societies to provide the different decision-making bodies with a better knowledge of the situation, including recommendations for action. Additionally, different dissemination actions will be carried out both in Spain and internationally, through the presence of this audiovisual map in traditional media and social networks.

Therefore, the main objectives of the project are:

- Objective 1: To study and establish a map of the current situation of female researchers in Informatics in the different Schools of Engineering and the Scientific Societies related to Informatics in Spain.
- Objective 2: To identify the evolution of enrolment by sex in the different Informatics studies and analyse the causes that justify the possible gaps.
- Objective 3: To identify and analyse the different initiatives proposed in the different Schools of Engineering who offer the bachelor in Informatics to propose the best Know-How to the different decision-making bodies.
- Objective 4: To carry out dissemination actions.

Figure 1 shows the phases of the workplan.

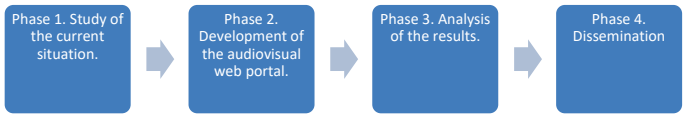


Figure 1. Phases of the work plan.

2.2 Consortium

The consortium is formed by the following societies:

- ADIE (Asociación para el Desarrollo de la Informática Educativa)
- AEPIA (Asociación Española para la Inteligencia Artificial)
- AENUI (Asociación de Enseñantes Universitarios de la Informática)
- AERFAI (Asociación Española de Reconocimiento de Formas y Análisis de Imágenes)
- AIPO (Asociación Interacción Persona-Ordenador)
- EGSE (Eurographics Sección Española, European Association for Computer Graphics)
- SARTECO (Sociedad Española de Arquitectura y Tecnología de Computadores)
- SeCiVi (Sociedad Española para las Ciencias del Videojuego)
- SISTEDES (Sociedad de Ingeniería de Software y Tecnologías del Desarrollo de Software)
- SEPLN (Sociedad Española para el Procesamiento del Lenguaje Natural)

Moreover, the project is related to the international project "W-STEM - Building the future of Latin America: engaging women into STEM" [14-16], led by the University of Salamanca (Spain), and funded by the European Union (ERASMUS + Capacity-building in Higher Education Call for proposals EAC/A05/2017). W-STEM involves ten Latin American universities from Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador and Mexico, and five European universities from Spain, Finland, Ireland, Italy and the United Kingdom. The main objective of this project is to establish strategies and mechanisms in the short and long term to implement or improve the processes of attraction, access and orientation/retention in STEM careers to reduce the

gender gap that exists in higher education in these careers. For this reason, this proposal aims to support this strategy in the Spanish context and serve as a basis for the experience to be transferred to Latin American higher education institutions.

It is worth mentioning that some activities of this project are supported by the SCIE with the collaboration of ZONTA INTERNATIONAL. The mission of the latter organisation is to promote women in all areas, and in our particular case, in Informatics. ZONTA will collaborate by providing visibility on its portal of the videos made in this project and through its support and mentoring networks.

On the other hand, the activities of the Women@INF are related to the research project COEDU_IN [17] - Digital literacy and STEAM at early ages: an inclusive co-educational proposal, funded by the Fundación Caja Canarias and Fundación La Caixa. This project is framed within the lines of action related to "inclusive" education, meaning the inclusion of vulnerable groups in access to education and educational promotion (disability, functional diversity, age, immigration, gender) and where it seeks to make a diagnosis and proposals for improvement. It promotes the elimination of gender disparities and stereotypes at all educational levels and facilitates women's access to research and science, particularly the difficulties in accessing STEM fields.

Table 1. WOMEN@INF project details

Title	*La investigación en Informática en España: Visualizando y visibilizando la labor de las mujeres*
Acronym	WOMEN@INF
Funding Entity	Institute of Women, Ministry of Health, Social Services and Equality
Call	Institute of Women. Ministry of Equality. Spain. 2021.
Project leader	Carina Soledad González González
Coordinator	Institute of Women Studies (IUEM). University of La Laguna (Spain)
Budget	24.627,94 €
Start date	15/01/2022
End date	31/12/2022

3 Methodology

3.1 Participants

The participants of the project are 13 women representative of the scientific societies that are part of the consortium. These women are the leaders of the project in each society and are in charge of the distribution and collection of data in each institution.

3.2 Instrument

The instrument used in the study is an adaptation of the GENCE 2.0 [18]. We have validated the degree to which respondents judge the questionnaire items. The validation was done by the participants of the project. Finally, the instrument is formed by 40 questions divided into four different dimensions: a) Profile and employment status, b) Work-life balance, c) Current context and d) Factors and causes. The dimension of Factors and causes also is divided into three blocks of items: 1) Attraction of research talent, 2) Talent retention and 3) Gender bias, sex discrimination, sexual harassment. Table 2 shows the dimensions and items of this instrument.

Table 2. The instrument used in the WOMEN@INF project. Adaptation of GENCE 2.0.

Profile and employment status	• Age • Sex • Gender • Location of workplace • Type of work center • Current employment status • Lines of research • Do you participate in the equality activities organised by your university? • Do you participate in other equality initiatives? • Do you participate in initiatives/projects that seek to promote the presence of women in Informatics? • Do you belong to Informatics science scientific societies?.
Work-life balance	• Have you ever had a period of at least six months during your professional training when it was difficult for you to fulfil your work or academic responsibilities because of your personal responsibilities? • If yes, what were the main reasons for the interruption? • How old are the people under your care? • Have you ever been presented with an opportunity to travel for study, teaching or research (including sabbatical) but did not participate due to personal reasons such as childcare, gender norms, cultural expectations, safety?
Current context	• What is your level of satisfaction with your academic career (research and teaching)?

	• Where do you see yourself in the next 5 years? • How do you see yourself reaching a permanent position in the university (or in Public Research Organizations)? • Briefly justify your choice (to the previous question). • How do you see reaching the highest level within your academic career (or research in Public Research Organizations)? • Briefly justify your choice (to the previous question).
Factors and Causes	Block I. Attraction of research talent • What was the main reason you opted for an academic career? Block II. Talent retention • When assigning the most difficult and demanding scientific tasks in your team, how do you perceive that they are carried out? • Your role within the work team **is** in line with your skills-skills-knowledge / Is below your skills-skills-knowledge / Challenges your skills-skills-knowledge • Do you consider that you assume an overload of functions of professional categories superior to yours? • Do you consider that you assume an overload of functions of professional categories lower than yours? • In your team, do you take on administrative tasks, even if you do not have that role? • Have any of these obstacles impacted or do they impact your career advancement? To what extent? • In relation to discrimination based on sex, if in the previous question you indicated that it is an obstacle, please indicate below the answers that seem most appropriate to you in each case. • Do you have enough information about the requirements for progressing through the different stages of the academic career? • In your research center, are there mentors available to guide and support you in your career? • Have you ever felt that your work was not recognized? • Do you consider that the evaluation criteria are applied equally to men and women?
	• Do you consider that you have flexible working hours in your workplace? • In your current situation, are you considering parenthood? • If you are not considering becoming a father/mother, what is the reason for this? Block III. Gender bias, sex discrimination, sexual harassment. • Did you get or have you gotten funding at the beginning of your postdoctoral stage / What type? • What measures are taken in your workplace to discourage possible manifestations of inequalities between men and women? • Have you experienced gender-based harassment in your workplace? • If you answered yes in the previous answer, what situations of harassment based on sex have you experienced?

3.3 Data collection

The data collection started in April of 2022 and it will be open during 3 months. The questionnaire has been distributed among the scientific societies participating in the project and also into the different institutions, universities and in particular, schools of engineering in Informatics of Spain.

4. Conclusions

In this paper we presented a project to make the women work in Informatics more visible. The project is in its first stage, collecting the information among different scientific societies of Informatics in Spain and also in the universities and schools of Engineering in Informatics. We have designed and validated an instrument to collect this information and we are working on the creation of a web portal where the different initiatives and data will be offered to the community.

ACKNOWLEDGMENTS

This project was undertaken with the support of the Institute of Women of the Spanish Ministry of Equality, Ref. 25/1ACT/21.

REFERENCES

[1] Botella, C., Rueda, S., López-Iñesta, E., & Marzal, P. (2019). Gender diversity in STEM disciplines: A multiple factor problem. Entropy, 21(1), 30.

[2] Peixoto, A., González, C. S. G., Strachan, R., Plaza, P., de los Angeles Martinez, M., Blazquez, M., & Castro, M. (2018, April). Diversity and inclusion in engineering education:

Looking through the gender question. In 2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON) (pp. 2071-2075). IEEE.

[3] Seron, C., Silbey, S. S., Cech, E., & Rubineau, B. (2016). Persistence is cultural: Professional socialization and the reproduction of sex segregation. Work and Occupations, 43(2), 178-214.

[4] Women, U. N. (2021). Empowering women at work: government laws and policies for gender equality. Available at: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/---emp_ent/---multi/documents/publication/wcms_756721.pdf

[5] González, C. S. G., & Holgado, A. G. (2021). Retos para la inclusión de las mujeres en las carreras STEM. In XICIDU Congreso Iberoamericano de Docencia Universitaria: La transformación digital de la universidad (pp. 198-209). Universidad de La Laguna.

[6] UNESCO Institute for Statistics. Gender Equality in Education. Available at: http://uis.unesco.org/en/topic/gender-equality-education

[7] UNESCO's Sustainable Development Goals. Gender Equality. Available at: https://en.unesco.org/genderequality

[8] González-González, C. S. (2020). Inclusion in STEM: Challenges for Education in Engineering. Int. J. Eng. Pedagog., 10(6), 4-6.

[9] González-González, C. S., García-Holgado, A., de los Angeles Martínez-Estévez, M., Gil, M., Martín-Fernandez, A., Marcos, A., ... & Gershon, T. S. (2018, April). Gender and engineering: Developing actions to encourage women in tech. In 2018 IEEE global engineering education conference (EDUCON) (pp. 2082-2087). IEEE.

[10] Paderewski, P., García-Arenas, M., Gil-Iranzo, R., González-González, C., Ortigosa, E. M., & Padilla-Zea, N. (2016). Iniciativas y estrategias para acercar a las mujeres a las ingenierías TICs. Revista Iberoamericana de Tecnologías del/da Aprendizaje/Aprendizagem, 12(2), 141-149.

[11] González-González, C. S., García-Holgado, A., García-Peñalvo, F. J., & Mena, J. (2018, September). Towards equality in higher education: Innovative Teaching experiences in computer education. In Proceedings of the XIX International Conference on Human Computer Interaction (pp. 1-2).

[12] González-González, C. S., & García-Holgado, A. (2021, September). Strategies to gender mainstreaming in Engineering studies: a workshop with teachers. In Proceedings of the XXI International Conference on Human Computer Interaction (pp. 1-5).

[13] Spanish Scientific Society for Informatics. Women in Informatics Group. Available at: https://www.scie.es/actividades/mujer-en-informatica/

[14] García-Holgado, A. and García-Peñalvo, F.J., 2022. A Model for Bridging the Gender Gap in STEM in Higher Education Institutions. In Women in STEM in Higher Education: Good Practices of Attraction, Access and Retainment in Higher Education, F.J. García-Peñalvo, A. García-Holgado, A. Dominguez and J. Pascual Eds. Springer, 1-19. DOI= http://dx.doi.org/10.1007/978-981-19-1552-9_1.

[15] García-Peñalvo, F.J., Bello, A., Domínguez, A., and Romero Chacón, R.M., 2019. Gender Balance Actions, Policies and Strategies for STEM: Results from a World Café Conversation. Education in the Knowledge Society 20, 15. DOI= http://dx.doi.org/10.14201/eks2019_20_a31.

[16] García-Holgado, A., Camacho Díaz, A., and García-Peñalvo, F.J., 2019. Engaging women into STEM in Latin America: W-STEM project. In Proceedings of the 7th International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM 2019) (León, Spain, October 16-18, 2019), M.Á. Conde-González, F.J. Rodríguez Sedano, C. Fernández Llamas and F.J. García-Peñalvo Eds. ACM, New York, NY, USA, 232-239. DOI= http://dx.doi.org/10.1145/3362789.3362902.

[17] González-González, C. S. et al., "COEDU-IN Project: an inclusive co-educational project for teaching computational thinking and digital skills at early ages," 2021 International Symposium on Computers in Education (SIIE), 2021, pp. 1-4, doi: 10.1109/SIIE53363.2021.9583648.

[18] García Holgado, A., Vázquez Ingelmo, A., Mena, J., García Peñalvo, F. J., González, C., Sánchez-Gómez, M., & Verdugo Castro, S. (2019). Estudio piloto sobre la percepción de la brecha de género en estudios de ingeniería informática.

[19] Ayuso, N. et al. (2020). "Gender gap in STEM: A cross-sectional study of primary school students' self-perception and test anxiety in mathematics". IEEE Transactions on Education, 64(1), 40-49.

TecInt – Interactive Technologies

Valéria F. Martins, Ana Grasielle D. Correa,
Pós-Graduação em Computação Aplicada/Pós-Graduação em Distúrbios do Desenvolvimento
Univ. Presbiteriana Mackenzie
São Paulo, Brasil
{valeria.farinazzo, ana.correa}@mackenzie.br

Cibelle A. H. Amato
Pós-Graduação em Distúrbios do Desenvolvimento
Univ. Presbiteriana Mackenzie
São Paulo, Brasil
cibelle.amato@mackenzie.br

Daniela V. Cunha, Bruno da S. Rodrigues, Pedro H. C. Braga, Joaquim Pessoa Filho, Antonio L. Basile
Faculdade de Computação e Informática
Univ. Presbiteriana Mackenzie
São Paulo, Brasil
{daniela.cunha, bruno.rodrigues, pedro.cacique, joaquim.pessoa, antonioluiz.basile}mackenzie.br

Cesar Collazos
Departamento de Sistemas
Universidad del Cauca
Popayan, Colombia
ccollazos@unicauca.edu.co

Maria Amélia Eliseo
Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada
Univ. Presbiteriana Mackenzie
São Paulo, Brasil
mariaamelia.eliseo@mackenzie.br

Ismar F. Silveira
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Computação
Univ. Presbiteriana Mackenzie
São Paulo, Brasil
ismar@silveira@mackenzie.br

ABSTRACT

The Interactive Technologies – TecInt research group aims to promote and conduct research activities related to user interactions on Virtual, Augmented and Mixed Realities, Multimodal interfaces, Usability Assessment, Mobile Applications, IoT Integration and so on, focusing on solutions in Health and Education areas. TecInt is associated with the Computing and Informatics Department of Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM) and the Graduate Programs in Applied Computing (PPGCA), Electrical Engineering and Computing (PPGEEC) and Developmental Disorders (PPGDD). Furthermore, the group has the participation of a Colombian researcher associated with the Universidad del Cauca.

CCS CONCEPTS

• Applied computing • Human-centered computing

KEYWORDS

Accessibility and Digital Inclusion, Motor Rehabilitation, Language Intervention, Mobile Applications, Hardware, Multimodal Interfaces, Usability Assessment.

1 Introduction

The TecInt - Interactive Technologies research group comprises researchers from Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM) in São Paulo, Brazil, belonging to three Postgraduate Programs (Applied Computing, Electrical Engineering and Computing and Developmental Disorders) and researchers associated with the Computing and Informatics Department. The group also has the collaboration of a researcher in the Systems Department of the Universidad de Cauca, Popayan, Colombia. These characteristics make the group quite multidisciplinary in its work on research projects. It is possible to access the group's information at the address in the National Council for Scientific and Technological Development (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico [CNPq]: http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/5154626770442830.

Created in 2021, TecInt was made up of researchers from the former Visual Computing research group, active from 2005 to 2019, focused on research in Computer Graphics, Digital Games, Virtual and Augmented Reality, Human-Computer Interface, and related areas. These researchers were joined by others who work with mobile interfaces, hardware, IoT, and information technology in education and speech therapy, increasing the multidisciplinary character of the group. TecInt has the following lines of research in the interactive systems area:

- Motor and cognitive rehabilitation: development and evaluation of unconventional devices to support the intervention of motor and cognitive rehabilitation of individuals with a disability or developmental disorder [1].
- Accessibility and digital inclusion: involving work mainly related to digital inclusion in educational environments [2].
- Serious games: development and evaluation of serious games for different platforms (desktop and mobile) to support the health and education of individuals with a disability or developmental disorder [3].
- Language intervention: development of applications and software related to the assessment, prevention and treatment of language disorders [4].
- Multimodal interfaces: various non-conventional interactions are applied to education and health [5].
- Usability and Accessibility Evaluation: the study of usability/accessibility evaluation methodologies of different types of conventional and unconventional interfaces [6].

Currently, the group has ten researchers, one foreign researcher, one doctoral student, three master's students and one

undergraduate student. The group has a physical laboratory, called Laboratory of Interactive Technologies (Laboratório de Tecnologias Interativas [LTI]), located at the UPM. It participates in two research networks: HCI-Collab - Collaborative Net to support teaching-learning processes in Human-Computer Interaction at an Iberoamerican level (Red Colaborativa para apoyar procesos de enseñanza-aprendizaje en Interacción Humano-Computador a nivel Iberoamericano) and VG-Collab - Collaborative Iberoamerican Net for research and development of video games in Iberoamerica (Red Iberoamericana colaborativa de investigación y desarrollo de videojuegos en Iberoamérica). In 2022, the group's researchers supervised around 4 Scientific Initiation projects, 23 Undergraduate Course Completion Works, 12 master's dissertations, and 8 doctoral theses. The group has published around 200 works in scientific journals, books, book chapters, and national and international events proceedings in the last five years.

2 Research Project

Researchers of the group currently participate in the following research projects:

- Smart Ecosystem for Learning and Inclusion (SELI): Started in 2019, with support from ERANET-LAC, the overall objective of the SELI project is to develop and implement a set of open access ICT-based tools and environments to encourage the digitization of the learning ecosystem, revitalizing education and improving inclusion and accessibility in the European Union and Latin America and the Caribbean regions. International project with ten members from Latin America, the Caribbean and Europe.
- Development and evaluation of serious games controlled by balance platforms for balance training: Started in 2022, the focus of this project is to research, develop and evaluate serious games and balance platforms for balance training and assessment. The project is formed by a multidisciplinary team (physiotherapists, occupational therapists, computer scientists, engineers and game designers).
- Game development for health and education: Started in 2021, the general objective of this project is to research, design and evaluate the usability of serious games for application in health and/or education. The project is formed by a multidisciplinary team (physiotherapists, occupational therapists, educators, computer scientists, engineers and game designers).
- Ankle ClubFoot Sockets (ACFS): Starting in 2019, the project aims to develop a Pair of Smart Shoes (wearable) for the Assessment and Rehabilitation of Children with Congenital Clubfoot.
- Health Care Technology: Started in 2019, it aims to analyze the usability of virtual games and motor performance of users with reduced mobility.
- Interactive Technologies Applied to Health and Education: Started in 2018, this seeks to identify how interactive technologies can be applied and positively contribute to the areas of Health and Education, mainly linked to issues of accessibility, digital inclusion, universal design for learning, dyslexia, autism, intellectual disability, among others.
- Assessment of ICTs to boost the technological transformation of micro and small companies in the incorporation of Industry 4.0 with a focus on human factors: Started in 2022, with support from MackPesquisa, this research aims to promote activities that contribute to the technological transformation of small and medium-sized Brazilian companies towards Industry 4.0, focusing on human factors in the use of technology and sustainable and inclusive development.
- Developmental Disorders: Started in 2020, it provides for the development of mobile applications for the health and education of children and parents of children with developmental disorders.

ACKNOWLEDGMENTS

This work was conducted with the support of ERANET-LAC, which received funding from the European Union's Seventh Framework Programme, Smart Ecosystem for Learning and Inclusion Project, ERANet17/ICT-0076SELI. The project was also supported by the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel – Brazil (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de nível superior [CAPES]) – Excellence Program – (Programa de Excelência [Proex] 1133/2019 and Foundation for Research Support of the State of São Paulo (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo [FAPESP]) 2018/04085-4. Finally, it is also supported by the MackPesquisa financial support fund.

REFERENCES

[1] Ferreira, D.R., Baptista, C. K., da Silva Rodrigues, B., Siqueira, B. C., Blascovi-Assis, S. M., & Corrêa, A. G. (2021). Development and Test of a Serious Game for Dorsiflexion and Plantarflexion Exercises of the Feet. Journal on Interactive Systems, 12(1), 58-68.

[2] Martins, V. F., Amato, C., Tomczyk, Ł., Oyelere, S. S., Eliseo, M. A., & Silveira, I. F. (2020, April). Accessibility recommendations for open educational resources for people with learning disabilities. In World Conference on Information Systems and Technologies (pp. 387-396). Springer, Cham.

[3] Lima, T.F. M.; Assis, G.A.; Corrêa, A.G.; Brandão, A.F. Jogos sérios em saúde: conceitos e aplicações. In: Ana Grasielle Dionísio Corrêa; Bruno da Silva Rodrigues; Cibelle Albuquerque de la Higuera Amato; Valéria Farinazzo Martins. (Org.). Tecnologias Aplicadas em Educação e Saúde. 1ed.São Paulo: Memnon, 2021, v. 1, p. 180-196.

[4] Amato, C. A. D. L. H., Rossi, A. C., dos Santos Silva, A. R., Silva, M. G. L., & Martins, V. F. (2021). Identificação precoce de déficits de linguagem: A construção de uma ferramenta digital. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, (E39), 627-642.

[5] Capdevila, M. G., Silveira, I. F., Faion, B. F., & Martins, V. F. (2020, June). Usability study for Liquid Galaxy platform using hand and voice controllers. In 2020 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI) (pp. 1-6). IEEE.

[6] Kawamoto, A. L. S., Marques, D., & Martins, V. F. (2020). Revisão Sobre Usabilidade em Sistemas de Interação Não-Convencional. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, (E26), 624-636.

Actividad en el ámbito de la Interacción Persona-Ordenador de un equipo de trabajo integrado en el grupo de investigación MCFLAI

Rafael Duque†
Departamento de Matemáticas, Estadística y Computación
Universidad de Cantabria
España
rafel.duque@unican.es

José Luis Montaña
Departamento de Matemáticas, Estadística y Computación
Universidad de Cantabria
España
joseluis.montana@unican.es

Camilo Palazuelos
Departamento de Matemáticas, Estadística y Computación
Universidad de Cantabria
España
camilo.palazuelos@unican.es

Sergio Salomón
Departamento de Matemáticas, Estadística y Computación
Universidad de Cantabria
España
sergio.salomon@alumnos.unican.es

Santos Bringas
Departamento de Matemáticas, Estadística y Computación
Universidad de Cantabria
España
santos.bringas@unican.es

RESUMEN

Se presenta la actividad en el ámbito de la Interacción Persona-Ordenador de un equipo de trabajo integrado en el grupo de investigación MCFLAI (Mathematics & Computation: Foundations, Learning, Artificial Intelligence) de la Universidad de Cantabria.

CCS CONCEPTS

• Human computer interaction (HCI)

KEYWORDS

Perfiles de usuario, Calidad en uso, u-health, m- health

1 Introducción

El grupo de investigación MCFLAI (Mathematics & Computation: Foundations, Learning, Artificial Intelligence) está formado mayoritariamente por profesores del departamento de Matemáticas, Estadística y Computación de la Universidad de Cantabria. Los profesores Rafael Duque y José Luis Montaña son miembros del grupo MCFLAI y en los últimos años coordinan un equipo que trabajo en las siguientes tres líneas de investigación relacionadas con la Interacción Persona-Ordenador:

- Generación de perfiles de usuarios de sistemas ubicuos.
- Medición de la calidad en uso de sistemas interactivos.
- Soluciones m-health y u-health en el ámbito de la neurología.

2 Equipo de trabajo y líneas de investigación

El equipo de trabajo involucrado en la investigación que se presenta en este artículo está formado por los siguientes miembros:

- Rafael Duque. Profesor Titular de Universidad. Coordina el equipo de trabajo.
- José Luis Montaña. Profesor Titular de Universidad. Coordina el equipo de trabajo.
- Camilo Palazuelos. Profesor Ayudante Doctor. Centra su actividad investigadora actual en la generación de perfiles de usuarios de sistemas ubicuos.
- Sergio Salomón. Estudiante de doctorado. Centra su actividad investigadora en la medición de la calidad de uso de sistemas interactivos y en la generación de perfiles de usuarios de sistemas ubicuos.
- Santos Bringas. Profesor a tiempo parcial en la Universidad de Cantabria y estudiante de doctorado. Centra su actividad investigadora en soluciones m-health y u-health.

2.1 Generación de perfiles de usuarios de sistemas ubicuos

Esta línea de investigación trata de caracterizar automáticamente la interacción de los usuarios en entornos de Computación Ubicua e Inteligencia Ambiental [1]. Con este propósito se ha trabajado en la construcción de un sistema que, en primer lugar, procesa un repositorio de *log* con información descriptiva de las interacciones

explicitas e implícitas de los usuarios. A continuación, extrae características significativas de este repositorio que permiten modelar el comportamiento de cada usuario con la aplicación y con su entorno. Con el objetivo de tener un número reducido de modelos descriptivos del comportamiento de todos los usuarios se utilizan técnicas de *clustering* que identifican grupos de usuarios con comportamientos similares, en otras palabras, se propone generar perfiles de usuario.

El comportamiento de estos perfiles de usuario se modela mediante autómatas con pesos que permiten reproducir sus comportamientos mediante estados que simulan las interacciones explicitas que los usuarios secuencian en función del contexto en el que se encuentran, el cual estará determinado por sus interacciones implícitas.

De los modelos de los comportamientos de los usuarios mediante autómatas con pesos se extraen textos descriptivos en lenguaje natural que muestran las características de los diferentes perfiles de usuarios. Se estima que la información descriptiva de estos perfiles de usuario es de utilidad para rediseñar aplicaciones y servicios para mejorar la experiencia del usuario una vez que se tenga un mayor conocimiento de ellos (por ejemplo, recomendando servicios según la localización del usuario, rediseñando apps que aglutinen los servicios más utilizados por el usuario, recomendando servicios y aplicaciones ya que son de interés para otros usuarios de ese mismo perfil, etc.).

2.2 Medición de la calidad en uso de sistemas interactivos

El objetivo general de esta línea de trabajo ha sido el desarrollo de un entorno software que pueda ser adaptado e integrado en sistemas sensibles al contexto para asegurar y optimizar la calidad en uso [2]. Este entorno procesa modelos representativos de la actividad del usuario, sus interacciones sociales y ubicación física que han sido generados mediante técnicas de la Minería de Procesos que no requieren la participación expresa del usuario. Por otra parte, se han propuesto un conjunto de métricas que evalúan los aspectos asociados a la calidad en uso en cada contexto. Un modelo probabilístico infiere las nuevas interacciones que deben ejecutar los sistemas sensibles al contexto a partir de la información recopilada en los modelos de los contextos de uso y de los valores que toman las métricas en los mencionados contextos.

2.3 Soluciones m-Health y u-Health en el ámbito de la Neurología

Bajo esta línea de investigación se han desarrollado diversos trabajos en colaboración con el servicio de Neurología del Hospital General Universitario Marqués de Valdecilla. El primero de estos trabajos ha tenido como objetivo la valoración de apraxias en pacientes con enfermedad de Alzheimer mediante soluciones m-Health. La apraxia se define como la existencia de un déficit en la ejecución de movimientos voluntarios, sin que ello sea debido a un defecto de las funciones motoras o sensitivas elementales o a problemas de comprensión. En este contexto se ha planteado una iniciativa investigadora encaminada a grabar los gestos de los pacientes mediante la cámara de video de los Smartphone y que los videos generados sean procesados por redes neuronales convolucionales para determinar automáticamente el grado y los factores de error que comete el paciente al reproducir el movimiento.

El segundo trabajo de esta línea de investigación ha explorado mediante soluciones u-Health la relación existente entre los trastornos de movilidad y el grado de evolución de la enfermedad de Alzheimer [3]. Para ello se ha abordado la identificación de patrones de movilidad en pacientes con la enfermedad de Alzheimer usando los acelerómetros de los Smartphone y mediante una red neuronal se relaciona el estadio de la patología con estos patrones de movilidad.

3 Trabajos futuros

Como trabajos futuros se contemplan dos nuevas lineas de investigación. La primera de ellas plantea crear herramientas y metodologías software que estudien las interacciones de los usuarios de sistemas e-learning para dar soporte adaptado a sus necesidades. La segunda línea de trabajo plantea crear modelos *deep learning* para estudiar datos capturados por dispositivos de rastreo ocular y caracterizar automáticamente a los usuarios a partir de esta fuente de información.

AGRADECIMIENTOS

Esta comunicación ha sido financiada por el proyecto “Development and validation of software tools and methodologies to provide individualized feedback and automatic performance assessment in programming learning” (convocatoria financiada por contrato programa Gobierno de Cantabria-UC) y a través de la beca de doctorado industrial DI27, concedida a Santos Bringas en la convocatoria del Programa de Doctorados Industriales 2020 (convocatoria financiada por la Universidad de Cantabria, el Gobierno de Cantabria y el Banco Santander).

REFERENCIAS

[1] Sergio Salomón, Rafael Duque, Jose Luis Montaña, and Luis Tenés. 2019. Modeling Users Behavior in Groupware Applications. In Cooperative Design, Visualization, and Engineering: 16th International Conference, CDVE 2019, Mallorca, Spain, October 6–9, 2019, Proceedings. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 11–21. https://doi.org/10.1007/978-3-030-30949-7_2.

[2] Sergio Salomón, Rafael Duque, Jose Luis Montaña, and Luis Tenés. 2022. Towards automatic evaluation of the Quality-in-Use in context-aware software systems. Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing. https://doi.org/10.1007/s12652-021-03693-w.

[3] Santos Bringas, Sergio Salomón, Rafael Duque, Carmen Lage, and José Luis Montaña. 2020. Alzheimer’s Disease stage identification using deep learning models. J. of Biomedical Informatics 109, C (Sep 2020). https://doi.org/10.1016/j.jbi.2020.103514

Proyecto vLRF

Plataforma de Recomendaciones de Contenidos de Video Educativos

Jose L. Arciniegas H.†
Departamento de Telemática
(GIT)
Universidad del Cauca
Popayán, Cauca, Colombia
jlarci@unicauca.edu.co

Maite Rada Mendoza
Departamento de Química,
(BICAMSA)
Universidad del Cauca
Popayán, Cauca, Colombia
mrada@unicauca.edu.co

Diego Duran D.
Departamento de Telemática
(GIT)
Universidad del Cauca
Popayán, Cauca, Colombia
dduran@unicauca.edu.co

RESUMEN

La interacción entre estudiantes y profesores, generada como consecuencia de la pandemia por COVID-19, es uno de los aspectos que más ha sufrido impacto y ha tenido un efecto devastador en los procesos de enseñanza y aprendizaje, puesto que el seguimiento y la retroalimentación del proceso formativo no se puede realizar de la manera tradicional.

El uso de la analítica avanzada, facilita el seguimiento y evaluación del proceso de aprendizaje de cada estudiante, de tal manera que el docente puede detectar las falencias del proceso de manera personalizada, permitiéndole al estudiante contar con recursos dispuestos (de forma personalizada) y teniendo en cuenta su nivel de avance y los resultados esperados de aprendizaje.

El proyecto *"Fortalecimiento de capacidades de CTeI para la Innovación Educativa en Educación Básica y Media, mediante uso de la Plataforma de Recomendaciones de Contenidos de Video (vLRF) en instituciones oficiales y privadas del municipio de Popayán – Cauca"*, en adelante proyecto *"vLRF"* tiene como propósito mejorar los mecanismos de interacción entre estudiantes y profesores. Dichos avances han sido probados en un ambiente experimental, y se pondrán al servicio en un entorno real.

CONCEPTOS CCS

• Applied computing • Education • Interactive learning environments

PALABRAS CLAVE

Interacción, contenidos de video educativo, sistemas de recomendación, VoD

1 Motivación

La educación fue una de las áreas que más se vio impactada por el COVID-19, dada la marcada necesidad de congregar personas en espacios cerrados para poder adelantar los procesos formativos, lo cual planteó la necesidad de encontrar nuevas formas de adelantar estas actividades y en esto las TIC proporcionaron una gran ayuda.

Estas condiciones no serán pasajeras o circunstanciales, ya que las tendencias demuestran que el uso herramientas basadas en las TIC son parte de la evolución natural de los procesos educativos. Además, resuelven problemas de cobertura en zonas remotas o con problemas de inclusión y flexibilidad para los estudiantes o profesores que, por alguna razón, no pueden desplazarse a los establecimientos educativos.

Este proyecto es un instrumento de ayuda soportado en las TIC para mejorar las interacciones entre estudiantes y profesores en el proceso formativo y además un apoyo en el seguimiento para la obtención de las competencias que se buscan en cada uno de los estudiantes. Es de aclarar que en ningún caso la plataforma vLRF suplantará o desplazará la labor que realizan los docentes, sino que es un instrumento de apoyo para mejorar sus interacciones con los estudiantes.

El proyecto brinda los siguientes componentes, que se consideran parte de la plataforma vLRF: Una base de conocimiento de contenidos educativos de material audiovisual basada en una estructura ontológica y sigue los principios de los Datos Abiertos Enlazados; un sistema de recomendaciones de contenidos educativos de video, que aprovecha las técnicas de la web semántica para ofrecer sugerencias asociadas al cumplimiento de competencias educativas, y un servicio de distribución de videos educativos propicio para el acceso a los contenidos por parte de docentes y estudiantes.

2 Problema a resolver

Las plataformas de distribución de video disponibles en la web ofrecen una gran cantidad de conocimiento de manera libre, que puede ser aprovechado para procesos de enseñanza y aprendizaje. Sin embargo la búsqueda de contenidos apropiados, de acuerdo con las competencias que se quieren lograr por parte de estudiantes y docentes, se enfrentan a muchos retos, siendo dos problemáticas las que se quieren abordar (Ver Figura 1): la primera, porque generalmente docentes o estudiantes no conocen sus estados y procesos cognitivos, y segundo porque los servicios de distribución de video no proveen herramientas que faciliten la selección de contenidos relacionados con las competencias adecuadas en el marco de un proceso educativo.

Estas situaciones son debidas a dos problemas principalmente: El primero es la sobrecarga de información, ya que de acuerdo con [1], es *"la exposición a, o provisión de, demasiada información; una situación problemática aparece a raíz de esto"*. En una plataforma de video, los docentes y estudiantes pueden no tener el conocimiento o el tiempo necesarios para identificar un contenido adecuado a las características de su enseñanza y aprendizaje. Entonces, episodios de estrés pueden surgir. El segundo problema, está relacionado con la metacognición [2], la cual consiste en que los estudiantes generalmente no son conscientes de sus estados y los procesos desarrollados en su aprendizaje, ni de su habilidad para monitorear y ajustar conscientemente tales aspectos. Así, la ausencia de cierto nivel de metacognición dificulta la selección de recursos relevantes [3].

Figura 1: Escenario problemático

El proyecto vLRF fue propuesto y es ejecutado por la Universidad del Cauca y tiene como población objetivo a estudiantes y profesores de los diferentes establecimientos educativos de educación básica y media, específicamente se está desarrollando en un entorno real en la Institución educativa Colegio Colombia Jardín Infantil Mafalda de la ciudad de Popayán, Cauca, Colombia (ver Figura 2), con el apoyo de la Secretaria de Educación Municipal de Popayán, como Entidad Territorial Certificada (E.T.C.).

3 Avances realizados

El desarrollo de un servicio de difusión de videos organizados por competencias académicas, permite poner a disposición de estudiantes y profesores, un conjunto de contenidos clasificados por competencias, los cuales permiten la apropiación de competencias educativas. Lo anterior permite enriquecer los servicios de distribución de video tradicionales, los cuales incluyen contenidos educativos, pero que no han sido asociados de manera formal con las competencias educativas.

Con el fin de enriquecer la búsqueda de contenidos en los sistemas de distribución de video, los sistemas de recomendación son una buena alternativa para agilizar la búsqueda de contenidos, sin embargo, el hacer uso de una base de conocimiento para la recomendación de contenidos, mejora la precisión y la calidad de las recomendaciones a partir de las necesidades particulares de estudiantes y docentes. Para el proyecto, se dispone de una base de conocimiento de videos educativos clasificados y filtrados por expertos (docentes) en las diferentes competencias definidas por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia y relacionado a las áreas de matemáticas, inglés y ciencias, de diferentes grados escolares de educación básica y media.

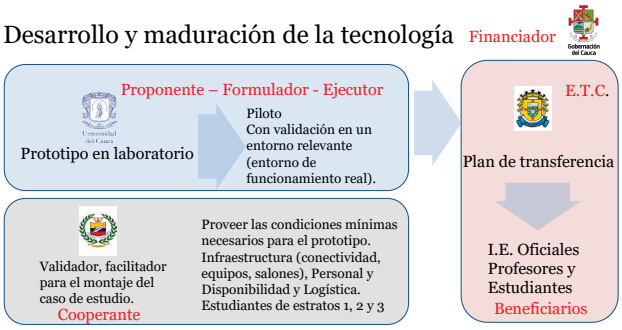


Figura 2: Escenario de validación

Aunque los sistemas de distribución de video tradicionales permiten realizar búsquedas de contenidos, al no estar enmarcados los contenidos en términos de las competencias, las búsquedas no permiten la obtención de resultados efectivos de cara a la apropiación de competencias educativas.

Si bien los sistemas de recomendación clásicos permiten agilizar la búsqueda de contenidos en plataformas de distribución de video, las recomendaciones están basadas solamente en la calificación que hacen los usuarios a los contenidos, más no tienen una base de conocimiento. Lo anterior hace que las sugerencias no sean completamente efectivas, de cara a facilitar la apropiación de las competencias educativas.

Si bien los avances de la investigación han tenido en cuenta la participación de docentes y estudiantes reales, incluido un prototipo a nivel de laboratorio [4], es necesario realizar un mayor número de pruebas debido a la diversidad de los escenarios educativos en entorno real; en el proyecto vLRF se tienen planificadas estas valoraciones en el corto y mediano plazo.

AGRADECIMIENTOS

El Proyecto "*Fortalecimiento de capacidades de CTeI para la Innovación Educativa en Educación Básica y Media, mediante uso de la Plataforma de Recomendaciones de Contenidos de Video (vLRF) en instituciones oficiales y privadas del municipio de Popayán - Cauca*" BPIN 2020000100654, es parcialmente financiado por el Fondo de CTeI del Sistema General de Regalías a través de la Gobernación del Cauca, Colombia.

REFERENCIAS

[1] David Levy. 2008. Information overload. En *The Handbook of Information and Computer Ethics* (pág. 497-515). Wiley, New York, NY..

[2] Papaleontiou-Louca, E. 2008. *Metacognition and Theory of Mind.* Newcastle: Cambridge Scholars Publishing.

[3] Zheng, X.-L., Chen, C.-C., Hung, J.-L., He, W., Hong, F.-X., & Lin, Z. 2015. A Hybrid Trust-Based Recommender System for Online Communities of Practice. *IEEE Transactions on Learning Technologies, 8*(4), 345-356. DOI: 10.1109/TLT.2015.2419262.

[4] Diego, D. 2019. Sistema de recomendaciones de contenidos educativos de VoD centrado en las competencias educativas. *Tesis Doctoral - Universidad del Cauca.*

Audio inmersivo, personalizado e interactivo para RV/RA e investigación en psicoacústica. Proyectos SONICOM y SAVLab

Arcadio Reyes-Lecuona†
Telecommunication Research Institute (TELMA)
Grupo de Investigación DIANA
Universidad de Málaga
areyes@uma.es

RESUMEN

La percepción del audio espacial descansa en una serie de características individuales como la forma de las orejas y la cabeza, por lo que el renderizado de audio espacial en entornos virtuales auditivos debe ser personalizada para pada usuario si queremos generar una simulación de alta calidad. La Inteligencia Artificial (IA) es una herramienta muy potente que puede ayudar en esta tarea. El proyecto SONICOM usará estas tecnologías para ajustar los filtros acústicos individuales que permiten a las personas localizar fuentes sonoras a su alrededor de acuerdo con las características anatómicas y fisiológicas del oído. Si podemos evaluar y cuantificar de manera consistente y repetible estos ajustes, así como su impacto en la interacción en entornos virtuales, tendremos la clave para el desarrollo de nuevas tecnologías en este campo, y esto nos permitirá mejorar nuestra comprensión de los mecanismos de la audición espacial humana y su influencia en la comunicación. Por otro lado, el proyecto SAVLab abunda en esas herramientas y técnicas de renderizado binaural en tiempo real para desarrollar experimentos de psicoacústica.

KEYWORDS

Audio binaural, Renderizado de audio, Modelos auditivos, Realidad Virtual y Aumentada, Inteligencia Artificial, Interacción social.

1 Introducción

En nuestro día a día experimentamos escenas de audio inmersivo cuando oímos e interactuamos con sonidos que se localizan a nuestro alrededor. Estas experiencias auditivas interactivas se pueden simular en Realidad Virtual y Aumentada (RV/RA) mediante auriculares y el adecuado procesado de las señales de audio. De esta forma, las tecnologías de audio inmersivo tienen el potencial de revolucionar la forma en que podemos interactuar socialmente en entornos virtuales. Sin embargo, aún hay importantes retos abiertos para poder lograr una simulación de audio que sea indistinguible de una situación real. Una forma de abordarlos es usar Inteligencia Artificial (IA) para medir, modelar y comprender los mecanismos tanto psicofísicos de bajo nivel, como de percepción a un nivel superior.

El proyecto SONICOM-*Transforming auditory-based social interaction and communication in AR/VR* (www.sonicom.eu), financiado dentro del programa FET-Proact del programa marco Horizonte 2020, comenzó en enero de 2021 y se desarrollará durante cinco años con el propósito de transformar la interacción social auditiva en RV/RA mediante los siguientes objetivos:

- Diseñar una nueva generación de tecnologías y técnicas de audio inmersivo con un especial interés en la personalización del renderizado de audio espacial.
- Explorar y modelar cómo las características físicas de los estímulos auditivos espaciales pueden influir en el comportamiento observable de los oyentes en escenarios de interacción social.
- Evaluar las técnicas desarrolladas con validez ecológica explotando las simulaciones de RV/RA así como escenarios de la vida real.
- Crear un ecosistema de datos, modelos auditivos y componentes de renderizado de audio en tiempo real para reforzar la investigación reproducible, así como promover futuros desarrollos en el área de la interacción social basada en audio.

En SONICOM participan 10 instituciones de investigación y compañías de tecnologías creativas de seis países europeos: Imperial College London (coordinador), la Sorbona, la Academia austriaca de Ciencia, la Universidad de Milan, la Universidad Nacional y Kapodistríaca de Atenas, la Universidad de Málaga, la Universidad de Glasgow, Dreamwaves, Reactify y Usound. El grupo DIANA, del Instituto de Investigación en Telecomunicación de la Universidad de Málaga es el equipo participante por parte de esta institución. Ese mismo equipo es el que desarrolla el proyecto SAVLab-Laboratorio Virtual de Audio Espacial, que está financiado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología de España, que se plantea los siguientes objetivos:

- Investigar la importancia de la individualización del HRTF y otras características de la espacialización binaural en la inteligibilidad del habla, así como en el esfuerzo de escucha, en un entorno virtual acústico.

†En nombre de todos los investigadores participantes en los proyectos SONICOM y SAVLab

- Determinar cuáles son las características del renderizado binaural más influyentes en la percepción espacial y la plausibilidad de fuentes sonoras en entornos virtuales interactivos.

Validar y mantener el motor de renderizado binaural en tiempo real 3D Tune-In Toolkit [1], desarrollado en el proyecto 3D Tune-In y que será evolucionado en el proyecto SONICOM.

Como puede comprobarse, ambos proyectos son complementarios, como se describe en esta reseña.

2 Inmersión

La percepción del sonido está íntimamente relacionada con las pequeñas modificaciones que éste sufre al llegar nuestros oídos por los filtros acústicos que suponen nuestras orejas, cabeza y torso. Estos filtros pueden ser descritos por lo que se conoce como función de transferencia de la cabeza (Head-Related transfer Function: HRTF). Estos filtros son diferentes para cada individuo por lo que una simulación acústica de alta calidad debe ser personalizada para cada usuario.

En el proyecto SONICOM, una de las tareas se centra en la creación de un modelo paramétrico de la oreja [2][3] y un framework de IA para la generación de HRTFs, así como en el desarrollo de técnicas para seleccionar una que se asemeje a la del usuario de entre un conjunto de HRTFs medidas en diferentes usuarios. Esto permitirá avanzar en el desarrollo de modelos auditivos de inferencia bayesiana.

Además de esto, es necesario considerar la influencia del entorno, que también contribuye a la modificación del sonido. Dentro del proyecto SAVLab, el equipo de la Universidad de Málaga está trabajando en el desarrollo de algoritmos de simulación de la reverberación provocada por diferentes entornos, cuestión esencial si queremos mezclar de forma indistinguible sonidos reales con virtuales en lo que podemos denominar una Realidad Aumentada Acústica, uno de los objetivos de SONICOM.

Finalmente, las implicaciones de estas cuestiones en los procesos psicoacústicos son también abordadas en ambos proyectos con especial énfasis en el estudio de la inteligibilidad del habla en situaciones de cocktail party y la importancia que tiene la individualización del HRTF en estos procesos [4].

3 Interacción

La interacción social a través de entornos virtuales se ve fuertemente influida por la calidad de la simulación, incluyendo el renderizado de audio. Algunos elementos, como la distancia interpersonal, pueden alcanzar altos grados de plausibilidad si el audio se simula correctamente y de forma personalizada.

Dentro del proyecto SONICOM se plantea investigar sobre la distancia percibida entre el usuario y otros agentes virtuales, así como su influencia en la atribución de diferentes características sociales y psicológicas a dichos agentes virtuales. Por otro lado, la influencia del audio en la interacción en un entorno virtual será abordada desde el punto de vista de la plausibilidad transferida [5], tarea en la que participará el equipo de la Universidad de Málaga, aportando técnicas basadas en renderizado binaural desarrolladas en el proyecto SAVLab.

4 Integración y más allá

Uno de los objetivos del proyecto SAVLab es el mantenimiento y validación como herramienta de experimentación virtual en psicoacústica del 3D Tune-In Toolkit. Esto se ve complementado por los desarrollos previstos en el proyecto SONICOM, en el que el grupo de la Universidad de Málaga lidera un paquete de trabajo donde se desarrollará una nueva versión de dicho Toolkit proponiendo una arquitectura abierta que facilite la inclusión en el futuro de nuevos módulos que añadan funcionalidad al renderizador.

Esta arquitectura abierta deberá permitir la inclusión de módulo que procesen audio en tiempo real y de forma interactiva, así como su conexión con motores de renderizado gráfico de RV/RA.

Además, esta arquitectura deberá poder integrar componentes que trabajen con las características acústicas tanto del usuario (HRTF), como del entorno (respuestas al impulso de los recintos) y de los sistemas de reproducción (auriculares). En este sentido, se planea su integración con el formato SOFA (Spatially Oriented Format for Acoustics) [6].

Por último, esta arquitectura deberá conectar con la Auditory Model Toolbox (AMT) [7], para permitir el desarrollo de investigación experimental que soporte el desarrollo de modelos auditivos de forma reproducible. De hecho, dentro del proyecto SONICOM, está previsto evolucionar tanto la AMT cómo el formato SOFA, produciendo nuevas versiones, de la misma forma que se hará con el 3D Tune-In Toolkit al dotarlo de esa nueva arquitectura abierta, siempre bajo licencias de código abierto. Todo esto contribuirá a producir el Ecosistema SONICOM, que se plantea como un conjunto de herramientas que garanticen el uso de estos desarrollos más allá del ámbito del proyecto.

AGRADECIMIENTOS

Este Trabajo ha sido parcialmente financiado por la Unión Europea, dentro del programa marco Horizon 2020 a través del proyecto SONICOM (acuerdo Nº 101017743) y por el Ministerio de Ciencia y Tecnología, dentro del Plan Nacional de I+D a través del proyecto SAVLab (PID2019-107854GB-I00).

REFERENCIAS

[1] M. Cuevas-Rodríguez et al., "3D Tune-In Toolkit: An open-source library for real-time binaural spatialisation," PLoS One, vol. 14, no. 3, p. e0211899, Mar. 2019, doi: 10.1371/journal.pone.0211899.

[2] K. Pollack, P. Majdak, and H. Furtado, "Evaluation of Pinna Point Cloud Alignment by Means of Non-Rigid Registration Algorithms," May 2021, [Online]. Available: http://www.aes.org/e-lib/browse.cfm?elib=21068.

[3] P. Stitt and B. F. G. Katz, "Sensitivity analysis of pinna morphology on head-related transfer functions simulated via a parametric pinna model," Cit. J. Acoust. Soc. Am., vol. 149, p. 2559, 2021, doi: 10.1121/10.0004128.

[4] M. Cuevas-Rodriguez, D. Gonzalez-Toledo, A. Reyes-Lecuona, and L. Picinali, "Impact of non-individualised head-related transfer functions on speech-in-noise performances within a synthesised virtual environment," J. Acoust. Soc. Am., vol. 149, no. April, pp. 2573–2586, 2021, doi: 10.1121/10.0004220.

[5] S. A. Wirler, N. Meyer-Kahlen, and S. J. Schlecht, "Towards transfer-plausibility for evaluating mixed reality audio in complex scenes," Proc. AES Int. Conf., vol. 2020-Augus, 2020.

[6] P. Majdak et al., "Spatially Oriented Format for Acoustics: A Data Exchange Format Representing Head-Related Transfer Functions," May 2013.

[7] P. L. Søndergaard and P. Majdak, "The Auditory Modeling Toolbox," in The Technology of Binaural Listening, J. Blauert, Ed. Springer Berlin / Heidelberg, 2013, pp. 33–56.

Proyecto de investigación: Experiencias de juego pervasivas para tod@s

Sandra Baldassarri†
Universidad de Zaragoza
España
sandra@unizar.es

Eva Cerezo
Universidad de Zaragoza
España
ecerezo@unizar.es

Francisco Gutierrez Vela
Universidad de Granada
España
fgutierr@ugr.es

Carina González
Universidad de La Laguna
España
cjgonza@ull.edu.es

Francisco J. Perales
Universidad de las Islas Baleares
España
paco.perales@uib.es

ABSTRACT

Este artículo presenta el trabajo realizado en el proyecto de investigación PERGAMEX (PERvasive GAming EXperiences for @ll), llevado a cabo entre varios grupos de investigación de diferentes universidades españolas. Este proyecto se centra en el desarrollo de experiencias lúdicas pervasivas que permitan mejorar el bienestar y la calidad de vida de las personas mayores a través de experiencias de juego intergeneracionales. Este trabajo extiende la investigación previa realizada por los mismos grupos en el proyecto JUGUEMOS (JUeGos híbridos basados en interfaces mUltimodales EMOcionales y agentes Sociales) donde los juegos pervasivos estaban orientados a niños y niñas, particularmente con diversos problemas de desarrollo, como Trastorno del Espectro Autista o Hiperactividad.

KEYWORDS

Game design, Pervasive game, Intergenerational, User Experience

1 Introducción

En este trabajo se presenta el proyecto PERGAMEX: PERvasive GAming EXPeriences for @ll, en el que se desarrollan experiencias de juego para personas mayores, con el objetivo de mejorar su bienestar y calidad de vida.

En nuestras sociedades occidentales, los adultos mayores a menudo sufren de aislamiento social y emocional, además de discriminación debida a la edad. El uso de juegos basados en diferentes tecnologías, desarrollados tanto directamente para las personas mayores como experiencias intergeneracionales, permitirá incorporar a la población de esta franja etaria a la cultura digital y favorecerá su envejecimiento activo. Es necesario, por tanto, rediseñar los sistemas de entretenimiento para los adultos mayores, El proyecto actual es una visión disruptiva de las relaciones intergeneracionales en la sociedad actual, utilizando el entretenimiento digital como herramienta de motivación y de eliminación de fronteras físicas y sociales. La inclusión de usuarios mayores y jóvenes abre la puerta a considerar cuestiones como la aceptación y personalización de la tecnología para tener en cuenta sus diversas capacidades cognitivas y físicas o incluso la forma en que interactúan entre sí.

Este trabajo de investigación es la continuación del proyecto JUGUEMOS: JUeGos híbridos basados en interfaces mUltimodales EMOcionales y agentes Sociales, el cual centró en uso de juegos pervasivos como herramienta para mejorar diversos problemas de interacción social y afectiva, atención o el aprendizaje, focalizándose niños y niñas. Durante el proyecto, se presentó un marco para ayudar en el desarrollo de este tipo de experiencias de juego y cada uno de los grupos de investigación centró su trabajo en diferentes aspectos de la pervasividad y la interacción multimodal (objetos y dispositivos tangibles, agentes sociales y plataformas móviles). En el proyecto se diseñó un catálogo de mecánicas y dinámicas específicas para juegos ubicuos que se han aplicado a casos de uso concretos (espacios interactivos, robots sociales y entornos educativos) dando lugar a diferentes juegos ubicuos. También se creó un conjunto de juegos pervasivos. La experiencia adquirida en JUGUEMOS nos proporcionó el conocimiento base para resolver los problemas que presentamos en este nuevo proyecto llamado PERGAMEX: PERvasive GAming EXPeriences for @ll.

2 Descripción de la investigación y resultados

PERGAMEX se centra en el diseño de experiencias de juego personalizadas orientadas a las personas mayores, en los que se promueve el envejecimiento activo, aumentando sus relaciones sociales, especialmente las intergeneracionales, y mejorando su salud y bienestar general. En el proyecto se aplicaron técnicas de co-creación y métodos de evaluación afectivos y de experiencia de usuario durante el desarrollo de las experiencias de juego.

A lo largo de todo el proceso de estudio, diseño, implementación y puesta en marcha de los diferentes talleres y experiencias, hemos tenido especialmente en cuenta aspectos de diseño sensible a valores, género y ética. Este proceso permitió generar recomendaciones y directrices para el diseño y evaluación de juegos, y el posterior desarrollo de diferentes experiencias lúdicas pervasivas, algunas de ellas dirigidas únicamente a adultos mayores y otras dirigidas a promover el

bienestar y la socialización de los adultos mayores a través de experiencias intergeneracionales. Las tecnologías involucradas en los diferentes juegos desarrollados van desde los tradicionales teléfonos móviles, tablets, computadoras personales, hasta tecnologías menos usuales como tabletops (interacción tangible), kinects (interacción de gestos), asistentes virtuales (interacción de voz), wearables (interacción afectiva) y robots sociales.

Los resultados del proyecto PERGAMEX durante sus cuatro años de duración se reflejan en varias publicaciones científicas. Aquí destacamos algunos de nuestros resultados. Algunos de los trabajos se han enfocado a aspectos más teóricos y metodológicos relacionados con la creación y diseño de experiencias de juego, como técnicas, recomendaciones y pautas [1][2] o la evaluación de la jugabilidad [3][4] y la evaluación de las emociones que sienten los usuarios durante el juego [5][6]. Otras publicaciones, en cambio, se han centrado en casos de uso concretos en los que se presenta el diseño y configuración de diferentes experiencias de juego. Estas experiencias van desde la creación hasta la evaluación de los juegos pervasivos y se realizaron a través de talleres. Algunos de ellos estaban orientados solamente a los adultos mayores, ya sea en sus domicilios o en residencias de ancianos [7][8][9][10]. En otros casos se realizaron talleres intergeneracionales, tanto con juegos ubicuos en el espacio interactivo de Etopia JUGUEMOS (desarrollado por los autores en proyectos anteriores) [11][12], como con juegos digitales en línea [13], especialmente en tiempos de pandemia. Finalmente, algunos trabajos se centraron más en la investigación sobre aspectos emocionales [14][15] e interacción humano-robot [16].

3 Grupos de investigación

Los proyectos JUGUEMOS y PERGAMEX han sido coordinados por investigadores y grupos de trabajo multidisciplinares de varias universidades españolas:

- AffectiveLab (Grupo de Investigación en Interfaces Avanzadas) de la Universidad de Zaragoza [17]: sus líneas de investigación se centran en las interfaces naturales, tangibles y multimodales, y la computación afectiva, aplicadas particularmente en el ámbito de la educación, educación especial, niñ@s y experiencias intergeneracionales.
- UGIVIA (Unitat de Gràfics i Visió per Computador i Intel·ligència Artificial) de la Universidad de las Islas Baleares [18]: sus líneas de investigación se centran en interfaces basadas en visión, interacción humano-robot, realidad virtual y aumentada, aplicadas mayormente a la rehabilitación física y cognitiva.
- GEDES (Grupo de Especificación, Diseño y Evolución del Software) de la Universidad de Granada [19] y el grupo ITED (Interacción, Tecnologías y Educación) de la Universidad de La Laguna [20]: sus líneas de investigación se centran en el diseño de experiencias lúdicas mediadas por ordenador, evaluación de la jugabilidad y juegos pervasivos y geolocalizados.

En los proyectos han participado también investigadores de las universidades de Lleida y Barcelona, y la Escuela Politécnica de La Almunia de Doña Godina, así como investigadores de varias universidades extranjeras entre las que destacan la Universidad de Cauca (Colombia), la Universidad Nacional de La Plata (Argentina) y la Universidad Federal de Pelotas (Brasil).

ACKNOWLEDGMENTS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación de España, a través de los proyectos RTI2018-096986-B-C31, RTI2018-096986-B-C32 y PID2019-104829RA-I00, y por el Gobierno de Aragón a través del proyecto AffectiveLab-T60-20R.

REFERENCES

[1] Cerezo, E., Coma, T., Blasco-Serrano, A. C., Bonillo, C., Garrido, M. Á., & Baldassarri, S. (2019). Guidelines to design tangible tabletop activities for children with attention deficit hyperactivity disorder. International Journal of Human-Computer Studies, 126, 26-43.

[2] Arango-López, J., Gutiérrez Vela, F.L., Collazos, C.A. et al. GeoPGD: methodology for the design and development of geolocated pervasive games. Univ Access Inf Soc 20, 465–477 (2021). https://doi.org/10.1007/s10209-020-00769-w

[3] Medina, N. M., Gallardo, J., Cerezo, E., Gutiérrez, F., & Arango-Lopez, J. (2021). Hacia una propuesta de evaluación heurística de experiencias de juego pervasivas. Revista de la Asociación Interacción Persona Ordenador (AIPO), 2(2), 42-53.

[4] Taborda Mosquera, J. P., Arango-Lopez, J., Gutierrez Vela, F. L., Collazos, C., & Moreira, F. (2021). Analyzing effectiveness and fun through metrics applied to pervasive gaming experiences. Universal Access in the Information Society, 20(3), 545-554.

[5] Ramis, S., Buades, J. M., Perales, F. J., & Manresa-Yee, C. (2022). A Novel Approach to Cross dataset studies in Facial Expression Recognition. Multimedia Tools and Applications, 1-38.

[6] Álvarez, P., Zarazaga-Soria, F. J., & Baldassarri, S. (2020). Mobile music recommendations for runners based on location and emotions: the DJ-Running system. Pervasive and Mobile Computing, 67, 101242.

[7] Pérez, Á., Gallardo, J., Lacuesta, R., & Hernández, S. (2021). A Pervasive Game for Elderly People with Augmented Reality: Description and First Validation.

[8] Bolaños, M., Collazos, C. A., & Gutiérrez, F. L. (2020). Adapting a Virtual Assistant Device to Support the Interaction with Elderly People. In ICT4AWE (pp. 291-298).

[9] Bolaños, M., Collazos, C., & Gutiérrez, F. (2021). Reference framework for measuring the level of technological acceptance by the elderly: A case study of virtual assistants. TecnoLógicas, 24(50), 223-238.

[10] Nacimiento-Garcia, E., Gonzalez-González, C., Domínguez-Gutiérrez, D., & Gutiérrez-Vela, F. (2021, October). Pervasive gaming experiences to promote active aging using the virtual voice assistant Alexa. In Ninth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'21) (pp. 189-194).

[11] E. Cerezo, A. Aguelo, T. Coma, J. Gallardo Casero and M. A. Garrido, "Working attention, planning and social skills through Pervasive Games in Interactive Spaces," in IEEE Transactions on Learning Technologies, doi: 10.1109/TLT.2022.3155993.

[12] Cerezo, E., Bonillo, C., & Baldassarri, S. (2020, May). Therapeutic Activities for Elderly People based on Tangible Interaction. In ICT4AWE (pp. 281-290).

[13] Bacca, F., Cerezo, E., Gil, R., Aguelo, A., Blasco, A. C., Coma, T., & Garrido, M. A. (2020, December). Intergenerational Playful Experiences Based on Digital Games for Interactive Spaces. In International Conference on Design, Learning, and Innovation (pp. 101-119). Springer, Cham.

[14] Bandrés, S. C., Toledo, S. V., Orús, M. L., & Baldassarri, S. (2021). La potencialidad de la tecnología en la medición del desarrollo de habilidades sociales en niños con TEA: un análisis desde parámetros fisiológicos. Revista de Investigación Educativa, 39(2), 445-462.

[15] Baldassarri, S., Passerino, L., Ramis, S., Riquelme, I., & Perales, F. J. (2021). Toward emotional interactive videogames for children with autism spectrum disorder. Universal Access in the Information Society, 20(2), 239-254.

[16] Ramis, S., Buades, J. M., & Perales, F. J. (2020). Using a social robot to Evaluate facial expressions in the wild. Sensors, 20(23), 6716.

[17] Affectivelab: http://giga.cps.unizar.es/affectivelab/

[18] UGIVIA: http://ugivia.uib.es/

[19] GEDES: https://gedes.ugr.es/

[20] ITED: https://www.ited.es/

Rehabilitación de la marcha en la enfermedad de Parkinson a través de un entorno virtual gamificado acoplado a un tapiz rodante

Pere Bosch-Barceló
GRECS
IRBLleida
Lleida, Spain
pere.bosch@udl.cat

Maria Masbernat-Almenara
FIF
Universitat de Lleida
Lleida, Spain
maria.masbernat@udl.cat

Oriol Martínez-Navarro
FIF
Universitat de Lleida
Lleida, Spain
oriol.martinez@udl.cat

Carolina Climent-Sanz
FIF
Universitat de Lleida
Lleida, Spain
carol.climent@udl.cat

Jordi Virgili
DIEI
Universitat de Lleida
Lleida, Spain
jordi.virgili@udl.cat

Helena Fernández-Lago
FIF
Universitat de Lleida
Lleida, Spain
helena.fernandez@udl.cat

Este proyecto está financiado por el Instituto de Salud CARLOS III (ISCIII PI20/00403). Ministerio de Ciencia e Innovación, Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER). Una manera de hacer Europa.

RESUMEN

Introducción: La enfermedad de Parkinson (EP) es una enfermedad neurodegenerativa crónica con una amplia gama de síntomas físicos y cognitivos. La fisioterapia ha mostrado resultados prometedores en la rehabilitación de la marcha en la EP, especialmente mediante entrenamiento en tapiz rodante. Sin embargo, este entrenamiento por sí solo no aborda la importancia de la cognición para una marcha segura, y carece de aspectos motivacionales para mejorar la adherencia. La realidad virtual es una herramienta prometedora para aprender y reentrenar estrategias motoras y cognitivas. La gamificación de la realidad virtual también podría convertir el ejercicio en una actividad más atractiva, mejorando la adherencia.

Diseño: Se ha diseñado una herramienta de rehabilitación basada en la simulación de entornos virtuales con elementos de gamificación. En estos entornos, los pacientes pueden entrenar su marcha mientras gestionan una Doble Tarea en forma de obstáculos y distractores. La dificultad aumenta de forma progresiva a través de diferentes mecanismos.

Planificación de estudios: A lo largo de este proyecto, se llevará a cabo un estudio de usabilidad y plausibilidad, seguido de un ensayo clínico aleatorizado.

Palabras Clave: Realidad Virtual, Gamificación, Rehabilitación de la marcha, Doble Tarea, Enfermedad de Parkinson

INTRODUCCIÓN

La Enfermedad de Parkinson (EP) es un trastorno neurodegenerativo conocido principalmente por causar temblor en reposo, lentitud de movimiento, inestabilidad postural, rigidez y una marcha muy variable y de pasos cortos [1-3]. Las personas con EP también presentan dificultades como un ligero deterioro cognitivo en las primeras fases que se agrava con el tiempo [4]. Esta combinación de síntomas podría explicar el aumento de las caídas y la congelación de la marcha al realizar varias tareas al mismo tiempo [5]. Y es que en el día a día es habitual realizar diferentes tareas mientras se está caminando, como hablar con un amigo o llevar una taza de café [6]. Bajo estas condiciones, conocidas como Doble Tarea (DT) las personas con EP ven exacerbados sus trastornos de la marcha ya presentes [7]. Esto es debido a que la marcha y las funciones cognitivas comparten sistemas neurológicos de alto nivel, como la corteza cerebral y los ganglios basales. Esto genera un conflicto en la cantidad de recursos atencionales disponibles, dificultando la marcha en DT [8].

La fisioterapia ha mostrado ser una herramienta prometedora en la rehabilitación de las disfunciones del movimiento en las personas con EP a través del ejercicio terapéutico [9]. Una de las terapias más utilizadas consiste en caminar en tapiz rodante, mostrando mejoras en los parámetros cinemáticos específicos afectados en la EP: velocidad, longitud de zancada y variabilidad [8]. Sin embargo, no tiene en cuenta la importancia de la cognición para una marcha segura, obviando dificultades como los desplazamientos en DT [9]. Además, las personas con EP también tienen dificultades para seguir programas de entrenamiento durante largos períodos de tiempo debido al miedo a caerse, la falta de expectativas, la apatía y la fatiga [10].

El entrenamiento en Realidad Virtual (RV) permite una retroalimentación ampliada sobre su rendimiento, así como entrenar tanto capacidades motoras como cognitivas que pueden haberse perdido debido a la naturaleza degenerativa de la EP [11-13]. La gamificación, que generalmente se define como "el uso de elementos del diseño de juegos en contextos no lúdicos" busca recrear un entorno para mejorar las experiencias y la motivación. Basándose en la teoría de la autodeterminación de Ryan y Deci [14], los participantes se verían impulsados por su necesidad de crecer y sentirse realizados, lo que haría del ejercicio una actividad más atractiva, lo cual podría mejorar la adherencia [15,16]. La evidencia actual presenta la RV como una herramienta prometedora para las personas con EP, que podría optimizar el

aprendizaje motor, permitiendo la práctica individualizada y repetida de las funciones motoras y estimulando al mismo tiempo los procesos cognitivos [13]. En este proyecto se describe el diseño y desarrollo de una herramienta de rehabilitación basada en un entorno de RV y tapiz rodante para el abordaje de los trastornos de la marcha en DT en la EP.

DISEÑO

El software del Entorno de Realidad Virtual Gamificado (ERVG) fue desarrollado e integrado con sus componentes de hardware en colaboración con una empresa de RV utilizando un proceso centrado en el usuario e incorporando feedback de personas con EP y de fisioterapeutas especializados en neurología y EP.

Para la inmersión en la RV, los participantes caminan en un tapiz rodante mientras se recogen los datos de posicionamiento de sus pies y piernas mediante dos sensores HTC SteamVR conectados a dos HTC Vive 3.0 Trackers sujetos a los tobillos de los participantes (*Fig. 1*). La información se transmite a un ordenador y se integra en el software. Los movimientos de los participantes se muestran en un televisor de 65" con un retraso mínimo, lo que permite la interacción con los eventos del juego. El sonido se percibe mediante unos auriculares inalámbricos.

Fig. 1.- Herramienta de rehabilitación

Niveles y contenido

Este ERVG personalizado consiste en una simulación de 18 niveles en 3 entornos diferentes (campo, ciudad y parque), que tienen un aumento progresivo de la dificultad a lo largo del tiempo en función de 6 parámetros diferentes: duración, velocidad, visibilidad, amplitud del camino, obstáculos y distractores.

Al registrar un perfil en el software, los participantes pueden dar nombre al que será su perro, y asignarle un color de entre 4 paletas de colores diferentes. Durante la tarea de pasear al perro que llevarán a cabo deberán evitar diferentes obstáculos que se van aproximando mientras aparecen distractores. La aparición de obstáculos y distractores aumenta a lo largo de la progresión del entrenamiento. La velocidad de la marcha se basa en la velocidad preferida, empezando en un 80% de ésta en la semana 1 y terminando en un 130% en la semana 6. En niveles más avanzados, la dificultad aumenta con la aparición de niebla para limitar la visibilidad, y la amplitud del camino se reduce progresivamente de 4 a 2 metros. Al terminar un nivel, se muestra un mensaje indicando "buen trabajo" y señalando que el perro necesita descansar.

PLANIFICACIÓN DE ESTUDIOS

Estudio de usabilidad

Tras el desarrollo de la herramienta, se llevará cabo un estudio de usabilidad y plausibilidad incorporando participantes con EP y fisioterapeutas que dirijan 3 sesiones. Con esta intervención se pretende conocer la experiencia de los usuarios con la herramienta de rehabilitación en tres puntos:

1) interacción de los participantes con los elementos de gamificación; 2) experiencia con el protocolo de entrenamiento y dificultad; 3) interacción software-hardware (trackers y sensores)

Ensayo clínico aleatorizado

Con el *feedback* del estudio de usabilidad se llevará a cabo un ECA. En él se incluirán 66 participantes con enfermedad de Parkinson, que se dividirán en tres grupos diferentes para conocer los efectos del entrenamiento en entorno virtual, si aporta más que un entrenamiento sólo en tapiz y si la estimulación transcraneal de tipo tDCS es eficaz a la hora de mejorar el reaprendizaje de las capacidades motoras y cognitivas.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Shahed J, Jankovic J. Motor symptoms in Parkinson's disease. Vol. 83, Handb Clin Neurol; 2007. p. 329–42.

[2] Hausdorff JM, Balash J, Giladi N. Effects of Cognitive Challenge on Gait Variability in Patients with Parkinson's Disease. J Geriatr Psychiatry Neurol. 2003;16(1):53–8.

[3] Hausdorff JM, Cudkowicz ME, Firtion R, Wei JY, Goldberger AL. Gait variability and basal ganglia disorders: Stride-to-stride variations of gait cycle timing in Parkinson's disease and Huntington's disease. Mov Disord. 1998 May;13(3):428–37.

[4] Aarsland D, Creese B, Politis M et al. Cognitive decline in Parkinson disease. Vol. 13 Nat Rev Neurol. 2017. p. 217–31.

[5] Yogev-Seligmann G, Hausdorff JM, Giladi N. The role of executive function and attention in gait. Vol 26, Mov Disord. 2008. p. 329–42.

[6] Kelly VE, Eusterbrock AJ, Shumway-Cook A. A review of dual-task walking deficits in people with Parkinson's disease: Motor and cognitive contributions, mechanisms, and clinical implications. Vol. 2012, Parkinson's Disease. 2012. p. 1–14.

[7] Rochester L, Hetherington V, Jones D, Nieuwboer A, Willems AM, Kwakkel G, et al. Attending to the task: Interference effects of functional tasks on walking in Parkinson's disease and the roles of cognition, depression, fatigue, and balance. Arch Phys Med Rehabil. 2004;85(10):1578–85.

[8] Raffegeau TE, Krehbiel LM, Kang N, Thijs FJ, Altmann LJP, Cauraugh JH, et al. A meta-analysis: Parkinson's disease and dual-task walking. Park Relat Disord. 2019;62:28–35.

[9] Bloem BR, de Vries NM, Ebersbach G. Nonpharmacological treatments for patients with Parkinson's disease. Vol. 30, Mov Disord. John Wiley and Sons Inc.; 2015. p. 1504–20.

[10] Mak MK, Wong-Yu IS, Shen X, Chung CL. Long-term effects of exercise and physical therapy in people with Parkinson disease. Nat Rev Neurol. 2017;13(11):689–703.

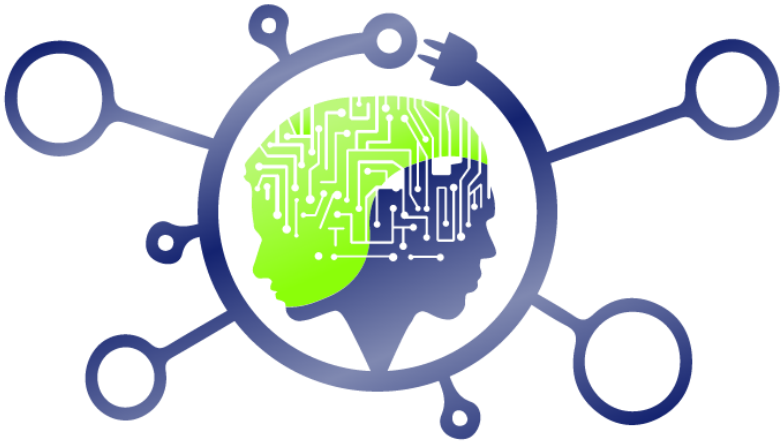
[11] Triegaardt J, Han TS, Sada C, Sharma S, Sharma P. The role of virtual reality on outcomes in rehabilitation of Parkinson's disease: meta-analysis and systematic review in 1031 participants. Neurol Sci. 2020 Mar 6;41(3):529–36.

[12] Pompeu JE, Arduini LA, Botelho AR et al. Feasibility, safety and outcomes of playing Kinect Adventures!™ for people with Parkinson's disease: A pilot study. Physiotherapy. 2014;100(2):162–8.

[13] Dockx K, Bekkers EMJ, Van den Bergh V et al. Virtual reality for rehabilitation in Parkinson's disease. Cochrane Database Syst Rev. 2016 Dec 21;12(12).

[14] Deci EL, Ryan RM. Self-Determination Theory: A Macrotheory of Human Motivation, Development, and Health. Canadian Psychology. 2008;49(3), 182-185.

[15] Schootemeijer S, Van Der Kolk NM, Ellis T, Mirelman A, Nieuwboer A, Nieuwhof F, et al. Barriers and Motivators to Engage in Exercise for Persons with Parkinson's Disease. Vol. 10, J Parkinsons Dis. 2020. p. 1293–9.
[16] Ma M, Oikonomou A. Serious Games and Edutainment, Volume II. London (GB): Springer. 2017.



INTERACCIÓN 2022

COLOQUIO DOCTORAL

Una metodología centrada en el usuario para el desarrollo de sistemas inteligentes basados en modelos de aprendizaje profundo

A user-centered methodology for the development of intelligent systems based on deep learning models

Santos Bringas Tejero †
Centro Tecnológico CTC /
Departamento de Matemáticas,
Estadística y Computación
Universidad de Cantabria
España
sbringas@centrotecnologicoctc.com

Rafael Duque
Departamento de Matemáticas,
Estadística y Computación
Universidad de Cantabria
España
rafael.duque@unican.es

José Luis Montaña
Departamento de Matemáticas,
Estadística y Computación
Universidad de Cantabria
España
joseluis.montana@unican.es

RESUMEN

Esta propuesta doctoral está orientada al análisis de los sistemas inteligentes que utilizan modelos de aprendizaje profundo como núcleo de pensamiento. Dichos sistemas, por su complejidad, son difíciles de entrenar y de mejorar continuamente, además de que suelen ser una caja negra, por lo que sus resultados son poco explicables. En la tesis se está estudiando cómo orientar estos sistemas inteligentes a los usuarios, de tal forma que puedan aprovechar mejor los modelos desarrollados para sus problemas concretos, adaptando el sistema a voluntad. Además, también se mejorará el entendimiento que tienen de los mismos mediante técnicas de explicabilidad de modelos Deep Learning, lo cual repercutirá de forma positiva en la usabilidad general del sistema. Se pretende con esto obtener una metodología para el desarrollo de este tipo de sistemas, la cual pueda ser utilizada en aplicaciones reales y trabajos futuros.

CCS CONCEPTS

• Human Computer Interaction (HCI) • Artificial Intelligence

KEYWORDS

Human-Centered Artificial Intelligence, Diseño centrado en el usuario, Interacción Persona-Ordenador

1 Introducción

Actualmente, los sistemas y aplicaciones desarrollados dentro del campo de la Inteligencia Artificial son innumerables y están ampliamente extendidos, como en la medicina o la industria entre muchos otros. El paradigma de Inteligencia Artificial centrada en los usuarios (Human-Centered AI) [3] pretende facilitar el acceso a estos sistemas por parte de los usuarios finales. Con ello se busca permitir a los usuarios no sólo aprovechar las ventajas de los sistemas inteligentes, sino que también puedan evolucionarlo o mejorarlo a voluntad, apelando a su propia creatividad o conocimiento experto para ello, así como entender mejor los resultados obtenidos.

Algunas propuestas han tratado de enfocar sus aplicaciones para dotarlas de un mayor control por parte del usuario, o simplemente que los resultados tengan una mayor explicabilidad. En los sistemas inteligentes de soporte a la toma de decisiones en la Medicina es importante disponer de una alta explicabilidad, ya que normalmente se indaga en los resultados obtenidos para tratar de ver las causas y realizar un mejor diagnóstico [1]. A su vez, algunos proveedores de cámaras tienen herramientas que permiten a los usuarios mejorar los modelos de clasificación y reconocimiento [2]. No obstante, suelen ser algo limitados y tienen un alto coste de implantación. Por ello esta tesis plantea el diseño de una metodología centrada en el usuario que permita al usuario final participar en la construcción de este tipo de sistemas.

2 Objetivos

El objetivo principal de esta tesis es proponer una metodología centrada en el usuario para diseñar sistemas inteligentes basados en modelos de aprendizaje profundo. Se trata de acercar la Inteligencia Artificial a los usuarios, de tal forma que puedan diseñar el sistema para adaptarlo a sus necesidades concretas.

Muchos algoritmos y modelos actuales son muy complejos, sobre todo los basados en aprendizaje profundo, y, por lo general, tienen una baja explicabilidad debido a la dificultad de determinar qué factores internos afectaron a los resultados obtenidos. No obstante, entender los resultados es importante para los usuarios, ya que en base a ello pueden tomar decisiones más informadas. Por ello, también se tratará de, optimizar la explicabilidad de los resultados generados por estos sistemas.

Los objetivos generales de la tesis son:

- Crear herramientas software para que el usuario no experto pueda construir modelos de Inteligencia Artificial y sistemas inteligentes a su medida.
- Diseñar métodos para construir sistemas inteligentes basados en aprendizaje profundo con resultados altamente explicables.

- Diseñar técnicas para evaluar la usabilidad de los sistemas inteligentes resultantes.
- Evaluar la metodología propuesta a casos de estudio en distintos ámbitos, como medicina, producción industrial, etc.

ds3 Metodología

La investigación realizada en la tesis se está desarrollando siguiendo este plan:

1. Propuesta de varios sistemas inteligentes que tengan como base modelos de aprendizaje profundo, siguiendo un enfoque orientado al usuario. Se tratará de que estos desarrollos faciliten el acceso a estos modelos, simplificando la interacción con los mismos.
2. Estudio y análisis de los modelos de aprendizaje profundo para tratar de mejorar la explicabilidad de los resultados. Se explorarán diferentes alternativas para ello, como crear modelos menos complejos o con resultados intermedios.
3. Estudio de la evaluación de la usabilidad en aplicaciones, tanto de escritorio como web y móvil, para aprovecharlo para los sistemas inteligentes propuestos. A partir de eso, se propondrá una metodología para la evaluación de los sistemas inteligentes centrados en el usuario.
4. Aplicación de algunas propuestas de sistemas a entornos reales, evaluando los resultados obtenidos, la eficiencia, la explicabilidad y la usabilidad de la herramienta obtenida.

4 Resultados preliminares

Hasta el momento, se ha trabajado principalmente en los dos primeros puntos de la metodología de investigación expuesta. Se están desarrollando algunos sistemas que permiten a los usuarios emplear modelos de aprendizaje profundo para mejorar los resultados iniciales de los que se parte y para adaptarla a sus propias necesidades.

Se está desarrollando una aplicación para permitir a operarios de fábrica entrenar sus propios modelos de visión por computador, simplificando el proceso de etiquetado de datos, entrenamiento de modelos y despliegue de los mismos. A través de una interfaz adaptada para usuarios no expertos en Inteligencia Artificial se acercan estas herramientas al público más general, incluyendo al usuario en el ciclo completo de desarrollo del sistema inteligente.

Se ha estudiado otro enfoque para introducir al usuario en el proceso de aprendizaje del modelo explorando el campo del aprendizaje continuo. Con esto, se pretende ver cómo podría evolucionar un sistema si un usuario introdujese datos paulatinamente, dándole la capacidad de rentrenar el sistema a voluntad en cualquier momento.

Se ha aplicado a una base de datos de movimientos de pacientes con Alzheimer en distintos estadios de la enfermedad (inicial, media, avanzada) capturados por el acelerómetro de un móvil colocado en el bolsillo [4]. El objetivo es, a partir de los datos de los acelerómetros, predecir el estadio de la enfermedad del paciente. Utilizando el algoritmo A-GEM [5] de aprendizaje continuo se ha simulado un entorno incremental, con un sistema que recibe datos de forma progresiva, obteniendo resultados prometedores.

Para tratar de mejorar la interpretabilidad de los resultados de los modelos se está trabajando en otras propuestas, de cara a que el usuario pueda entenderlos de forma más clara y completa:

- Una propuesta a nivel teórico de una aplicación móvil en la que un monitor de gimnasio puede proponer nuevos ejercicios. Para ello, se graba realizando dicho ejercicio y la aplicación reconoce los movimientos con un modelo de visión. Con dicho modelo se evalúa de forma automática a los deportistas, dándoles indicaciones e informando al monitor de los ejercicios realizados.
- Una propuesta de una aplicación móvil que permite a profesores proponer juegos de percusión corporal a alumnos. Los profesores pueden crear ejercicios con una sucesión de gestos (golpe de pecho, chasquido, palmada, etc.) que los alumnos tienen que hacer siguiendo un ritmo. Mediante la cámara del móvil, se capturan los gestos y con un modelo de visión se evalúa cómo lo ha hecho el alumno, indicándole si ha hecho cada gesto de forma correcta y siguiendo el tempo.

Adicionalmente, cabe mencionar que se están explorando técnicas de evaluación de aplicaciones, tanto de escritorio como web y móvil para tratar de aplicarlas a los sistemas mencionados. Con una evaluación completa se podrá proponer una metodología, que podrá ser aplicada para evaluar algunos de los trabajos desarrollados en la tesis.

AGRADECIMIENTOS

Esta tesis está financiada por la Universidad de Cantabria, el Gobierno de Cantabria y el Banco Santander a través de la beca de doctorado industrial DI27, concedida a Santos Bringas en la convocatoria del Programa de Doctorados Industriales 2020.

REFERENCIAS

[1] Alfredo Vellido, 2020. The importance of interpretability and visualization in machine learning for applications in medicine and health care. *Neural Comput & Applic 32*. 18069–18083. DOI: https://doi.org/10.1007/s00521-019-04051-w.

[2] COGNEX. Software VisionPro. Retrieved from https://www.cognex.com/es-es/products/machine-vision/vision-software/visionpro-software

[3] Ben Schneiderman, 2022. *Human-Centered AI* (1st. ed.). Oxford University Press, Oxford.

[4] Santos Bringas, Sergio Salomón, Rafael Duque, Carmen Lage, José Luis Montaña, 2020. Alzheimer's disease stage identification using deep learning models. *Journal of Biomedical Informatics 109*. 103514. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jbi.2020.103514

[5] Srslan Chaudhry, Marc'Aurelio Ranzato, Marcus Rohrbach and Mohamed Elhoseiny, 2018. Efficient lifelong learning with a-gem. *arXiv preprint arXiv:1812.00420*. DOI: https://doi.org/10.48550/arXiv.1812.00420

Diseñando un ecosistema de e-learning para apoyar a las personas con trastornos del espectro autista. Transformación digital en educación especial

Yussy Chinchay
yussy.chinchay@uam.es
Universidad Autónoma de Madrid
Madrid, Spain

ABSTRACT

La pandemia de COVID-19 ha expuesto en gran medida las desigualdades en el acceso y uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), y los desafíos existentes en las tecnologías de asistencia. Esta tesis doctoral pretende analizar los desafíos del aprendizaje remoto y proporcionar soluciones aplicables para construir una plataforma de e-learning para personas con autismo, que permita continuar y mejorar la educación especial en un entorno colaborativo entre profesionales, familiares y estudiantes, considerando además los casos en los que la presencialidad no sea posible.

Además de este análisis, se aportan otras contribuciones más como los temas en los que el COVID-19 impactó en mayor medida a las personas autistas y su relación con la tecnología, un mapeo de categorías tecnológicas que definen las áreas de trabajo específicamente dirigidas a cubrir sus necesidades, los retos afrontados en la educación especial a lo largo de la pandemia, y sus posibles soluciones.

CCS CONCEPTS

• **Human-centered computing** → **User interface programming**; • **Applied computing** → **Interactive learning environments**; **E-learning**.

KEYWORDS

Autismo, Tecnologías para la asistencia, Transformación digital, Educación especial

1 INTRODUCCIÓN

Desde que el COVID-19 alcanzó la categoría de pandemia en marzo de 2020 las personas con discapacidades sociales y de aprendizaje se vieron particularmente afectadas por las restricciones del brote [2]. Muchas no están familiarizadas con la tecnología en línea [3], necesitan un entorno de aprendizaje más estructurado, interacción en persona con sus compañeros de clase, maestros y cuidadores [5], y plataformas de asistencia y aprendizaje online orientadas a necesidades especiales.

Para las personas con Trastorno del Espectro Autista (TEA) supuso un desafío particular [4].

Durante este escenario excepcional de la primera ola del COVID-19, decidí realizar un estudio para analizar cómo se gestionó la vida cotidiana y la educación especial de los niños en el espectro. Mi investigación tiene el objetivo responder a las siguientes preguntas:

- ¿Qué componentes son esenciales para mantener y apoyar el aprendizaje online, la asistencia remota, y las actividades de la vida diaria de los niños con autismo durante la pandemia de COVID-19?
- ¿Qué desafíos enfrentaron las personas con TEA durante el cambio a la educación online debido a la pandemia?
- ¿Cómo podría diseñarse la tecnología para construir una plataforma de educación especial mejorada, de forma que las personas con necesidades especiales puedan continuar con su aprendizaje, incluso en múltiples escenarios?

2 CONTEXTO Y TRABAJO RELACIONADO

En la literatura podemos encontrar trabajos relevantes para explorar la viabilidad de ecosistemas pedagógicos para mejorar el proceso de aprendizaje de personas con TEA.

Mi objetivo es investigar diferentes aproximaciones y explorar mecanismos que ayuden a las personas con TEA a ser más independientes a través del uso de la tecnología. Mientras que algunos estudios han analizado factores generales que han afectado a la inclusión digital y al impacto de la pandemia en la salud física y mental de la gente con autismo, no hay mucha información específica enfocada al estudio del rendimiento de las TIC para la asistencia de personas con autismo originada por nuevas situaciones y formas de interacción.

3 PROGRESO EN LA INVESTIGACIÓN HASTA LA FECHA

3.1 Fase uno: recolección de datos (completada)

La pandemia de COVID-19 y sus consecuencias mundiales fueron un escenario sin precedentes. Por esta razón decidí recopilar información de primera mano realizando un cuestionario entre los

familiares, cuidadores y especilistas de personas con TEA. El cuestionario se iniciaba con preguntas demográricas habituales para, a continuación, según su pefil (familiares o profesionales) preguntar sobre la experiencia de enseñanza y aprendizaje y las aplicaciones TIC utilizadas antes y durante la crisis sanitaria. Apliqué un análisis cuantitativo, al igual que un análisis cualitativo mediante preguntas abiertas. Específicamente, utilicé un análisis temático [1] para identificar asociaciones en los datos y formular proposiciones; estaba buscando conocimiento emergente a partir de los datos.

Obtuvimos un total de 295 respuestas.

Los resultados de la primera fase de mi investigación doctoral fueron reveladores y se pudieron dividir en dos partes principales:

(1) Nuestro análisis temático identificó los temas relacionados con educación, asistencia y vida diaria en los que la COVID-19 tuvo los mayores impactos para la persona con TEA y su uso de las TIC: comunicación remota, aprendizaje, gestión emocional, gestión del entretenimiento, funciones ejecutivas, actividades de la vida diaria, actividad física y habilidades motoras.
(2) Un total de 212 aplicaciones mencionadas en el cuestionario me permitieron crear un mapeo de las categoría tecnológicas especialmente orientadas a satisfacer las necesidades de las personas con autismo en escenarios TIC: atención, cálculo, aprendizaje en línea, emociones, entretenimiento, autoconocimiento, herramientas de autor, lenguaje y comunicación, memoria, gestión de la planificación y el tiempo, contactos sociales y habilidades sociales.

3.2 Fase dos: análisis en profundidad de las aplicaciones y los retos (completada)

En la segunda fase de mi investigación decidí analizar en profundiad las tecnologías empleadas para la educación especial durante la pandemia, el impacto que tuvieron y los retos que surgieron del nuevo modelo de aprendizaje. A lo largo de este periodo el uso de las aplicaciones TIC se incrementó un 78%. Sin embargo, menos del 20% de los recursos utilizados fueron aplicaciones para la asistencia mientras que el resto se adaptó para su utilización en educación especial. La metodología de aprendizaje estuvo condicionada por la disponibilidad y la colaboración de los miembros de la familia, necesaria para el proceso del aprendizaje y su seguimiento, ya que se basaba en la información proporcionada por los familiares y cuidadores. Algunos retos destacados de esta metodología de aprendizaje fueron: la brecha digital, las limitaciones de la tecnología para la asistencia, las opciones de personalización de las TIC, las limitaciones en la interacción, problemas en la atención y concentración, las opciones de monitorización y rastreo y el soporte en el hogar.

4 TRABAJO FUTURO Y CONTRIBUCIONES

4.1 Fase tres: implementación modular (en desarrollo)

El objetivo final de mi investigación es también proporcionar soluciones aplicables para construir una plataforma de aprendizaje adaptada a personas con autismo que cubran los retos encontrados. La idea es diseñar y construir un ecosistema de aprendizaje de forma modular, utilizando metodologías ágiles para obtener incrementos del producto que será validados periódicamente por profesionales del TEA. Este ecosistema también servirá como una plataforma de integración para aplicaciones de asistencia, incremetando su visibliidad. Para esto, primero crearé una herramienta de autor modular que permitirá la creación e integración de recursos sin la necesidad de herramientas diferentes. Otras consideraciones sobre el sistema hasta el momento son: un módulo de temporización para la concentración, un módulo de monitorización que permita detectar periodos de inactividad y genere estímulos para recuperar la atención (alertas, sonidos, etc.), un módulo de seguimiento y autoevaluación para prorporcionar autopercepción del progreso en el aprendizaje y opciones de colaboración para mantener a los profesionales y familiares involucrados en el proceso de aprendizaje.

4.2 Fase cuatro: validación de los usuarios (en planificación)

Como trabajaré utilizando una metodología de desarrollo incremetnal e iterativa obtendré validación de los usuarios (finales y especialistas en TEA) al final de cada iteración.Esto me ayudará a mejorar y enfocar las soluciones propuestas a las necesidades específicas que se necesiten.

4.3 Contribuciones

Mi investigación doctoral ha contribuido hasta el momento a proporcionar una lista de aplicaciones enfocadas o adaptadas a la educación especial de acuerdo con las necesidades que cubrían. A su vez, los temas de impacto y las categorías tecnológicas propuestas ayudaron a detectar dónde es necesario revisar y adaptar las TIC de acuerdo a las deficiencias en cada parte y para asegurar que la tecnología sea accesible a las personas con necesidades especiales. Del mismo modo, la investigación también ha identificado los componentes requeridos, los retos y las posibles soluciones para la asistencia y el aprendizaje remoto. Nuestra última contribución sería superar las barreras con una implementación efectiva de un aprendizaje y asistencia híbridos o remotos. La emergencia global de la COVID-19 ha podido ser el catalizador para mejorar los sistemas educativos e incluir las TIC.

5 ESTADO ACADÉMICO

Soy estudiante de segundo año de doctorado en el Departamento de Ingeniería Informática de la Universidad Autónoma de Madrid. Mi tesis está supervisada por el Dr. Germán Montoro y el Dr. Javier Escribano. Anteriormente, trabajé en el sector de consultoría tecnológica durante 8 años. En el momento en el que el Coloquio Doctoral tenga lugar, estaré desarrollando los primeros módulos de la plataforma propuesta, por lo que me resultará muy beneficioso recibir retroalimentación en ese punto, de modo que pueda tener una base sólida de diseño.

ACKNOWLEDGMENTS

Quisiera agradecer a los profesionales en educación especial y a los familiares y cuidadores de las personas con autismo que han colaborado en esta investigación. Igualmente, agradezco a mis supervisores que me han dado su apoyo para este Coloquio Doctoral.

Esta tesis cuenta con el apoyo del Proyecto Indigo! (Ministerio de Ciencia e Innovación con referencia PID2019-105951RB-I00 / AEI / 10.13039 / 501100011033) y de la Comunidad Autónoma de Madrid a través del Proyecto e-Madrid-CM, bajo referencia S2018/TCS-4307, co-financiado por los Fondos Estructurales Europeos (FSE and FEDER).

REFERENCES

[1] Richard E Boyatzis. 1998. *Transforming qualitative information: Thematic analysis and code development.* SAGE Publishing, Newbury Park, California.

[2] Ute Kaden. 2020. COVID-19 school closure-related changes to the professional life of a K–12 teacher. *Education Sciences* 10, 6 (2020), 165.

[3] Karen McKenzie. 2007. Digital divides: The implications for social inclusion. *Learning Disability Practice (through 2013)* 10, 6 (2007), 16.

[4] Khushboo Patel. 2020. Mental health implications of COVID-19 on children with disabilities. *Asian journal of psychiatry* 54 (2020), 102273.

[5] Clinton Smith. 2020. Challenges and Opportunities for Teaching Students with Disabilities During the COVID-19 Pandemic. *International Journal of Multidisciplinary Perspectives in Higher Education* 5, 1 (2020), 167–173.

Evaluation process of play and fun experiences in older adults using pervasivity to promote active aging

Johnny Salazar Cardona†
Department of Computer Languages and Systems
University of Granada
Granada, Spain
jasalazar@correo.urg.es

Francisco Gutiérrez Vela
Department of Computer Languages and Systems
University of Granada
Granada, Spain
fgutierr@ugr.es

Jeferson Arango López
Department of Systems and Informatic
University of Caldas
Manizales, Colombia
jeferson.arango@ucaldas.edu.co

ABSTRACT

Games applied to older adults are used as a mechanism for physical activity or cognitive training, using consoles with motion sensors, traditional digital games or mobile devices. Although these initiatives offer good results, they could be improved because they do not take into account the elements that motivate and entertain this population. In addition, the particularities of older adults are often not taken into account in order to provide adequate gameplay, both in the design of the experience offered to the player and his subsequent evaluation of both the product and the game experience. For this reason, the need for an adequate playability and gaming experience in older adults arises, to offer fun experiences that promote physical, cognitive and social stimulation, being achieved through technologies that adapt to the particularities of this population and generate a high degree of acceptance such as those offered by pervasive experiences.

CCS CONCEPTS

• **Software and its engineering → Software organization and properties → Contextual Software domains → Virtual worlds software → Interactive games**

KEYWORDS

Older adult, Motivations, Player Types, Game Based Systems, Player Experience.

1 Introduction

Currently, digital games are not only an activity for entertainment purposes, but it is applied to other disciplines such as education, business and health. In these new applications, games are designed for players to experience high levels of motivation and participation, as well as to entertain and funny through problem solving, challenges, rules and stories. Although video games have traditionally been seen as an activity that is performed by children, teenagers and young adults, there is actually a relevant number of players aged 50 and over, being 21% of the total number of players and constituting together with people under 18 years old the second highest percentage of players. [1].

In an increasingly technological society, the elderly are often excluded from rights and opportunities, either because they do not have access to technological tools or because they do not know how to use them due to lack of training or lack of interest, which generates a significant "digital divide" [2]. This exclusion is mainly due to the generational gap that exists when the entire population was born in the midst of the technological boom, achieving greater adaptability to the changing environment that was taking place. A fact that clearly did not occur with the adults of that time, seeing technology as something foreign and distant [3].

Due to the physical and cognitive characteristics of older adults, mechanisms are needed to promote active aging. For this, there are different initiatives to promote active aging in the elderly, making use of sensors, remote hardware, computers and digital technology. In these, the use of digital games is a point of great attention to satisfy the needs of an aging population. [4].

Games with specific purposes such as entertainment, socialization and cognitive stimulation can have a positive impact on older adults only if they are redesigned to satisfy the specific needs and characteristics of this group of users, thus increasing their emotional well-being and contributing positively to their quality of life [4]. Current efforts used to promote this through games are based on traditional repetitive training focused on memory, attention and physical activity. The use of emerging technologies such as virtual reality (VR), augmented reality (AR) and mobile devices allow the generation of new development paradigms.

This integration is generating a new genre of games called Pervasive Games (PG). Some of the first definitions of this concept were provided by Montola [5] who stated that PGs differ from traditional games by eliminating the boundaries of the magic circle [6]. A non-pervasive game (which is inside the magic circle) is always played in a certain place, for a certain time and with certain people, while a pervasive game is not limited in the space of the magic circle [7].

Existing evaluation systems for fun and play experiences oriented to promote active aging in older adults do not take into account the characteristics and particularities of this population,

therefore, it is not possible to objectively measure these elements in order to optimally improve the play experiences used for this purpose.

In addition, gaming experiences oriented to older adults are mainly focused on serious games through the use of mobile devices or the use of sensors in consoles such as Kinect and Nintendo Wii, and the potential that pervasive experiences can offer in the promotion of active aging is not being used.

2 Objectives

2.1 General

Design and propose a fun evaluation process for older adults in pervasive play experiences to promote active aging that allows measuring the quality of this type of experiences from their various points of view (motivation, entertainment, positive attitude, fun).

2.2 Specifics

1. Collect definitions and concepts associated with pervasive experiences, play experiences and characteristics related to older adults.
2. Characterize the elements (mechanics, dynamics, game elements) that generate a high degree of playability in older adults.
3. Characterize pervasive environments focused on activities that promote active aging.
4. Design an evaluation process focused on pervasive play experiences to measure enjoyment in older adults.
5. To develop a prototype of a pervasive environment that favors the application of game experiences for the promotion of active aging in the elderly.
6. Validate the evaluation process through experts and also through its application in the execution of the prototype developed to identify the level of enjoyment of the elderly.

3 Results

Currently, the research project has advanced to the third objective, achieving significant progress in these. The most relevant ones so far are listed below:

3.1 Publications

1. Systematic literature review
2. New proposal for gameplay analysis in game-based systems.
3. Motivations of older adults in serious games
4. Classification of player types of older adults in technological game-based systems.

3.2 Congresses and presentations

1. COCESIVI 2021 (Malaga, Spain) - WorldCist 2022 (Budva, Montenegro) – Interacción 2022 (Teruel, Spain)

3.3 Others

1. Book chapter on the motivations of older adults
2. Design of a model of motivations in older adults in game-based systems.
3. Design of a model to characterize the types of players of older adults in game-based systems.
4. List of mechanics, dynamics and game elements to be used with older adults according to the type of player.
5. Model that allows to determine the degree of pervasiveness of a gaming experience. This is called "the pyramid of pervasiveness".
6. Design of a pervasiveness model integrated with older adults for the promotion of active aging.
7. Participation in the PERGAMEX Project

REFERENCES

[1] ESA 'Entertainment Software Association,' "2019 ESSENTIAL FACTS About the Computer and Video Game Industry," 2019. [Online]. Available: https://www.theesa.com/wp-content/uploads/2019/05/ESA_Essential_facts_2019_final.pdf

[2] Z. Pan, C. Miao, H. Yu, C. Leung, and J. J. Chin, "The effects of familiarity design on the adoption of wellness games by the elderly," *Proc. - 2015 IEEE/WIC/ACM Int. Jt. Conf. Web Intell. Intell. Agent Technol. WI-IAT 2015*, vol. 2, pp. 387–390, 2016, doi: 10.1109/WI-IAT.2015.198.

[3] S. Greipl, K. Moeller, K. Kiili, and M. Ninaus, "Different performance, full experience: A learning game applied throughout adulthood," *Int. J. Serious Games*, vol. 7, no. 3, pp. 61–80, 2020, doi: 10.17083/ijsg.v7i3.359.

[4] A. Pyae, M. Luimula, and J. Smed, "Investigating the usability of interactive physical activity games for elderly: A pilot study," *6th IEEE Conf. Cogn. Infocommunications, CogInfoCom 2015 - Proc.*, pp. 185–193, 2015, doi: 10.1109/CogInfoCom.2015.7390588.

[5] C. Chen, "A Prototype on a Meta-model for Designing Instructional Pervasive Games," in *Fourth IEEE International Conference On Digital Game And Intelligent Toy Enhanced Learning*, 2012, pp. 47–51. doi: 10.1109/DIGITEL.2012.15.

[6] M. Montola, "Exploring the edge of the magic circle: Defining pervasive games," *Proc. DAC*, vol. 1966, pp. 16–19, 2005, doi: 10.1.1.125.8421.

[7] J. Arango López, "GeoPGD: Metodología para la Implementación de Juegos Pervasivos Georreferenciados Apoyados en Linked Open Data," Universidad del Cauca - Universidad de Granada, 2019. [Online]. Available: http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/1784

Automated Method for Determination of the Quality of Experience (QoE) in Video Services Using Affective Computing techniques

Luis Miguel Castañeda Herrera
Department of Telematics
University of Cauca
Popayan, Cauca, Colombia
luiscastaneda@unicauca.edu.co

Jose Luis Arciniegas Herrera
Department of Telematics
University of Cauca
Popayan, Cauca, Colombia
jlarci@unicauca.edu.co

ABSTRACT

With the proliferation of new videostreaming OTT service applications, content providers must guarantee an efficient, effective and satisfactory interaction between user and the service app. Therefore, between quality of use and quality of experience (QoE). QoE in the context of telecommunications can be understood as the acceptability of a service as perceived by end users. However, given the variability of the network and the different factors that may intervene during the consumption of the service by the user. It is necessary to have a precise method to obtain the degree of satisfaction, allowing content providers to make better decisions in the design of their OTT applications. For this reason, this paper aims to show an initial propose of the ways in which the quality o experience can be measured in an automated way.

KEYWORDS

Affective Computing, Machine Learning, QoE, QoS, Usability, VoD

1 INTRODUCTION

During the last decade, video services have produced a considerable increase in the number of terminal devices connected to the network, due to their high demand in aspects of teleworking, leisure and daily activities of end users [2] . In addition, according to reports from Cisco [4] and Sandvine [16], more than 80 % of network traffic corresponds to services associated with applications over the network (OTT, Over The Top) [15]. Which consist of the distribution of multimedia services provided by companies other than internet operators [2, 10]. This implies a significant challenge for content providers who must seek new alternatives to improve user interaction with OTT platforms and video services. In this way, to be able to accurately obtain the estimation of quality of experience (QoE) that allows to establish a feedback to benefit subscribers and service providers, showing the importance of the use of quality models in the design of OTT applications to guarantee an acceptable QoE in video services. However, in order to establish QoE model, it is first necessary to study quality attributes, in this case attributes that focus on the user's interaction with the software and service.

In the state of the art, research has emerged that addresses this user interaction with applications, specifically with the usability concept or attribute [1, 5, 6, 9]. For example, in [5, 6] automated methods are proposed to monitor the emotional behavior of a user based on their facial expression, whereas in [1] a tool was developed for the analysis of the emotions present in audio content associated with video content and in [9] the methods or metrics used to measure usability in a mobile application environment are examined, these investigations show the importance of exploring different environments and forms in which the user can interact with the software efficiently and effectively, known as usability.

Usability according to ISO 25010 [13], is understood as "the degree to which a product can be used by certain users to achieve their purposes with effectiveness, efficiency and satisfaction in a specific context of use", Where , the satisfaction consists of observing the affective responses of a user regarding their interaction with an application, this definition can be related to that granted by the QoE, which according to the ITU is defined as: "the global acceptability of an application or a service, subjectively perceived by the end user" [12] and as the degree of satisfaction, can be obtained by observing the behavior of the physiological characteristics of the user, while interacting with the service through the use of techniques based on affective computing (AC) [3, 7, 11]. This allows establishing a possible relationship with the quality perceived by the user and the QoS provided by that application.

In this way, the use of affective computing techniques could be extrapolated in order to estimate the QoE, with respect to the emotionality of the user and the possible relationship between software and service. For this reason, this PhD proposal establishes as an objetives, propose design and implement an indirect method of estimation using AC, based on physiological characteristics of the user that could be used to detect mood changes when fluctuations in the quality of the service occur and thus, showing a possible alternative in the current methods of estimation of the QoE. Furthermore, by proposing a more accurate and efficient estimation method, it would allow ISPs, content providers and mobile operators to optimize network resource management tasks or the quality of their services according to user needs, contributing to the improvement of the perceived quality of video services.

2 METODOLOGY

The methodology that will be used for the execution of this PhD thesis, takes as reference some phases of the CRIPS-DM (CRoss-Industry Standard Process for Data Mining) data mining model [14]. the phases are described below:

- **Analysis:** In the analysis will develop a study on the state of the art of research associated with QoE estimation methods, recommendations and affective computing mechanisms, as well as delving into the knowledge of technologies such as Machine Learning (ML) and video services.

- **Synthesis:** In this phase, a particular solution is specified that covers all aspects of the problem. A prototype of the method will be established as a hypothesis, where some type of estimation model, variables, characteristics of the videos, physiological characteristics, ML algorithms and data analysis techniques will be chosen, to make possible a method that allows the estimation of the QoE of video on demand services with affective computing.
- **Test scenario:** In this phase, once different network scenarios have been implemented and tested for the proposed method, a final prototype of the previously designed estimation method is established in an experimental scenario. Where an extraction of different video characteristics and physiological characteristics is made to see their correlation using datasets (created or existing) for QoE estimation and also a selection of the relevant variables of the dataset for the creation of various ML models.
- **Evaluation:** The correct functioning of the final prototype will be validated through of an implementation of the proposed method in a controlled scenario, if in the validation of the data of the estimation of the QoE it is not possible to fulfill the objectives, new solutions are established again in the synthesis phase and each step is repeated until a satisfactory evaluation of the data is reached.
- **Results:** Finally, the final results are presented, with documentation and papers of the preparation, experimentation, execution, results obtained, implemented codes and possible future work on the proposed and developed estimation method.

3 PROPOSED SCENARIO

At this time, the proposal is in an initial state where the first scenario is being considered, wich allows obtaining the data and being able to build a dataset. To achieve this, initially an automated method is proposed to monitor the emotional behavior of a user based on their facial expression. Since, taking into account that most current terminal devices have a camera, it would make the implementation of an estimation method feasible in a network environment based on facial expressions.

Figure 1 shows an initial sketch of the scenario in which it is intended to obtain the user's physiological data while consuming a video service. The operation of the scenario is explained below. First, a web camera (device) arranged in a controlled scenario is used, continuously obtaining images of the user's face who, at the same time is observing a video service. This service can come from a streaming video server, for example a DASH (Dynamic Adaptive Streaming over HTTP) server, from which the QoS/QoE parameters of the video will be previously known.

Then, we captured traits in order to obtain one of the possible emotions: neutral, sad, happy, angry, surprised or disgusted (for exsample based on ekman's model) [8] and look for possible correlations with known service characteristics coming from the server. The analyzed data is stored in a database (data collector), In this module, records of time or emotion of the captures made and instances labeled in the previous phase. Then, in the supervised ML module, a model is created based on the possible correlation that

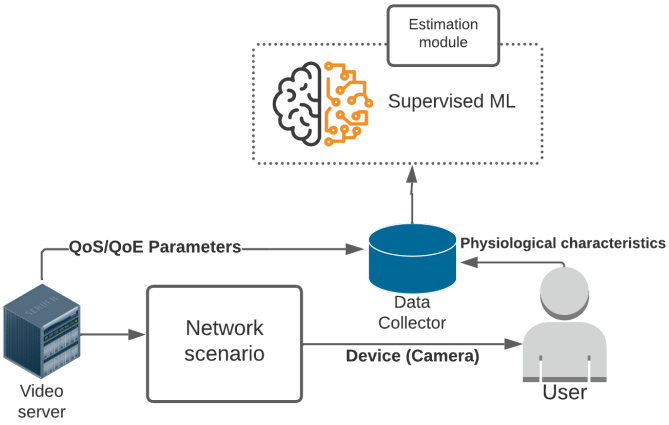


Figure 1: Proposed Scenario [Own source].

physiological characteristics may have with service characteristics, which after a validation process allows estimating the QoE. Finally, the estimation module shows the degree of satisfaction obtained and the estimated QoE value that represents it are displayed.

4 EXPECTED CONTRIBUTIONS

The contributions that are expected to be achieved during the development of the proposal will consist mainly of:

- Generation of knowledge and development of an alternative solution, with the aim of proposing a method of estimating the quality of the experience, through the use of affective computing techniques and the analysis of the physiological variables of the users while they consume VoD services.
- Implementation of a precise method for estimating QoE indirectly, using ML algorithms to create models that allow relating QoS parameters, physiological variables and QoE values in a real scenario.
- Documentation and publication of articles on the creation of a dataset that relates QoE and physiological characteristics, analysis of useful variables for the creation of models, the comparison of various ML algorithms and the validation of the proposed QoE estimation method.

REFERENCES

[1] Mauricio Barragán, Gabriel Elías Chanchí, and Wilmar Campo. 2020. Sistema de recomendación para contenidos musicales basado en el análisis afectivo del contexto social. *RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao* (12 2020), 100–113. https://doi.org/10.17013/risti.39.100-113

[2] Luis Miguel Castaneda Herrera, Alejandra Duque Torres, and Wilmar Yesid Campo Munoz. 2021. An Approach Based on Knowledge-Defined Networking for Identifying Video Streaming Flows in 5G Networks. *IEEE Latin America Transactions* 19, 10 (Apr. 2021), 1737–1744. https://latamt.ieeer9.org/index.php/transactions/article/view/5083

[3] Gabriel Elías Chanchí, Luz Sierra Martínez, and Manuel Ospina. 2020. Application of affective computing in the analysis of promotional videos of tourism in the city of Popayán-Colombia. *RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao* E36 (10 2020), 341–354.

[4] Cisco. 2019. Cisco Visual Networking Index: Forecast and Trends, 2017–2022. *Cisco* Feb (2019), 147. [Online]. Available: https://davidellis.ca/wp-content/uploads/2019/05/cisco-vni-feb2019.pdf.

[5] J. Cohn and F. D. L. Torre. 2015. Automated Face Analysis for Affective Computing.

[6] Darly Mildred Delgado Agudelo, Diego Fernando Girón Timaná, Gabriel Elías Chanchí Golondrino, and Katerine Márceles Villalba. 2018. Propuesta de una herramienta para la estimación de la satisfacción en pruebas de usuario, a partir del análisis de expresión facial. *Revista Colombiana de Computación* 19, 2 (dic. 2018), 6–15. https://doi.org/10.29375/25392115.3438

[7] Yancarlos Diaz, Cecilia O. Alm, Ifeoma Nwogu, and Reynold Bailey. 2018. Towards an Affective Video Recommendation System. In *2018 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PerCom Workshops)*. 137–142. https://doi.org/10.1109/PERCOMW.2018.8480130

[8] G. Donato, M.S. Bartlett, J.C. Hager, P. Ekman, and T.J. Sejnowski. 1999. Classifying facial actions. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* 21, 10 (1999), 974–989. https://doi.org/10.1109/34.799905

[9] Juan Enriquez and Sandra Casas. 2014. Usabilidad en aplicaciones móviles. *Informes Científicos - Técnicos UNPA* 5 (06 2014), 25. https://doi.org/10.22305/ict-unpa.v5i2.71

[10] Ericcson. 2020. Ericsson Mobility Report. *Ericsson* June (2020), 36. [Online.] Available: https://www.ericsson.com/49da93/assets/local/mobility-report/documents/2020/june2020-ericsson-mobility-report.pdf.

[11] G.E. G., W.Y. M., and Jose Arciniegas. 2018. Context-based architecture for VoD service support. *RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao* (10 2018), 55–71. https://doi.org/10.17013/risti.29.55-71

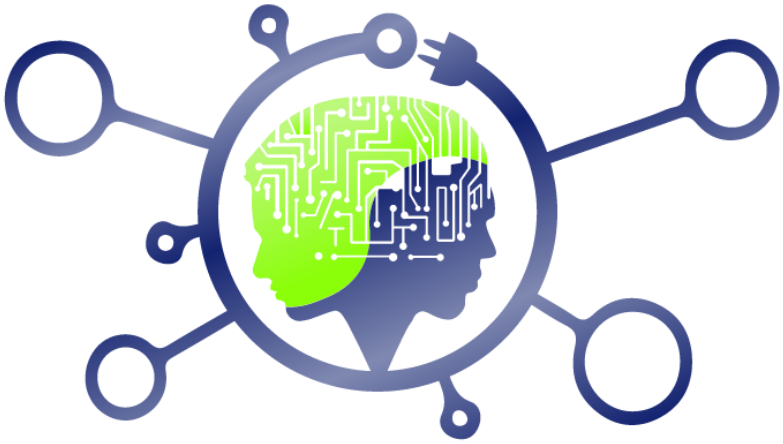
[12] ISO. 1998. ISO 9241-11:1998(en), Last visited 14/05/2015. (1998). URL: https://www.iso.org/obp/ui/iso:std:iso:9241:-11:ed-1:v1:en.

[13] ISO/IEC 25010. 2011. ISO/IEC 25010:2011, Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — System and software quality models.

[14] F. Martínez-Plumed, L. Contreras-Ochando, C. Ferri, J. Hernández Orallo, M. Kull, N. Lachiche, M. J. Ramírez Quintana, and P. A. Flach. 2019. CRISP-DM Twenty Years Later: From Data Mining Processes to Data Science Trajectories. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering* (2019), 1–1. https://doi.org/10.1109/TKDE.2019.2962680

[15] R. Nossenson and S. Polacheck. 2015. On-Line Flows Classification of Video Streaming Applications. In *2015 IEEE 14th International Symposium on Network Computing and Applications*. 251–258. https://doi.org/10.1109/NCA.2015.51

[16] Sandvine. 2019. Global Internet Phenomena Report 2019. *Sandvine* (2019), 23. [Online]. Available:https://www.sandvine.com/global-internet-phenomena-report-2019.



INTERACCIÓN 2022

TRABAJOS PREMIADOS EN LOS CONCURSOS DE TFG Y TFM

Análisis de una nueva propuesta para evaluaciones heurísticas en un contexto empresarial internacional

Marta Albets Mitjaneta

Grado en Ingeniería Informática

Trabajo dirigido por: Toni Granollers i Saltiveri

Departamento de Informática e Ingeniería Industrial

C/. de Jaume II, nº 69, 2001 Lleida

+34 606 38 12 23 - marta.albets@gmail.com

Resumen

Este proyecto nace del interés personal en la usabilidad y la experiencia de usuario. Inicialmente, se explican una serie de conceptos básicos para que cualquier lector pueda seguir el desarrollo del trabajo. A continuación, por lo que respecta a la parte principal del trabajo, junto con una serie de grupos expertos internacionales, se han analizado diferentes sitios web utilizando la nueva herramienta propuesta y se han explicado los resultados obtenidos. Finalmente, gracias a todo el *feedback* recibido en cada una de las evaluaciones, se han realizado los cambios que se han considerado oportunos a la herramienta, con el objetivo de mejorarla y que sea más fácil de entender para los evaluadores que la utilicen. Estos cambios dieron lugar a una nueva versión de la herramienta, y también se tendrá en cuenta para ser aplicados a la versión beta del sistema que se está desarrollando.

1. Introducción

Dada la importancia que la usabilidad y la experiencia de usuario han ido ganando en los últimos años, son cada vez más las empresas que adaptan sus sistemas para conseguir que la interacción del usuario con el sistema sea cómoda y eficiente.

Es a partir de la intención de mejorar la interacción entre los usuarios y el sistema de donde sale la idea de las Evaluaciones Heurísticas, uno de los métodos de evaluación de usabilidad que permite evaluar interfaces con el objetivo de encontrar posibles problemas de usabilidad, el cual se empezó a poner en práctica con las heurísticas de Jakob Nielsen [1], creadas el año 1990.

Aunque todavía son las más utilizadas actualmente, se consideró la posibilidad de poder evaluar una interfaz de manera más rápida y eficiente, desde un punto de vista tanto cuantitativo como cualitativo. Esto dió lugar a una nueva propuesta teórica para la evaluación de la usabilidad de plataformas web y aplicaciones [2], realizada por el Dr. T. Granollers a partir de los referentes Jakob Nielsen y Bruce Tognazzini [1,3].

Sin embargo, antes de empezar con la parte más experimental, se llevó a cabo un proceso de búsqueda y explicación de conceptos iniciales, considerados esenciales para que cualquier lector pueda entender todo el proceso que se ha seguido en la realización de este trabajo.

2. Objetivos

El objetivo principal de este proyecto consiste en llevar a la práctica esta nueva propuesta, con la intención de saber si podría ser aplicable y útil dentro del contexto empresarial y, también poder aprender de las necesidades que pueda tener una empresa especializada en temas de Experiencia de Usuario e Interacción Persona-Ordenador, para así en caso de ser necesario, modificar la herramienta actual y obtener una versión mejorada de esta.

Para poder estar seguros que las evaluaciones heurísticas realizadas con esta herramienta se realizan de la manera más profesional y correcta posible, era necesaria la colaboración de una empresa experta en el tema y, es en este momento cuando la empresa mexicana Sperientia:[studio+lab] obtiene un papel en este proyecto, no solo por su conocimiento y experiencia a la hora de llevar a cabo las evaluaciones heurísticas, sino también para valorar en qué aspectos se puede mejorar la herramienta, cuales son sus puntos fuertes y débiles, y sus áreas de oportunidad.

Así pues, al inicio de este proyecto se plantearon los siguientes objetivos a tener en cuenta durante su realización:

- Entender diferentes conceptos que serán útiles e importantes durante el proceso de realización del proyecto.
- Conocer perfectamente el funcionamiento de la herramienta con la que se realizarán las evaluaciones.
- Realizar las evaluaciones junto a los expertos y ver si realizarlas individualmente o en grupo puede afectar en los resultados finales.
- Analizar los resultados de las evaluaciones, así como la opinión de los expertos sobre la herramienta utilizada.
- Realizar mejoras al método y a la herramienta para obtener una nueva versión.

3. Experimentación

Inicialmente, se escogieron ocho plataformas para la realización de las evaluaciones heurísticas. Cuatro de ellas son de venta al detalle (HEB, LaComer, Walmart y Chedraui), mientras que el resto son plataformas bancarias (Santander, BBVA, Banorte y HSBC). Cada sitio web se evaluó con la herramienta propuesta por tres laboratorios de

expertos de Sperientia, cada uno de ellos conformado por entre 3 y 6 evaluadores.

Como se ha comentado en los objetivos, uno de ellos consiste en ver si es más efectivo realizar evaluaciones individualmente, para después poner los resultados en común con el resto de expertos del laboratorio o, por el contrario, es mejor realizarlas en grupo ya desde un inicio. Por este motivo, la manera de realizarlas iba alternando.

La herramienta consta de 60 preguntas que dan respuesta a los 15 principios heurísticos que forman la propuesta utilizada (que podemos ver en la Fig. 1).

1- Visibilidad y estado del sistema / Visibility and system state
2 - Connexión entre el sistema y el mundo real, uso de metáforas y objetos humanos / Connection between the system and the real world, metaphor usage and human objects
3 - Control y libertad del usuario / User control and freedom
4 - Consistencia y estándares / Consistency and standards
5 - Reconocimiento en lugar de memoria, aprendizaje y anticipación / Recognition rather than memory, learning and anticipation
6 - Flexibilidad y eficiéncia de uso / Flexibility and efficiency of use
7 - Ayuda a los usuarios a reconocer, diagnosticar y rehacer-se de los errors Help users recognize, diagnose and recover from errors
8 - Prevención de errores / Preventing errors
9 - Diseño estético y minimalista / Aesthetic and minimalist design
10 - Ayuda y documentación / Help and documentation
11 - Guardar el estado y proteger el trabajo / Save the state and protect the work
12 - Color y legibilidad / Color and readability
13 - Autonomía / Autonomy
14 - Valores per defecto / Defaults
15 - Reducción de la latencia / Latency reduction

Fig. 1. Principios evaluados en la herramienta propuesta

Para responder cada una de las preguntas se dan diferentes respuestas posibles. Como se puede ver en la Fig. 2, las cuatro primeras respuestas tienen una puntuación asociada, está dependerá del grado en que se cumpla la pregunta. También, se pueden identificar por los colores de cada una de ellas, ya que siguen la metáfora de colores de un semáforo. Por lo que, cuanto más rojizo sea el color significa que el que se evalúa en esa pregunta no se cumple prácticamente nunca. De lo contrario, si es más verdoso querrá decir que en la mayoría de ocasiones sí que se cumple el aspecto comprobado. Por lo que respecta a las tres últimas respuestas, estas no intervienen en la puntuación total, ya que no siempre se considerará como un aspecto negativo el hecho que una pregunta no se cumpla. Además, es posible que el evaluador no pueda comprobar la totalidad del sistema, lo cual tampoco se debería puntuar negativamente.

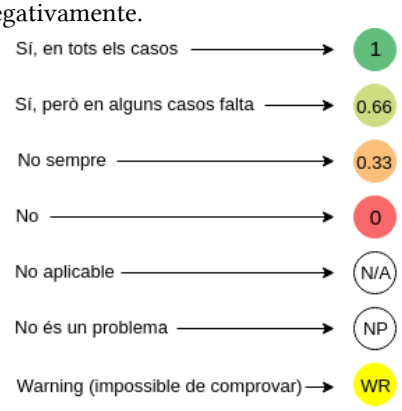


Fig. 2. Puntuación asociada a cada respuesta

Después de realizar las evaluaciones, se han analizado los resultados de cada una de ellas, tanto el porcentaje final de usabilidad como el de cada principio en específico. Especialmente haciendo énfasis en cuáles habían sido los principios con una puntuación más elevada y cuáles habían obtenido una peor puntuación. En el caso de las evaluaciones llevadas a cabo de manera individual, también se compararon las diferentes situaciones con las que los evaluadores se habían encontrado y diferenciaban los resultados obtenidos. Pero no solo eso, sino que los expertos también valoraron cuáles eran los aspectos que se podían modificar de la herramienta con tal de mejorarla.

Además, también se realizó una encuesta a todos los evaluadores, con el objetivo de conocer su más sincera opinión respecto a la herramienta y el porqué.

4. Resultados

La opinión general de los expertos con respecto a la herramienta ha sido bastante positiva, ya que consideran que puede llegar a ser muy útil debido a poder obtener un resultado de usabilidad de un sitio web con facilidad y rapidez, así como tener una primera idea de los principales problemas que presenta. Además, también creen que podrían incluir este método dentro de su proceso de evaluación. Sin embargo, consideran que se podrían aplicar algunos cambios a la herramienta para mejorarla y que fuera más fácil de entender.

A partir de los resultados obtenidos en la encuesta, y también de los comentarios de los expertos durante las evaluaciones heurísticas, se vió que sí que se podían aplicar cambios a la herramienta. Por lo tanto, todas las propuestas se analizaron y, para las que se creyó que realmente podían aportar una mejora sustancial a la herramienta, se propuso una solución y se aplicó el cambio a la herramienta, dando como resultado una nueva versión de esta.

5. Conclusiones

Para concluir este trabajo, considero que, gracias a su desarrollo, se ha podido ver que este método puede llegar a ser muy útil en el contexto empresarial. Además, se ha podido mejorar aplicando los cambios sugeridos después de haber utilizado la herramienta varias veces. Sobre si se considera mejor realizar las evaluaciones individualmente o en grupo, se ha visto que los resultados no han variado excesivamente, por lo que se considera que las dos maneras son adecuadas, siempre teniendo en cuenta que, individualmente es posible que se encuentren más problemas de usabilidad, pero también es necesario destinar un mayor presupuesto a la evaluación, ya que requiere de más tiempo.

6. Agradecimientos

Quiero agradecer muy sinceramente a la empresa Sperientia:[studio+lab], por su colaboración, la experiencia y los conocimientos aportados, así como todas las horas invertidas en este proyecto. Sin ellos no habría sido posible llevar a cabo este proyecto tal y como se ha realizado.

Referencias

[1] 10 Principis Heurístics de Jakob Nielsen. https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/

[2] Principis heurístics de Bruce Tognazinni. https://asktog.com/atc/principles-of-interaction-design/

[3] T. Granollers, "Usability Evaluation with Heuristics. New Proposal from Integrating Two Trusted Sources", Springer International Publishing, 2018

Development of a Collaborative Game in a Virtual Reality environment

Pedro Serrano Pérez
pserrano778@gmail.com
University of Granada
Granada, Andalusia, Spain

Francisco Luis Gutiérrez Vela
Tutor of the project
University of Granada
Granada, Andalusia, Spain

ABSTRACT

Virtual reality allows us to create highly immersive environments. This is making this technology increasingly attractive in sectors such as entertainment, simulation, or medicine. The main objective of this project is to create a collaborative game in an immersive virtual reality environment. After we did research in Escape Rooms, we decided to use Escape Room as central theme for the collaborative game, because they aim to create a highly immersive experience for players (same as virtual reality environments). To reach the project's objective, we have developed a video game based on Escape Rooms, which includes a single player mode and an online cooperative mode, for the Oculus Quest virtual reality device. The video game has been developed mainly using the Unity game engine, although we have used other tools such as VRTK (to create an environment compatible with virtual reality) or Photon (to develop the online multiplayer mode). For the video game evaluation, we created a questionnaire which was filled in by the 9 people that played the single player mode of our game. The evaluation results show that the participants had a very fun and immersive experience during the game session, and that they perceived the idea of playing an Escape Room in a virtual reality environment with other people in a very positive way.

CCS CONCEPTS

• **Computing methodologies** → **Virtual reality**.

KEYWORDS

Virtual reality, collaborative game, immersion, escape room, video game

1 INTRODUCTION

This section provides a brief overview of the project, in which we will see some aspects, such as the main objective we wanted to achieve with the project, the different topics that it covers, etc.

The main goal of the project was to develop a **Virtual Reality collaborative video game**. To decide what type of game could be worth to develop, we studied several game genres such as card games or Escape Rooms. Nowadays, virtual reality is a very promising technology due to the immersion it offers, as well as the form of interaction it provides for interacting with the virtual environment. Keeping in mind the features of virtual reality, we saw that it would be an excellent technology to use in an Escape Room game. Most of the Escape Rooms focus on immersion, interaction with the environment, and collaboration between participants, so they share most of the objectives we wanted to achieve with the project.

2 TECHNOLOGIES

As the project consisted in the development of a video game, it is worth looking at the main technologies used for the implementation of the project.

The game was developed for the **Oculus Quest** device. It is a **standalone** device, so we can use it without connecting it to any other computer. The main advantage of this is the freedom to move around the safe zone delimited on the device.

To make the game development easier, we used the **Unity game engine**. One of the most popular virtual reality libraries for Unity is **VRTK**, that allows the creation of a virtual environment compatible with virtual reality.

One of the goals of the project, was to create a collaborative environment. To achieve this, two Photon products have been used:

- **Photon Unity Networking 2** (PUN2), to allow two people to play online. PUN2 has tools to support connections and state sharing between players connected to the same room.
- **Photon Voice 2**, to create a voice chat that allows players to communicate with each other.

The main advantage of using photon products is their easy integration with Unity, and their compatibility with virtual reality.

3 METHODOLOGIES

The nature of the project was very dynamic, so we needed to follow a flexible methodology that allowed us to integrate changes based on feedback. This is why followed a **User-centered design**. First, we divided the main objective into several sub-objectives and planned a Release Plan in which each release completed a sub-objective. At the end of each release, we reviewed and evaluated the prototype with the user (project tutor), in order to detect possible problems or improvements. This way, we followed an iterative process in which in each iteration, the current solution was refined with the help of the user.

Another important aspect to mention in this section is the **Video game production process phases**. Specifically, we have followed some of the ideas from the pre-production and production processes. In the pre-production phase, we created the first version of the **game design document** (GDD) while in the production phase, we focused on the implementation of the game.

4 DEVELOPMENT OF THE PROJECT

In this section we are going to take a look at what we did to achieve the main objective of the project. As mentioned in the Methodologies section (section 3), we created a release plan that allowed us to complete the main objective in a progressive way.

In the first place, we defined release 0 to work on the **initial design** of the project. Since the project was a video game, we

created the first version of the **game design document**, which included aspects such as narrative, game modes, design sketches, etc. Focusing on the game modes, we included two game modes:

- **Single player mode**. In this game mode only one player can participate.
- **Online multiplayer mode**. This game mode is designed for two people. The escape room have some puzzles that require two people to complete them. In this mode, players have access to a in-game voice chat.

In the first release, we implemented the full **single-player mode**. This includes the creation of the entire scenario (a kind of haunted house), rooms, puzzles, mechanics, etc. The figure 1 show one of the rooms in the house where the player needs to solve several puzzles.

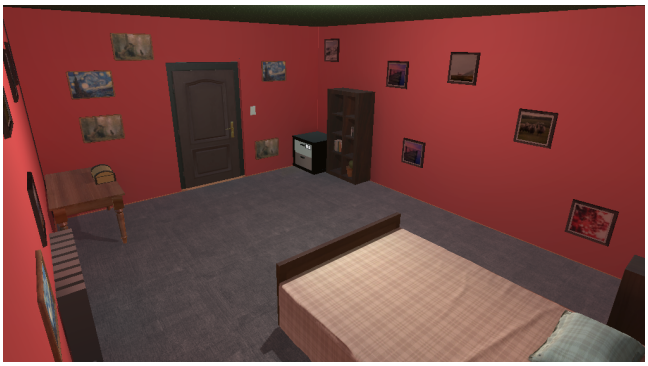


Figure 1: Screenshot of one of the bedrooms of the house.

The second release focused on defining and implementing the navigability between **game menus**. In addition, the single player mode was improved by adding a **save game system**, which allowed the user to save the current **state** of his game in order to be able to continue at a later time.

In the third release, we implemented a basic multiplayer scenario, but with all the features we wanted for this mode. This included aspects such as connection between players, state sharing and voice chat.

In the forth release, we implemented the full **multiplayer mode**. In this release, we integrated the features that allowed multiplayer mode in the single player scenario. In addition, we added some puzzles focused on the collaboration between players. The figure 2 shows one of the collaborative puzzle, in which one of the player will have to look for a code in the dark using an ultraviolet flashlight and communicate it to his partner using voice chat.

In the last release, we evaluate the game with the help of some users. We created a **Game Experience Questionnaire** (GEQ) to allow the users that tested the game evaluate it (in terms of game experience, interaction, immersion, etc). The GEQ created included several questions about aspects such as virtual reality, immersion, controls or difficulty, in order to detect possible problems or interesting features for the future.

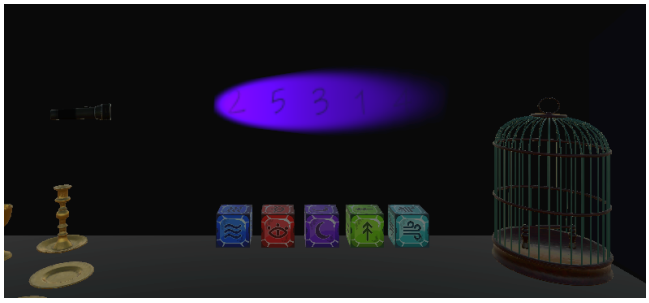


Figure 2: Screenshot of one puzzle in the multiplayer mode. The flashlight can reveal some hidden numbers in the dark.

z

5 CONCLUSIONS

The main objective was to develop a **virtual reality collaborative game**. To achieve that, we decided to develop a virtual reality video game based on Escape Rooms.

The game include two game modes to let the user choose between playing the Escape Room alone, or playing online with other person. We could say that the multiplayer mode is an improvement of the single player mode, because it includes all its puzzles, plus some additions that bring to the players the necessity to **collaborate** to complete the game.

Focusing on the collaborative game, one of the most relevant aspects that enhance it is the voice chat implemented. The game was developed for Oculus Quest, so as the device has an integrated microphone, users should have no problem using this feature. In addition, voice chat was implemented with 3D sound, making the user experience very **immersive**.

We will now talk about the **users' experience** in playing the game. The evaluation of the game by the users obtained with the GEQ, in aspects such as immersion or interaction, was overall very positive and, although users were only able to test the single-player mode, they were very interested in the multiplayer mode.

Finally, let's look at some of the **future work** proposed for the project. It is important to note that thanks to the GEQ we were able to detect both some aspects that we could improve for the game, as well as new features that would be interesting to add:

- **Alternative method of movement**. Some of the user experienced motion sickness when moving using the controllers joysticks, so adding a teleport movement would allow users to use another method of movement that causes less motion sickness.
- **List of friends and create group feature**. Playing with friends is an interesting feature for many users, so adding it to our game would improve the multiplayer mode in a very positive way.

Herramienta de análisis de la diversión en sistemas basados en Juego

Juan Antonio Trillo Manzano
juananbeas@correo.ugr.es
Universidad de Granada
Granada, España

RESUMEN

En este trabajo de fin de máster, se presenta una extensión de la evaluación de la jugabilidad diseñada para videojuegos, de forma que pueda ser empleada también con otros sistemas basados en juego como los juegos serios. Para ello, se necesita considerar nuevas variables en el análisis de la diversión como el perfil de jugador, el tipo de experiencia lúdica y el género de juego, las cuales se estudian y se implementan en una herramienta de evaluación heurística que permite obtener resultados más contextualizados para la jugabilidad.

PALABRAS CLAVES

jugabilidad, sistemas basados en juego, diversión, gamificación, juegos serios, juegos pervasivos, perfil de jugador, géneros de juego, evaluación heurística

1 MOTIVACIÓN

Para asegurar la calidad del software siempre es importante su evaluación. En general, esta calidad se asocia con la facilidad de uso o usabilidad, pero en el caso de los sistemas que no son simplemente utilitarios, como los videojuegos, que ofrecen principalmente diversión a sus usuarios, se emplea otro concepto conocido como *jugabilidad*.

Sin embargo, los videojuegos no son los únicos productos que necesitan ser evaluados por su jugabilidad. En los últimos años, con el aumento de la popularidad de la inclusión de elementos de juego en otros contextos (lo que se conoce como *gamificación*) han surgido nuevos sistemas basados en juego (SBJ) que, aunque también buscan la diversión de sus usuarios, proporcionan otras experiencias a sus jugadores, como los juegos serios.

El problema reside en que, hasta ahora, las evaluaciones de la jugabilidad siempre se basaban en el apartado de entretenimiento, tomando como referencia los videojuegos y sus usuarios. Para que la evaluación de la jugabilidad sea de utilidad para los nuevos sistemas basados en juego, se debe considerar el resto de experiencias lúdicas que pueden surgir al incluir objetivos como la educación o la terapia en los juegos serios, así como el perfil de jugador al que están orientados y el tipo de juego o el género al que pertenecen. Estas variables permiten evaluar la calidad de los SBJ con un contexto que se ajuste al tipo de producto que se ofrece.

Para realizar las evaluaciones de jugabilidad, normalmente se emplean herramientas de evaluación, como pueden ser evaluaciones heurísticas. Implementando como variables el perfil de jugador, el tipo de experiencia lúdica y el género de juego permitiría obtener un análisis de la jugabilidad con contexto en función del SBJ que se trate, ajustándose la evaluación de su calidad al tipo de producto que se ofrece.

2 CARACTERIZACIÓN DE LA JUGABILIDAD

Para el estudio de este trabajo, se ha tomado como base la definición y caracterización de la jugabilidad realizada por González Sánchez [3]. Este autor define la jugabilidad como un «conjunto de propiedades que describen la experiencia del jugador utilizando un sistema de juego específico, cuyo principal objetivo es proporcionar placer y entretenimiento, siendo creíble y satisfactorio, cuando el jugador juega solo o en compañía».

La consideración de nuevos tipos de experiencias lúdicas lleva a no solo considerar como objetivo de juego el entretenimiento, sino también el tipo de experiencia lúdica que se pretende ofrecer, como la educación en el caso de los juegos educativos. La credibilidad, aunque es un elemento importante en ciertos SBJ, no se puede considerar necesario en general, por lo que se puede sustituir por la eficacia y la eficiencia de la experiencia del jugador ofrecida. Asimismo, no todos los juegos están diseñados para jugar en compañía, por lo que la última parte de esta definición no es necesaria. Por tanto, la definición que empleamos en este trabajo es la siguiente:

«La jugabilidad es un conjunto de propiedades que describen la experiencia del jugador utilizando un sistema de juego específico, cuyo principal objetivo es proporcionar algún tipo de experiencia lúdica, siendo satisfactorio, eficiente y efectivo».

González Sánchez también presenta una caracterización de la jugabilidad en diferentes atributos y facetas, la cual se emplea en el diseño de una herramienta de análisis de la jugabilidad que utiliza los elementos de esta caracterización para definir las heurísticas que constituyen la evaluación. Estos atributos y facetas también están orientados a los videojuegos, por lo que para poder aplicarse a otros sistemas basados en juego, es necesario añadir ciertos elementos a la caracterización. Destaca la adición de un nuevo atributo, la pervasividad, que se emplea para evaluar los juegos pervasivos, aquellos que extienden el concepto de juego en una dimensión espacial, temporal o social, como los juegos geolocalizados.

3 NUEVAS VARIABLES Y PROCESO DE ANÁLISIS EXTENDIDO DE LA JUGABILIDAD

Como se comentó anteriormente, para poder ampliar el análisis de la jugabilidad a los SBJ se necesita considerar nuevas variables que determinen el tipo de sistema del que se trata. En concreto, en nuestro trabajo se incluyen el perfil de jugador al que está dirigido el juego, el tipo de experiencia lúdica que este pretende ofrecer y el género de juego al que pertenece.

Las clasificaciones de los perfiles de jugador y de los tipos de experiencias lúdicas se basan en el estudio de Marczewski [2], mientras que la clasificicación de los géneros de juego se basa en la realizada por Lee et al. [1]. Estas clasificaciones han sido adaptadas para poder generalizarse a la mayor diversidad de SBJ posible, y se

han seleccionado los elementos de mayor importancia a la hora de la evaluación de la jugabilidad.

Para considerar estas variables en el análisis de la jugabilidad se ha establecido el uso de pesos. En función del tipo de SBJ del que se trate, ciertos atributos y facetas del juego tendrán una mayor o menor relevancia, por lo que se puede determinar asignando pesos en función de las variables que se han establecido.

La evaluación heurística del análisis de la jugabilidad puede ser realizada tanto por expertos como por jugadores. En el caso de que sea realizada por expertos, se considera el perfil de jugador que interesa en función del SBJ del que se trate, mientras que si la realizan los jugadores estos pueden utilizar su propio perfil para obtener los resultados.

Los tipos de experiencia lúdica también pueden ser seleccionados directamente por los expertos, o se puede utilizar un cuestionario adicional para averiguar el tipo de experiencia lúdica del SBJ en cuestión. Para ello, se han caracterizado los tipos de experiencia lúdica en función de sus «esencias», los aspectos que definen cada una de las experiencias.

En resumen, el proceso de análisis extendido de la jugabilidad consiste en los siguientes pasos:

- Paso 1 (Perfil de jugador): En el caso de evaluar la experiencia de un jugador, este realiza el cuestionario sobre el perfil de jugador, el cual determina la proporción de los diferentes perfiles que posee. Si se trata de una evaluación heurística llevada a cabo por expertos, estos pueden revisar los resultados para cada perfil de jugador.
- Paso 2 (Tipo de experiencia lúdica): Se puede realizar el cuestionario de las esencias de las experiencias lúdicas para determinar la proporción de los diferentes tipos de experiencia lúdica que pretende ofrecer el sistema de juego, o se pueden modificar los valores de las esencias directamente en el caso de que sea interés para los expertos.
- Paso 3 (Género de juego): Se debe responder a dos preguntas que determinan si el juego es pervasivo y si el juego tiene elementos multijugador, haciendo nulos los pesos de las facetas y/o atributos asociados en el caso de que alguna respuesta sea negativa. Asimismo, se debe elegir el género de juego de una lista desplegable que aparece en esta hoja.
- Paso 4 (Evaluación): Se deben realizar los cuestionarios que se encuentran agrupados en las diferentes facetas de la jugabilidad. Si en el paso anterior una de las preguntas tiene respuesta negativa, entonces las cuestiones asociadas a la faceta y/o atributo asociado a dicha pregunta no deberán responderse y así se mostrará en la casilla de respuesta.
- Paso 5 (Análisis de los resultados): Los resultados de los cuestionarios se muestran tanto de forma numérica como de forma gráfica. Primeramente, se muestran los valores obtenidos en la evaluación, empleando la media aritmética con las respuestas asociadas a cada atributo y faceta. Estos valores se modifican empleando los pesos derivados del tipo de experiencia lúdica y del género de juego, por lo que el valor representativo de la jugabilidad pasa a ser la media entre la suma de los nuevos valores obtenidos. De la misma manera, se añade los pesos derivados del perfil de jugador a los atributos, mostrando el mismo tipo de resultados.

Este proceso se puede implementar fácilmente como modificación del prototipo de la herramienta de análisis de la jugabilidad que también proponía González Sánchez, PHET (*Playability Heuristics Evaluation Tool*), de forma que tanto la consideración del tipo de SBJ como los resultados contextualizados quedan presentes en dicha herramienta.

4 CONCLUSIONES

Las principales conclusiones que se extraen de este trabajo son las siguientes:

- El concepto de jugabilidad, así como sus caracterizaciones, ha sido empleado principalmente para el análisis de la calidad de videojuegos, pero, para extenderlo a sistemas basados en juego, las definiciones y modelos propuestos no eran lo suficientemente amplios. Para poder completar estos modelos, se ha concluido la necesidad de la consideración de tres variables: el perfil de jugador, el tipo de experiencia lúdica y el género de juego.
- La consideración de las variables de perfil de jugador, tipo de experiencia y género de juego para generalizar la jugabilidad a sistemas basados en juego requiere de una ampliación del concepto de jugabilidad ya existente. Se ha partido de la caracterización de la jugabilidad de González Sánchez, la cual se basa en las facetas de la jugabilidad y los atributos, dos formas de clasificar estos elementos realizando una partición de los mismos. Para poder extender esta caracterización es necesario añadir nuevas propiedades a ser consideradas en estas clasificaciones, así como nuevos atributos y/o facetas que permitan mantener completa la caracterización.
- Para poder ser generalizada a SBJ, la caracterización propuesta por González Sánchez necesita de diversas modificaciones. Primeramente, se ha retocado la definición del concepto de jugabilidad. Posteriormente, se han modificado los atributos para considerar las variables de perfil de jugador, tipo de experiencia lúdica y género de juego. Una vez realizadas estas modificaciones, se ha establecido una relación entre los valores de las variables de perfil de jugador, tipo de experiencia lúdica y género de juego y los pesos de las facetas de la jugabilidad y los atributos en la evaluación de la jugabilidad.
- El prototipo de PHET ha sido ampliado para que se pueda realizar el proceso extendido de análisis de la jugabilidad, añadiendo cuestionarios y preguntas que permitan identificar los valores de las variables introducidas y que evalúen las nuevas propiedades. Estas nuevas adiciones permiten que la herramienta pueda ser utilizada tanto como para una evaluación heurística por expertos como para un cuestionario sobre la experiencia de juego llevado a cabo por los jugadores.

REFERENCIAS

[1] Jin Lee, Natascha Karlova, Rachel Clarke, Katherine Thornton, and Andrew Perti. 2014. Facet Analysis of Video Game Genres. (March 1, 2014). https://doi.org/10.9776/14057

[2] Andrzej Marczewski. 2015. *Even Ninja Monkeys Like to Play: Gamification, Game Thinking and Motivational Design* (1st ed.). CreateSpace Independent Publishing Platform. 15 pages. https://www.gamified.uk/gamification-framework/differences-between-gamification-and-games/amp/

[3] José Luis González Sánchez. 2010. Jugabilidad. Caracterización de la diversión en los videojuegos. https://digibug.ugr.es/handle/10481/5671l

Desarrollo de un simulador obstétrico con Unity y Novint Falcon

Carolina Ordoño López†
Escuela Superior Ingeniería Informática
Universidad de Castilla La Mancha
Albacete, Castilla La Mancha, España
carolina.valverde@hotmail.es

José Pascual Molina Massó
Departamento de Sistemas Informáticos
Universidad de Castilla La Mancha
Albacete, Castilla La Mancha, España
JosePascual.Molina@uclm.es

RESUMEN

El Trabajo Fin de Máster realizado describe el desarrollo de un simulador de Realidad Virtual para el entrenamiento de la técnica de exploración en el campo de la obstetricia. Así, el simulador permite entrenar presentaciones cefálicas en todos sus modos y orientaciones, y como característica adicional tiene un modo aleatorio que facilita el uso del alumno sin supervisión a modo de autoevaluación. En el desarrollo se ha contado con la colaboración de una matrona para validar cada avance.

KEYWORDS

Realidad virtual, obstetricia, simulador, palpación fetal

1 PROBLEMÁTICA

La exploración que realiza la matrona resulta de gran valor para dirigir el parto hacia un buen final. Por ello, es de gran importancia que en su etapa de formación aprendan bien a ejecutar la técnica de exploración y a reconocer lo que sus dedos están tocando. El problema de formar a las futuras matronas en esta técnica es que la zona a explorar no está a la vista, por lo que el aprendizaje se basa tradicionalmente en un conocimiento teórico de la anatomía de la mujer y del bebé, en el entrenamiento con modelos físicos, y finalmente en la práctica real con embarazadas que van a dar a luz [1]. La Realidad Virtual puede ayudar a formar las matronas en esta técnica concreta, encontrando dos grandes ventajas frente al enfoque tradicional. La primera es que permitiría multiplicar el número de situaciones que puede encontrar la matrona con respecto a los entrenadores físicos, que vienen limitados por el número de piezas distintas que traen y las posiciones en las que estas se pueden colocar. La segunda es que reduciría la necesidad de entrenarse con pacientes reales, mitigando así las molestias que ocasionan a las embarazadas en momentos tan trascendentes. Aparte, el empleo de un ordenador permitiría un mejor seguimiento del entrenamiento de la matrona, podría programarse un plan de formación para cada una, individualizado, registrando los casos que ha practicado, cuándo y cuántas veces, y a partir del análisis de actividad se podrían sugerir nuevos casos o la repetición de otros según el tiempo transcurrido o la frecuencia. Todo contribuiría a mejorar considerablemente la curva de aprendizaje de los estudiantes.

2 EL SIMULADOR

Para este trabajo se ha optado por el dispositivo háptico Novint Falcon [2], especialmente para ofrecer una solución lo más asequible posible. Se escogió el entorno de desarrollo Unity [3] junto con el asset "3D Haptics for Novint Falcon" de Touchable Universe [4]. Este binomio permite integrar de forma práctica retorno háptico en proyectos de Unity, soportando el renderizado de normal maps.

La interfaz de usuario contiene todas las opciones para permitir realizar los casos de usos del sistema. Permite establecer los diferentes parámetros de configuración tanto uterina como fetal, guardar el caso realizado, ejecutar la simulación, cargar un caso ya guardado o incluso lanzar una simulación de tipo test o examen. Cabe destacar que en su diseño se han tenido en cuenta los principios heurísticos de Nielsen [5], que proporcionan una serie de reglas para garantizar una buena usabilidad del sistema. Sobre esos principios, se opta por realizar un diseño paso a paso con los botones atrás y siguiente, así como mostrar un resumen para verificar las configuraciones antes de comenzar la simulación. En cualquier caso, se requirió de la validación por parte de la matrona de dicha interfaz. La Figura 1 muestra una captura de la interfaz en uno de los pasos de configuración de un nuevo caso de prueba o ejercicio, en concreto el de selección de la presentación del feto.

Figura 1. Interfaz de configuración: presentación fetal.

La pantalla del simulador posee también una interfaz que muestra un resumen de la configuración elegida para ayudar a recordar al usuario y facilitarle las tareas (véase Figura 2). El botón superior derecho llevaría de regreso al menú principal. En el centro de la ventana se muestran los objetos hápticos tridimensionales del cuello del útero y del cráneo que se corres-

ponden con las diferentes durezas, diámetro de cérvix y orientación de la cabeza seleccionados o cargados. Dichos objetos son los que se han implementado para ser tocados mediante el dispositivo háptico, obteniendo fuerzas y resistencias según los parámetros de consistencia, el cráneo y las zonas blandas de las suturas y fontanelas.

Figura 2. Pantalla del simulador.

Los modelos 3D tanto del cuello uterino como de la cabeza del feto se han creado usando medidas reales. El hecho de que los usuarios sean capaces de diferenciar las fontanelas y suturas con los pequeños tamaños que poseen es muy significativo y merece ser destacado. Además, los objetos proporcionan la dureza adecuada al tacto, aprobándose por la matrona.

Se necesitó cambiar el efector del Falcon por uno casero con forma de dedal en un modelo en cuenco para dotarlo de libre movimiento, conectándolo a un circuito electrónico compatible. El resultado final del efector realizado se observa en la Figura 3.

Figura 3. End-effector con forma de dedal conectado al Falcon.

3 EVALUACIÓN CON MATRONAS

Incluso en las primeras etapas de un proyecto, los conceptos de diseño deben evaluarse para obtener una mejor comprensión de las necesidades del usuario. Es precisamente la obtención de un producto mínimo viable la que ha permitido realizar una evaluación, nunca conseguido previamente pese a los intentos que se han realizado ya que la representación de fuerzas hápticas en un entorno virtual no es nada trivial. El conjunto de participantes requeridos para esta prueba está formado por tres matronas y un matrón de la Unidad de Enfermería Obstétrico-Ginecológica del Complejo Hospitalario Universitario de Albacete, obteniendo una visión complementaria a la de la matrona partícipe en el proceso.

Tras la prueba se obtiene que a todas las matronas les ha gustado el simulador, encontrándolo útil e intuitivo, sin necesitar ninguna ayuda para navegar entre las diferentes escenas, pantallas y opciones. Lo más valorado es el realismo y detalle que presenta, así como la capacidad de comprobar las configuraciones, tanto uterinas como fetales, que se han indicado (objetivos primarios del TFM) y detectando correctamente las suturas y fontanelas de la presentación cefálica. Además, se indica que efectivamente, el simulador cubre de manera satisfactoria las diversas presentaciones cefálicas en todos sus modos y orientaciones. El hecho de que se logre palpar mediante este dispositivo las configuraciones de una manera similar a la real es de vital importancia, aun teniendo en cuenta que lograr una estimulación realista del sentido del tacto es muy compleja debido a los requisitos difíciles de alcanzar que impone la alta sensibilidad de este sentido [6].

Se ha transmitido que es un invento que tendría futuro, al poder ser de gran ayuda para la formación de nuevos profesionales y evitando las molestias actuales hacia las mujeres embarazadas. Un dato curioso es que se ha observado que uniendo este proyecto con un simulador de partos real se lograría completar el ciclo de la obstetricia.

Además, todos los participantes han indicado que nunca habían probado ni oído de un simulador de estas características, con lo que se logra también un grado de originalidad y una demostración más de cómo la informática y la realidad virtual pueden llegar cada vez más lejos en cualquier ámbito que se precie.

CONCLUSIONES

El sistema de RV junto con el dispositivo háptico Novint Falcon ha conseguido ofrecer un método diferente y novedoso de entrenamiento y enseñanzas de nuevas matronas, evitando los inconvenientes de los modelos que se usan actualmente. El entorno del sistema es interactivo y ofrece información para ayudar al usuario durante la simulación. Debido a que la interfaz y la interacción son intuitivas, no se precisan apenas conocimientos previos sobre computadoras o dispositivos hápticos. Además, se permite simular una amplia colección de casos permitiendo la palpación en todos ellos de las distintas características uterinas y fetales.

REFERENCIAS

[1] González Merlo, J.: "Obstetricia". Edit. Masson (2006).
[2] HapticsHouse: "Novint's* Falcon Haptic Device". [Online]. Disponible en: https://hapticshouse.com/pages/novints-falcon-haptic-device
[3] Unity Technologies: "Unity". [Online]. Disponible en: https://unity.com/
[4] T. Universe, "3D Haptics for Novint Falcon." 2018, [Online]. Disponible en: https://assetstore.unity.com/packages/tools/physics/3d-haptics-for-novint-falcon-119281.
[5] Nielsen, J.: "Usability Engineering". Academic Press, San Diego, USA (1993).
[6] Robles-De-La-Torre, G.: "The importance of the sense of touch in virtual and real environments". IEEE Multi-Media, 13(3), pp. 24–30 (2006).