

Promoción de la actividad física en personas mayores mediante las nuevas tecnologías: prueba de concepto

F.M. Esteban Gómez¹, J. L. Moyano-Cuevas¹, F. Sánchez Margallo², N. Vaquero³, F. Blanco³, C. Vila-Cha⁴, E. Martinena⁵, Pedro Núñez Trujillo⁵, J. Blas Pagador¹

¹ Bioingeniería y tecnologías sanitarias, Centro de cirugía de mínima invasión Jesús Usón, Cáceres, España, fmesteban@ccmijesususon.com, jlmoyano@ccmijesususon.com, jbpagador@ccmijesususon.com

² Dirección científica, CCMIJU, Cáceres, España, msanchez@ccmijesususon.com

³ Centro de Día Francisco Chanclón, Cáceres, España, noelia.vaquero@salud-juntaex.es, fatimablancobejarano@gmail.com

⁴ Intituto Politécnico de Guarda, Guarda, Portugal, cvilacha@ipg.pt

⁵ RoboLab, Universidad de Extremadura, Cáceres, España, emartinena@unex.es, pnuntru@unex.es

Resumen

El envejecimiento activo implica aspectos físicos, cognitivos y sociales, donde el uso de las nuevas tecnologías puede tener un papel relevante para la motivación y adherencia de las personas mayores, además de ofrecer métricas y datos relevantes para los profesionales sanitarios encargados de promoverlo. En este trabajo, se presentan resultados preliminares de un sistema para promover la actividad física y cognitiva mediante el trabajo del equilibrio. Este sistema consiste en un tablero proyectado en el suelo, donde el mayor interactúa pisando señales con diferente pie según el color de dicha señal mientras mantiene el equilibrio con el otro pie en el centro del tablero. Métricas, como la puntuación y el tiempo, se utilizan para una evaluación objetiva de la actividad y, además, se ha encuestado a los sujetos participantes para comprobar su percepción subjetiva sobre el sistema. Los resultados preliminares obtenidos muestran una puntuación objetiva y una satisfacción de los usuarios altas, expresando los mayores su intención de utilizar el sistema en el futuro.

1. Introducción

Se prevé que la edad media de la población en general aumentará significativamente en los próximos años [1]. A medida que la población de la tercera edad crece en edad y en volumen, aumenta el riesgo de que estas personas ingresen en clínicas y hospitales ya sobrecargados. La tecnología tiene un gran potencial para el fomento del envejecimiento activo (como el ejercicio físico, la detección de caídas y la reducción del riesgo de caídas). Se espera que aumente la demanda de métodos tecnológicamente avanzados para el cuidado de las personas mayores, con acceso local o remoto y tanto para uso privado en el hogar como público en residencias, proporcionando instrucciones de rehabilitación y seguimiento del progreso.

Los cambios físicos que acompañan al envejecimiento afectan a una amplia gama de funciones, incluyendo los procesos sensoriales-perceptuales, las habilidades motoras, la velocidad de respuesta y los procesos cognitivos [2]. La investigación sobre la eficacia de los juegos serios para retener y rehabilitar las habilidades funcionales se ha limitado principalmente a estudios cualitativos con tamaños de muestra pequeños y centrándose en una

variedad de controladores y sistemas de sensores inerciales [3]. Esta limitación también se puede ver en la literatura de los juegos serios actuales basados en Microsoft Kinect®, ya que la mayoría de los estudios aún no han ido más allá del diseño y desarrollo inicial del juego.

Según el estudio [4] sobre la tecnología en la actividad física en personas mayores, ésta juega un papel fundamental para mantener su salud física y mental, su calidad de vida y mantener su independencia. La persona no es consciente de la mejora en la actividad física y cognitiva mientras participa en el juego, sin embargo, el juego le genera una sensación de motivación, felicidad y competitividad

Por ello, el objetivo de este trabajo es el desarrollo y validación preliminar de un ejercicio que integra el reconocimiento automático de la posición y movimiento del usuario, así como su agilidad, reflejos, coordinación y equilibrio.

2. Metodología

Diseño del ejercicio

Tras una serie de entrevistas previas con fisioterapeutas y terapeutas ocupacionales con experiencia en el trabajo con mayores, se ha implementado un ejercicio para la estimulación física y cognitiva de los mismos. Éste consiste en un tablero virtual de 9 cuadrículas sobre el que el mayor tiene que realizar una secuencia de pasos similar a un baile. El objetivo principal es trabajar el equilibrio, para lo cual el usuario mantendrá una pierna en el centro del tablero y moverá la otra hasta la posición iluminada en el mismo (Figura 1). Para facilitar la identificación se ha utilizado un código de colores de manera que si la cuadrícula iluminada es verde tendrá que colocar la pierna izquierda en esa posición y mantener la pierna derecha en el centro. Por el contrario, si la zona que se ilumina es roja, tendrá que mantener fija la pierna izquierda en el centro y desplazar la derecha hasta la cuadrícula iluminada. La secuencia de posiciones es aleatoria pero el sistema controla que en ningún caso puedan iluminarse la misma cuadrícula de manera consecutiva para asegurar el movimiento constante del usuario.

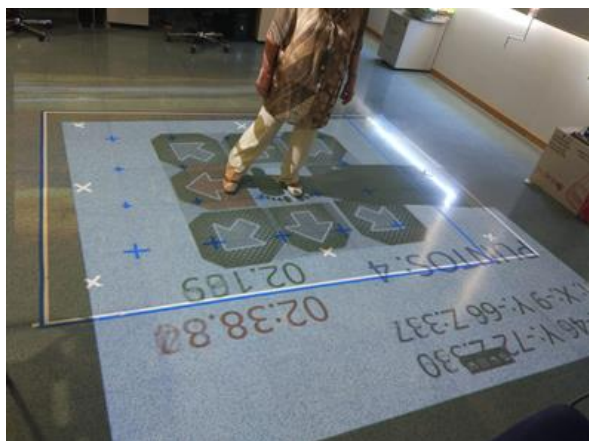


Figura 1. Persona mayor jugando a la actividad de baile.

Para la implementación de este ejercicio se ha diseñado un sistema formado por una cámara 3D (Kinect v1, Microsoft, USA), un proyector de corto alcance (Optoma X305ST, Optoma, UK) y un ordenador (Figura 2). Además, se ha implementado el software capaz de seguir los movimientos de la persona en tiempo real a través de la cámara. Para la calibración de la Kinect se usa una serie de métricas a través de la posición inicial del usuario. Una vez marcado las coordenadas de los pies en el centro de la imagen proyectada, el resto de cuadrículas del tablero se sitúan a una distancia equidistante (50 cm) del punto central. Esa distancia de 50cm es la aconsejada por varios expertos terapeutas ocupacionales. Dicha distancia esta guardada en una variable que puede ser cambiada para subir o bajar tanto la dificultad del ejercicio como el equilibrio y flexibilidad del usuario.

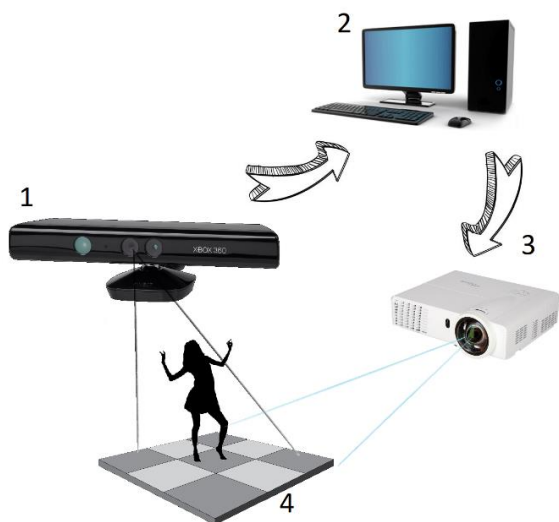


Figura 2. Sistema de baile formado por una cámara Microsoft Kinect (1), un ordenador básico (2), un proyector Optoma X305ST (3) y una zona proyectada en el suelo por el proyector y donde la cámara está enfocada para hacer el tracking (4).

Microsoft Kinect SDK utiliza Mean-Shift. Este algoritmo puede verse, además, como una técnica no paramétrica de agrupación o clustering que no requiere conocimiento previo sobre el número de agrupación a utilizar. Se dice, que es un método robusto ya que no toma en cuenta aquellos puntos fuera de lugar de los datos. El algoritmo opera procesando sólo los puntos que se encuentren dentro

de una ventana local. La idea consiste en estimar el vector de medias que indica el desplazamiento de la ventana hasta converger a la moda (valor con una mayor frecuencia en una distribución de datos) de la distribución.

Para estimar la distribución de los datos, el algoritmo emplea técnicas de estimación de densidad por kernel (núcleo de una función). Por lo general, se utiliza un Kernel Gaussiano para estimar la media ponderada de los puntos vecinos x_i a un punto fijo x dentro de la ventana, con el fin de obtener el vector de desplazamiento que recibe el nombre de MEAN SHIFT.

Como cada usuario es diferente tanto en tamaño y vestimenta (que puedan llevar pantalones anchos, faldas, ...) el algoritmo te encuentra punto medio del pie, y damos un 10% de margen de error en la medición de su posición con respecto al desplazamiento total que queremos que se produzca.

Para poder analizar los datos de una manera objetiva el sistema implementa varias métricas asociadas a la realización. Estas métricas son el tiempo de realización y los errores cometidos durante la realización del ejercicio. El sistema implementa un contador de 3 segundos para cada paso a dar, en caso de que pasen esos tres segundos y el usuario no haya colocado el pie correspondiente sobre la cuadrícula iluminada se contabilizará como un error. La duración del ejercicio está fijada a 1 minuto y 30 segundos correspondiente a la duración de la canción que se reproducirá durante la ejecución de la actividad.

Al finalizar cada sesión todos los datos se envían a una base de datos para su conservación y posterior análisis.

Validación

Un grupo está formado por 4 usuarios con una edad media de 76 años que participaron en la validación preliminar del sistema (2 hombres y 2 mujeres). Para llevar a cabo la validación se diseñó un cuestionario compuesto por varios bloques: demografía, actividad física que realiza y nivel de satisfacción del ejercicio. Dentro del bloque de satisfacción se valoró mediante una escala Likert de 5 puntos (1- valor bajo, 5 valor alto), diferentes cuestiones como la facilidad de uso del sistema, el sistema de interacción con el usuario, interés por el ejercicio.

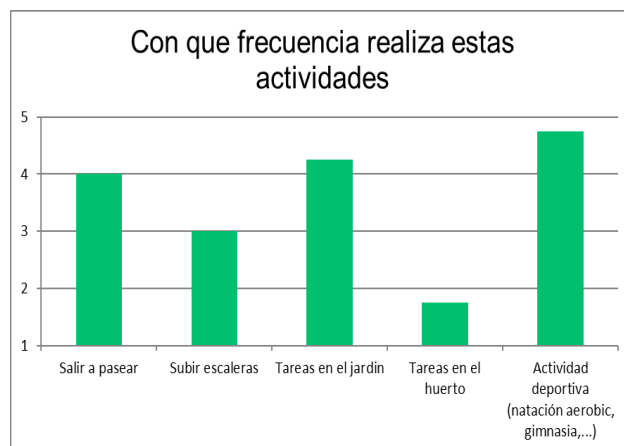


Figura 3. Muestra de la actividad de cada participante

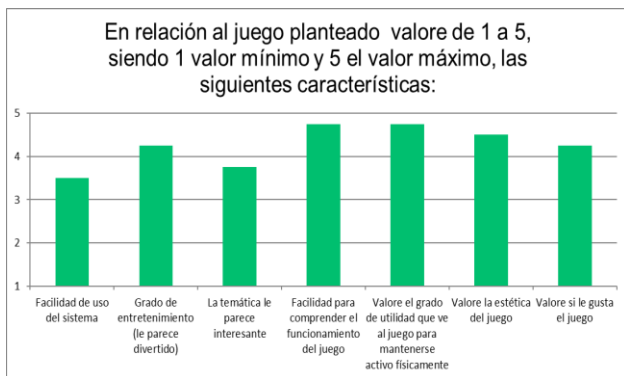


Figura 4. Encuesta sobre la satisfacción de los participantes.

3. Resultados y discusión

La tabla 1 muestra los datos demográficos de los participantes en la validación. La edad media fue de 76 años de edad, siendo la edad mínima de 72 y la máxima de 82. Dos de los 4 participantes poseen estudios universitarios y la mayoría juega con cierta frecuencia (una vez a la semana o más) a videojuegos. Además, todos ellos participan en asociaciones altruistas, se puede observar que el participante (hombre 1) que ha marcado “Nunca” en la frecuencia de jugar a videojuegos haya sido el que mayor puntuación ha obtenido. Esto puede ser debido a que los otros participantes hayan jugados a juegos que requieran menos coordinación y reflejos (adaptados a personas mayores) haciendo que este juego les haya provocado más dificultad por el cambio de entorno y dificultad. Mientras que al usuario que no tiene experiencia en videojuegos haya asimilado mejor la jugabilidad obteniendo mejor puntuación que el resto de las participantes.

Respecto a su condición física, la figura 3 muestra las puntuaciones medias para cada una de las actividades consultadas. El nivel de actividad de los 4 es elevado, realizando la mayoría de ellos actividades deportivas tales como gimnasia, natación, etc. Estos niveles de actividad coinciden con los resultados descritos por otros autores en la bibliografía, la diferencia es que en la mayoría de los estudios la edad suele estar próxima a los 65 años, tal y como se refleja en un artículo similar [5].

Nombre	Edad	Frecuencia
Sexo	Hombre	2
	Mujer	2
Frecuencia en jugar a videojuegos	Nunca	1
	Raramente	
	Una vez al mes	
	Una vez a la semana	2
	Todos los días	1
	No sabe leer escribir	

Nivel de estudios	Estudios Primarios	1
	Estudios secundarios	1
	Estudios Universitarios	2
Con quien vive actualmente	Solo	1
	Con su cónyuge	3
	Con sus hijos	
	Con otros familiares	
Asistencia centros	Hogar de mayores	
	Centro de día	
	Asociación	4

Tabla 1. Tabla de resultados demográficos de los participantes.

El grado de satisfacción con el ejercicio manifestado por los usuarios tras la realización de este se muestra en la figura 4. Todos los aspectos del ejercicio fueron valorados positivamente con una puntuación superior a 3.5 sobre 5. Entre ellos los participantes destacan principalmente la utilidad del ejercicio para mantenerse activo, lo que nos hace pensar que el enfoque de este puede contribuir a promocionar la actividad física, aunque esta opinión debería ser contrastada con la opinión de expertos en el trabajo con mayores. La facilidad para comprender el funcionamiento del juego y la facilidad de uso, así como el grado de entretenimiento obtuvieron valores mayores o iguales a 4 sobre 5. Por ello, pensamos que este sistema de interacción en el que el sistema reconoce la persona puede contribuir a mitigar las barreras descritas en la bibliografía sobre el uso de nuevas tecnologías para la promoción del envejecimiento activo [6]. Además, el plantear un ejercicio atractivo al usuario ha sido ratificado por otros autores como una base para garantizar el éxito de implantación [7]. La temática del baile como base del ejercicio también fue bien acogida por los usuarios. Este resultado coincide con los obtenidos por García-Martin en [8].

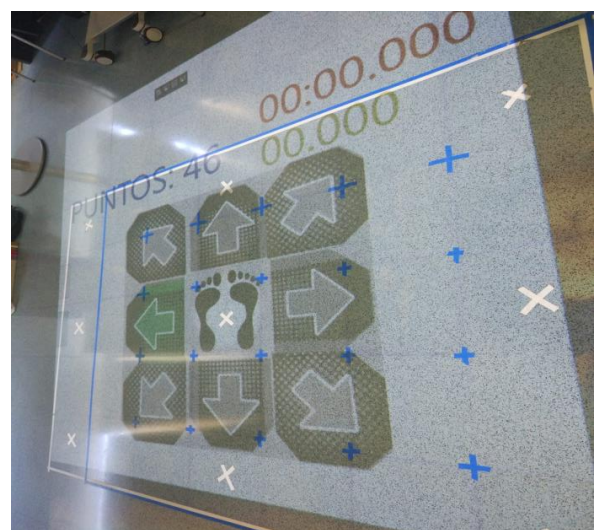


Figura 5. Juego proyectado en el suelo con marcación de puntuación (en azul), tiempo restante para el cambio de casilla (en amarillo) y tiempo total transcurrido (en rojo)

Además del cuestionario, las métricas de realización fueron registradas durante el ejercicio. La tabla 2 muestra los resultados tanto de aciertos como de errores para cada uno de los usuarios. La media de aciertos fue de 52.5 ± 11.5 y la de fallos fue 5,5. Dado que un error es contabilizado cuando pasan 3 segundos, este tipo de métricas nos arroja también información sobre lo rápido que han hecho el movimiento, ya que el tiempo de duración del ejercicio es fijo en todos los casos, métricas similares han sido descritas en otros estudios [9].

Nombre	N.º aciertos	N.º fallos
Hombre1	65	4
Mujer1	46	7
Hombre2	40	8
Mujer2	59	3

Tabla 2. Tabla de resultados de los participantes en la actividad.

A la luz de los resultados preliminares obtenidos podemos pensar que el planteamiento del ejercicio tanto en la temática como en el modo de interacción puede ser bien acogido por los mayores y por tanto contribuir a la promoción de un envejecimiento activo. Además, puede suponer la base para el desarrollo de nuevos ejercicios implementando diferentes tipos de bailes y el entrenamiento de diferentes características técnicas. Dado que en esta validación participan únicamente 4 usuarios es necesario ampliar la prueba con más usuarios para confirmar los resultados. Además, también será necesaria una validación con los profesionales para definir niveles de dificultad y modos de adaptación a diferentes usuarios, junto con los criterios de evaluación del entrenamiento tanto físico como cognitivo.

Esta primera versión del sistema no implementa métricas para la evaluación de la actividad física, sólo utiliza los aciertos y errores para mostrar una puntuación que favorezca la jugabilidad y motive a los mayores a mejorar la puntuación en diferentes repeticiones. En trabajos futuros se realizarán esfuerzos para detectar e integrar factores de evaluación de la actividad física. Otra mejora pendiente del sistema es la generación automática de informes que se almacenarán en una nube de forma centralizada.

4. Referencias

- Christensen K, Doblhammer G, Rau R, Vaupel JW: Ageing populations: the challenges ahead. *Lancet* 2009, 374(9696):1196–1208
- Ijsselstein W, Nap HH, de Kort Y, Poels K: Digital game design for elderly users. In *Proceedings of the 2007 conference on Future Play*: ACM; 2007:17–22.
- John M, Klose S, Kock G, Jendreck M, Feichtinger R, Hennig B, Reithinger N, Kiselev J, Gövercin M, Steinhagen-Thiessen E, Kausch S, Polak M, Irmscher B: Smartsenior's interactive trainer-development of an interactive system for a home-based fall-prevention training for elderly people. In *Ambient Assisted Living*: Springer; 2012:305–316.

- McEwan, T., Tam-Seto, L., & Dogra, S. (2017). Perceptions of Sedentary Behavior among Socially Engaged Older Adults. *Gerontologist*, 57(4), 735–744. <https://doi.org/10.1093/geront/gnv689>
- Forberger, S., Bammann, K., Bauer, J., Boll, S., Bolte, G., Brand, T., ... Zeeb, H. (2017). How to tackle key challenges in the promotion of physical activity among older adults (65+): The AEQUIPA network approach. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(4). <https://doi.org/10.3390/ijerph14040379>
- Vaportzis, E., Clausen, M. G., & Gow, A. J. (2017). Older adults perceptions of technology and barriers to interacting with tablet computers: A focus group study. *Frontiers in Psychology*, 8(OCT), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01687>
- Bethancourt, H. J., Rosenberg, D. E., Beatty, T., & Arterburn, D. E. (2014). Barriers to and Facilitators of Physical Activity Program Use Among Older Adults. *Clinical Medicine & Research*, 12(1–2), 10–20. <https://doi.org/10.3121/cmr.2013.1171>
- Garcia Marin, J., Felix Navarro, K., & Lawrence, E. (2011). Serious Games to Improve the Physical Health of the Elderly: A Categorization Scheme. *International Conference on Advances in Human-Oriented and Personalized Mechanisms, Technologies, and Services, CENTERIC 2011*, (c), 64–71. Retrieved from <http://epress.lib.uts.edu.au/research/handle/10453/19151>
- Rejeski, W.J., Marsh, A.P., Brubaker, P.H., Buman, M., Fielding, R.A., Hire, D., Manini, T., Rego, A., Miller, M.E. Analysis and interpretation of accelerometry data in older adults: The LIFE study (2016) *Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences*, 71 (4), pp. 521-528.