INTERACCION
Revista Digital de AIPO
Asociación Interacción Persona-Ordenador
Vol. 2, No 2 (2021)
ISSN 2695-6578

Una propuesta de caracterización inicial de mayores para el desarrollo de interfaces adaptativas

A proposal for the initial characterization of the elderly to develop adaptive interfaces

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

Eva Cerezo
Dpto. de Informática e Ingeniería de Sistemas, EINA/Universidad de Zaragoza
Zaragoza, España
ecerezo@unizar.es

Recibido: 28.10.2021 | Aceptado: 16.12.2021
DOI: https://doi.org/10.65234/interaccion.42

Palabras Clave

Interfaces adaptativas
Personalización
Personas mayores
M-health

Resumen

En el diseño de interfaces para personas mayores la adaptación de estas a las características físicas y cognitivas de los usuarios es un factor importante a la hora de asegurar su facilidad de uso y puede ser determinante a la hora de fomentar su adherencia en el contexto de las aplicaciones de m-health. Este artículo propone un sistema para la personalización de interfaces móviles para mayores basado en la realización de una serie de test sencillos que permiten caracterizar a los usuarios y llevar a cabo una adaptación automática de la interfaz. Para la selección de los parámetros se ha partido de las recomendaciones de las WCAG. Se ha llevado a cabo una prueba piloto con usuarios para valorar el proceso inicial de personalización con resultados satisfactorios.

Keywords

Adaptive interfaces
Personalization
Elderly
M-health

Abstract

In the design of interfaces for older people, the adaptation of these to the physical and cognitive characteristics of the users is an important factor when it comes to ensuring their ease of use and can be decisive when it comes to promoting their adherence in the context of m-health applications. This article proposes a system for the customization of mobile interfaces for the elderly based on the realization of a series of simple tests that allow to characterize the users and carry out an automatic adaptation of the interface. For the selection of the parameters, we have started from the recommendations of the WCAG. A pilot test has been carried out with users to assess the initial characterization process with satisfactory results.

1. Introducción

Según los estudios de Naciones Unidas, la población mundial está envejeciendo. Para 2050, una de cada 6 personas en el mundo tendrá más de 65 años (16%), más que la proporción de una de cada 11 en 2019 (9%). Como se ve, las personas mayores representan un segmento de mercado en aumento. Sin embargo, actualmente esta población presenta dificultades en el acceso y uso de las tecnologías digitales, estando en general poco acostumbrados a su uso y resultándoles complejo incluso la realización de tareas sencillas para el resto de la población. La brecha digital existente provoca la desmotivación hacia el uso de la tecnología por este sector de la población (Hong *et al.*, 2016; Gonzales *et al.*, 2015). Ante esa situación van surgiendo guías y recomendaciones (Costa, 2013) a la hora diseñar interfaces para este colectivo. Este tipo de recomendaciones generales son de gran utilidad para mejorar de forma significativa la usabilidad y accesibilidad de las aplicaciones. Sin embargo, en este segmento de edad las diferencias individuales incluso entre individuos de la misma edad, pueden ser muy significativas. En el ámbito sanitario la población mayor de 65 años se clasifica en 3 tipos según su capacidad funcional: población autónoma, población frágil (independientes, pero con incipiente pérdida de función y alta probabilidad de deterioro) y población dependiente. Actualmente se está poniendo el foco en el colectivo de mayores frágiles para los que las aplicaciones de m-health pueden ser de gran ayuda para el mantenimiento de su independencia. Sin embargo, su propia característica de fragilidad hace imprescindible una adecuada personalización de las interfaces para asegurar el uso y adherencia a las aplicaciones.

La personalización de las interfaces es un medio eficaz para adaptarse a las diferencias entre individuos, consiguiendo mejorar la usabilidad y accesibilidad de los sistemas interactivos. Una interfaz personalizada puede ayudar a mejorar la eficacia de un usuario realizando acciones asociadas a tareas que se repiten día a día, cambiando la apariencia de la interfaz para que se adapte mejor a sus limitaciones y capacidades, ofreciendo asesoramiento sobre las tareas que se están realizando e incluso mediando en la interacción de un usuario a través del análisis de su estado físico y emocional (Arazy *et al.*, 2015). Dentro de los tipos de personalización existentes debemos distinguir entre tres tipos (Yigitbas *et al.*, 2014): (1) Adaptable (Manual) en el que el usuario es capaz de cambiar la interfaz, pero de manera que solo él decide los cambios, (2) Adaptativa (semi-automática) en el que sistema puede identificar a los usuarios y apoyarlos con sugerencias, puede detectar si un usuario tiene dificultades para alcanzar su objetivo, y (3) Auto-adaptativa (automática) donde se cambian automáticamente algunas partes o incluso toda la interfaz de usuario. El trabajo presentado en este artículo sigue el enfoque adaptativo (semi-automático). En particular, se presenta una herramienta que permite, a través de un test sencillo, caracterizar a los usuarios y determinar las opciones de personalización para la posterior adaptación de la aplicación objetivo. Para la elección de los parámetros se han estudiado las recomendaciones de accesibilidad para mayores de la W3C. Los parámetros son: tamaño de letra, contraste, tamaño y alineación de botones, color, tema y volumen.

El artículo se ha estructurado de la siguiente forma: primero se hace un repaso de trabajos relacionados con la personalización de interfaces (sección 2); a continuación (sección 3), se presenta el sistema propuesto poniendo el foco en el test inicial de caracterización del usuario mayor. En la sección 4 se presenta un test piloto con usuarios para la valoración del proceso de caracterización. Por último, en la sección 5, se presentan las conclusiones y el trabajo futuro.

2. Interfaces personalizables: estado del arte

A nivel de personalización de la interfaz, son varios los autores que han trabajado en aproximaciones adaptables o manuales. En el estudio de Hitz *et al.* (2017) se presenta una notación propia (OWL/Turtle notation) para descripciones específicas de los aspectos de la interfaz. Mediante esas anotaciones se genera automáticamente una interfaz personalizada. Otro ejemplo de este tipo de herramientas para mejorar la usabilidad y adaptación es la presentada por Zhang *et al.* (2017). Los autores proponen un estudio basado modelos con el objetivo de mejorar la usabilidad y adaptación de sistemas de información complejos (CIS). El mapeo entre diagramas de casos de uso, diagramas de tareas y modelos de funciones permite la selección automática de una interfaz de usuario abstracta y el desarrollo de una interfaz de usuario concreta para cada trabajo. El método utilizado permite a los usuarios seleccionar las funciones deseadas de un proveedor para personalizar una interfaz.

Dentro de las herramientas adaptativas o semi-automáticas se presentan varias líneas de investigación. En el estudio de Khriyenko *et al.* (2015) se presenta una herramienta de personalización de la interfaz de usuario a nivel semántico impulsado por el perfil de usuario semántico personal y la combinación de módulos reutilizables de visualización adaptativa. Otro aspecto importante es la adaptación al dispositivo (responsive). En esta linea Laine *et al.* (2021) proponen un nuevo marco web avanzado para generar una interfaz de usuario que se adapte automáticamente al dispositivo, pero también al usuario (personalizadas). Utilizan técnicas de optimización de forma que, a partir de una serie

de objetivos de optimización, de restricciones y de las interacciones del usuario genera diseños personalizados y adaptados al dispositivo. Yigitbas *et al.* (2014) explican que, en las interfaces de usuario adaptativas, el usuario puede personalizar o individualizar la interfaz de usuario adaptando el diseño o adaptando la navegación, siempre de forma manual. En cooperación con un socio industrial, estos autores desarrollan una nueva metodología para un desarrollo basado en modelos de interfaz de usuario para sistemas de autoservicio distribuido, teniendo en cuenta aspectos de adaptación e integración dentro del modelo de desarrollo. Por otro lado, Lim *et al.* (2018) proponen un sistema UI / UX inteligente para adultos mayores llamado SmartSenior, que se basa en aprendizaje semi-supervisado para llevar a cabo adaptaciones automáticas de la interfaz. El sistema evalúa inicialmente (Ji *et al.*, 2017) la capacidad cognitiva, produciendo el primer perfil y luego modifica el perfil según sus acciones.

Finalmente, a nivel de desarrollo de aplicaciones auto-adaptativas o automáticas podemos encontrar varios trabajos. Park *et al.* (2016) diseñan un sistema que utiliza un modelo de avatar que se adapta a los usuarios. En Yigitbas *et al.* (2017) los autores presentan un entorno de desarrollo integrado (IDE), llamado Adapt-UI, para el desarrollo de interfaces de usuario autoadaptables. De esta forma, la interfaz de usuario se adaptará automáticamente en función de los cambios en el contexto de uso. En el estudio de Feit *et al.* (2020) se propone un enfoque para detectar la relevancia de la información durante la toma de decisiones a partir de los movimientos oculares para permitir la adaptación de la interfaz de usuario. En Rendely *et al.* (2021) los autores proponen que se cambie la interfaz de usuario, si los usuarios dan permiso para ello, a partir de los datos analíticos obtenidos durante su interacción. Por medio de un modelo de inteligencia artificial el usuario recibe una nueva interfaz adaptada a dichos datos.

3. Diseño de interfaces adaptativas para mayores

Una vez constatada la necesidad de adaptación de las interfaces para el colectivo de mayores, y estudiado las alternativas, en el marco del desarrollo de aplicaciones de m-health para mayores frágiles, se está diseñado un sistema que permita la adaptación semiautomática de la interfaz de las aplicaciones. Para ello, a partir de una caracterización inicial que permita establecer un perfil para el usuario se llevará a cabo la adaptación inicial de la interfaz. El perfil del usuario se enriquecerá mediante la toma de parámetros de uso de la aplicación por parte del usuario, lo que permitirá la continua adaptación de la interfaz al mismo. El trabajo presentado en este artículo se centra en la creación del perfil inicial a partir de un test de caracterización del usuario. A continuación, se detalla dicho test.

3.1 Selección de parámetros: accesibilidad

Las personas mayores cuentan con limitaciones asociadas a la edad que interfieren en el uso de sistemas interactivos. Entre estos factores se encuentran limitaciones visuales, físicas y cognitivas. Entre las limitaciones visuales se encuentran la reducción de la sensibilidad al contraste, percepción del color y enfoque, lo que en ocasiones puede dificultar la lectura de contenido visual. Respecto a las limitaciones físicas se encuentran la destreza reducida y el menor control de la motricidad fina, dificultando la interacción táctil con objetos pequeños o el uso de periféricos; además, la limitación auditiva les dificulta escuchar sonidos de tonos altos. Además, respecto a su capacidad cognitiva suelen tener reducida la memoria a corto plazo, dificultando la concentración y potenciando la distracción, lo que dificulta completar tareas en línea o la navegación por el sistema. El proyecto WAI-AGE, financiado por la Comisión Europea, investigó las necesidades de los usuarios web de mayor edad y la superposición con la accesibilidad web para personas con discapacidad. Los resultados de la investigación, y el trabajo posterior, determinaron los estándares de accesibilidad internacionales existentes de la Iniciativa de Accesibilidad Web (WAI) del W3C que abordan la mayoría de las necesidades de los usuarios mayores (Initiative, 2021). Así, las pautas sobre accesibilidad de contenido web (WCAG) se han convertido en la base para el desarrollo de aplicaciones accesibles orientadas a personas mayores. Las pautas se basan en cuatro principios de accesibilidad web: perceptible, operable, comprensible y robusto. Nuestro trabajo se ha centrado en los aspectos relativos a información perceptible e interfaz de usuario (tamaño del texto, estilo de texto y diseño de texto, color y contraste, multimedia) y a interfaz de usuario operable (enlaces, navegación y ubicación, uso del ratón o del teclado y tabulación. En este artículo nos centramos en el análisis de modelos de adaptación de interfaz de usuario/experiencia de usuario para personas mayores teniendo en cuenta sus principales limitaciones frente a otros estudios que trabajan con usuarios generales. Las recomendaciones presentadas en las pautas analizadas en el WCAG se han utilizado de base para establecer los mínimos contrastes recomendados para personas mayores, por ejemplo, tienen que tener una ratio de contraste mínimo de 7:1. De la misma forma, se han seleccionado tamaños mínimos de letra recomendados para dicho colectivo, por ejemplo, el tamaño mínimo recomendado en este caso son 18 puntos si no es negrita y 14 puntos si es negrita.

En la Tabla 1 se presentan en concreto los parámetros seleccionados para la adaptación de la interfaz, relacionándolos con la prueba del test inicial en la que se van a determinar y el requisito en el que están basados.

3.2 Diseño de las pruebas

El test inicial consta de cuatro pruebas. Para su diseño se partió de la propuesta de Ji et al. (2017), adaptándola a los parámetros elegidos, lo que supuso la eliminación de alguna prueba y la adición de una de audio, inexistente en dicho trabajo.

A continuación se detallan las pruebas indicando, para cada una de ellas, el parámetro o parámetros que permiten establecer y los valores posibles de los mismos.

Tabla 1: Parámetros para la personalización de la interfaz basados en las pautas de accesibilidad de la WCAG 2.0

Requisitos WCAG 2.0	Parámetros	Prueba
1.4.4 (Resize text)	**Tamaño mínimo de letra**	**Prueba visual**
1.4.1 (Use of Color) 1.4.3 (Contrast Minimum)	**Tamaño mínimo de letra**	**Prueba de contraste**
1.4.3 (Contrast Minimum)	**Tema preferido**	**Prueba de contraste**
1.4.1 (Use of Color)	**Ratio de contraste mínimo**	**Prueba de botones**
1.4.8 (Visual presentation)	**Tamaño de botón mínimo**	**Prueba de botones**
2.4.5 (Multiple Ways)	**Alineamiento preferido**	**Prueba de botones**
1.4.2 (Audio Control)	**Volumen mínimo**	**Prueba de audio**

3.2.1 Prueba visual.

Parámetro: tamaño mínimo de letra que el usuario es capaz de visualizar correctamente.
Valores posibles: 18, 20, 22, 24 o 26.
Prueba: Para la determinación de los valores se usan dos pantallas. En primer lugar (figura 1 izquierda), al usuario le aparece un número de tres cifras acompañado de un teclado numérico y debe introducir uno a uno los números que componen dicho número. En segundo lugar (figura 1derecha), al usuario le aparece una letra "C", rotada aleatoriamente, de modo que, mediante un teclado de cuatro flechas, (1) Izquierda, (2) Arriba, (3) Derecha y (4) Abajo, debe introducir la dirección en la que está abierta la "C".

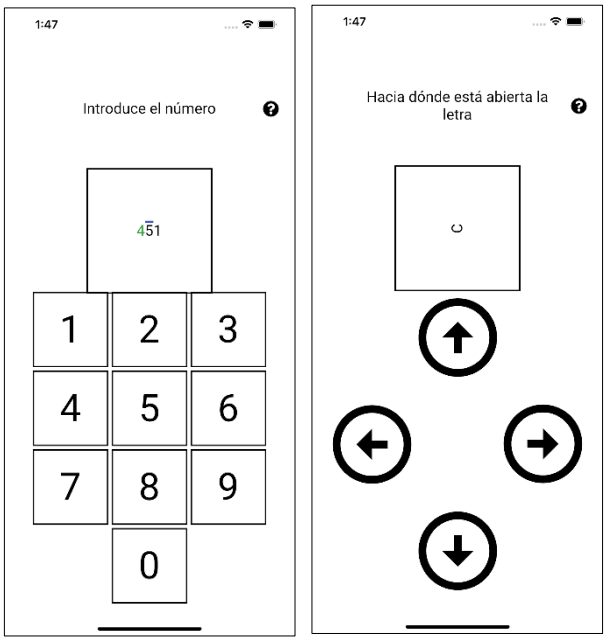


Figura 1: Interfaz de la prueba visual.

3.2.2 Prueba de contraste.

Parámetros: mínimo ratio de contraste y tema preferido.
Valores posibles: Contraste: (1) Máximo - 21:1, (2) Alto - Mayor de 11:1, (3) Medio - Mayor de 9:1 y (4) Bajo - Mayor de 7:1 (requisito AAA de las WCAG 2.0).
Modo: Claro u oscuro.
Prueba: El usuario debe contestar en cuatro pantallas diferentes (figura 2 izquierda) en las que se va variando el contraste y el modo, a la pregunta ¿Puedes leer el texto fácilmente?: (a) sí, (b) me tengo que esforzar y (c) no. El texto que se muestra es una noticia completa de la página web de noticiasfacil.es.

3.2.3 Prueba de botones.

Parámetros: color preferido, tamaño mínimo de botón y posición/alineación de los botones.
Valores posibles: Color: (a) azul, (b) rojo, (c) verde y (d) púrpura. Tamaño mínimo de botón: (1) grande, (2) mediano y (3) pequeño. Posición/alineación botones: izquierda o derecha.
En primer lugar (figura 3derecha) se muestra una pantalla que contiene cuatro botones con tamaño mediano para que el usuario elija entre los colores elegidos como valores. Se recoge no solo el color sino posibles fallos al pulsar. En la segunda pantalla (figura 3izquierda), aparece un minijuego simple con un contador con cuatro bombillas apagadas que el usuario tendrá que ir encendiendo una a una. La posición y el tamaño de los botones va variando y se contabilizan los errores del usuario.

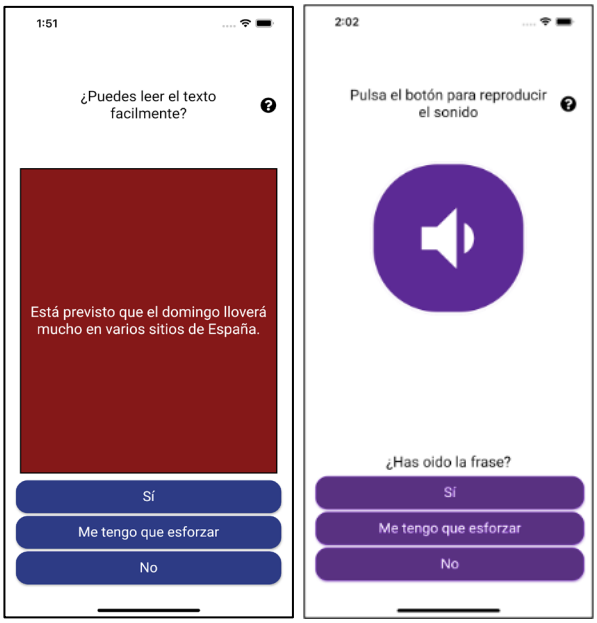


Figura 2: Interfaz de la prueba de contraste (izquierda) Interfaz de la prueba de audio (derecha).

3.2.4 Prueba de audio.

Parámetro: volumen mínimo.
Valores posibles: valor entre 0,5 y 1 (del rango del volumen del dispositivo).
Prueba; El usuario tiene que pulsar un botón y escuchar una frase (figura 2 derecha). Se empieza con un volumen de nivel medio y va cambiando según el usuario conteste a las preguntas (1) ¿Has oído la frase? y (2) ¿Has entendido la frase? El usuario a cada una de las preguntas podrá contestar (a) Sí, (b) No y (c) Con problemas. A partir de las respuestas del usuario se elegirá el volumen mínimo de la aplicación.

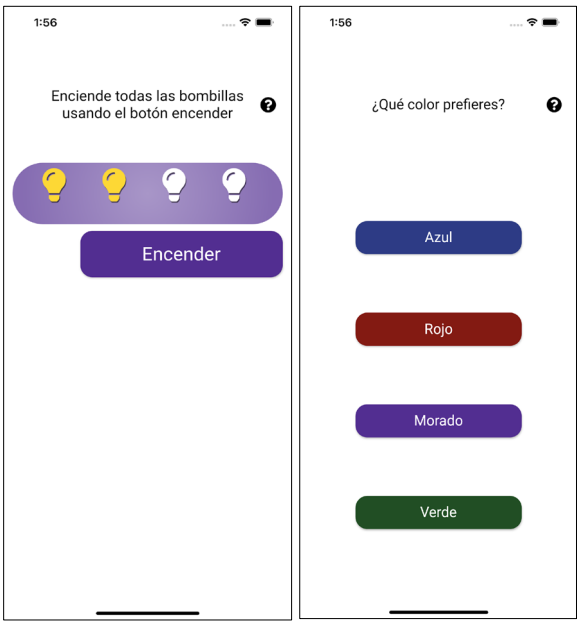


Figura 3: Interfaz de la prueba de botones.

4. Test piloto con usuarios

Se ha llevado a cabo un test piloto con usuarios con objeto de valorar la adecuación del procedimiento y del test planteado.

4.1 Metodología e instrumentos

En el test con usuarios participaron 5 personas con una media de edad de 61 años (50, 52, 63, 67, 73). Los participantes eran 3 hombres y 2 mujeres. La muestra incluyó a gente con menos edad de la media con objeto de tener un mayor de rango de adaptabilidad de la interfaz. En los siguientes estudios se pretende focalizar en la caracterización de usuarios mayores gracias a una colaboración en marcha con centros de día de mayores. El criterio de inclusión para el test fue poseer un nivel tecnológico mínimo de forma que fueran capaces de usar smartphones para llamar y escribir mensajes.
Las pruebas se realizaron de forma presencial, en dos días y de forma individual para respetar todas las medidas sanitarias vigentes. Las sesiones duraron una media de diez minutos. Antes de la sesión se les mandó un mail de invitación y se descargaron la aplicación, de este modo al llegar a la sesión todos los participantes tenían la aplicación en su teléfono móvil. Los usuarios utilizaban dispositivos Smartphone con dimensiones mínimas de 5.5 pulgadas, utilizando una orientación siempre vertical del teléfono. Todos realizaron las pruebas sentados en espacios interiores en un contexto tranquilo y sin ruido.
La sesión se dividió en cuatro partes, en la primera los usuarios rellenaron un test de caracterización con variables demográficas y personales relacionadas con el género, la edad, el hábito o la competencia digital y el estado físico; en la segunda los usuarios llevaron a cabo el test inicial con las cuatro pruebas explicadas anteriormente; en la tercera usaron el móvil para rellenar una encuesta sencilla de cinco preguntas cuyas pantallas se adaptan según los resultados del test inicial; en la parte final realizaron la evaluación de la actividad planteada. El objetivo de esa parte final es evaluar el proceso de realización del test inicial (en cuanto a utilidad, facilidad de uso y satisfacción), así como para tener una primera valoración de la adaptación de la interfaz a la que da lugar.
Para el primer objetivo se han tomado como base los cuestionarios USE (Lund *et al.*, 2001) y SUS (Brooke *et al.*, 1996) (ver Tabla 2).

Tabla 2: Preguntas relativas al proceso de caracterización

Caracterización	
Orden	***Pregunta***
1	El uso del test de adaptación no requiere esfuerzo
2	Encuentro este test innecesariamente complejo
3	Necesité aprender muchas cosas antes de ser capaz de usar el test de adaptación
4	Creo que necesitaría ayuda de una persona con conocimientos técnicos para usar este test de adaptación
5	Imagino que la mayoría de la gente aprendería a usar este test de forma rápida
6	Estoy satisfecho con el test que me permite adaptar la interfaz
7	Me gustaría que este test de adaptación sirviera para mis otras aplicaciones
8	Recomendaría que otras aplicaciones incorporaran un test de adaptación de la interfaz para poder adaptar colores, botones, etc.
9	El test es divertido o entretenido de usar

Para el segundo objetivo las cinco pantallas de la encuesta se adaptaban a cada usuario usando los valores obtenidos del test inicial. (ver Figura 4).
Las preguntas usadas para la valoración de la adaptación de la interfaz se muestran en la Tabla 3.

4.2 Resultados y reflexiones

A continuación, se muestran los resultados del estudio piloto con usuarios, tanto en lo referente a la realización del test como a la adaptación de la interfaz.

En la Figura 5 se muestran las medias, en escala 7 de Likert, de las contestaciones de los participantes a las preguntas referentes al test de adaptación (Tabla 2). Como se ve estas son positivas, pero hay margen de mejora: la respuesta a la pregunta 4 sobre la necesidad de ayuda por parte de otras personas obtuvo lo valores más altos en las personas de mayor edad. Ello puede ser debido a una menor confianza en las propias habilidades digitales (de hecho, todos fueron capaces de completar el test de forma autónoma) pero muestra la necesidad de reforzar toda la parte de ayuda/explicación del test con especial atención al lenguaje usado que no ha de dar lugar a la aparición de dudas en los usuarios.

Tabla 3: Preguntas relativas a la adaptación de la interfaz.

Adaptación	
Orden	***Pregunta***
1	El tamaño de la letra de la encuesta me parece adecuado a mi capacidad visual
2	El audio que oigo en la encuesta está ajustado a mi capacidad auditiva
3	Los botones eran muy pequeños de acuerdo con mis capacidades
4	Me gustaban los colores
5	El contraste de los colores me permitía ver correctamente la información

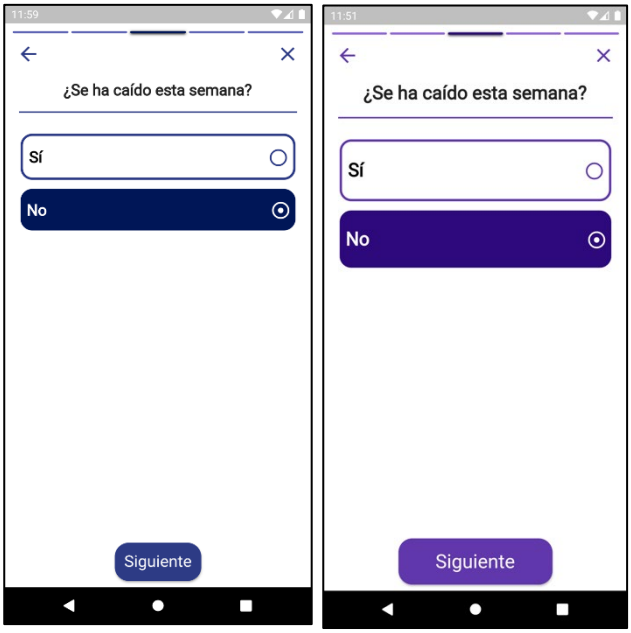


Figura 4: Pantalla de la encuesta antes y después de ser adaptada. La pantalla adaptada muestra una interfaz diferente en relación al tamaño de los botones, colores o el tamaño de la letra.

En la Figura 6 se muestran las respuestas de los usuarios a las preguntas de la Tabla 3. Como se puede observar estas son también positivas. Sin embargo, se observa, especialmente en el caso de los botones, que la adaptación es todavía mejorable. De hecho, se ha observado durante el test, especialmente con los usuarios más mayores que una cosa es el tamaño/volumen al que la persona puede oir/leer/pulsar y otro aquel en el que le resulta cómodo hacerlo sobre todo de forma continuada. Es un resultado interesante a tener en cuenta en la posterior adaptación de la interfaz a partir de los resultados obtenidos.

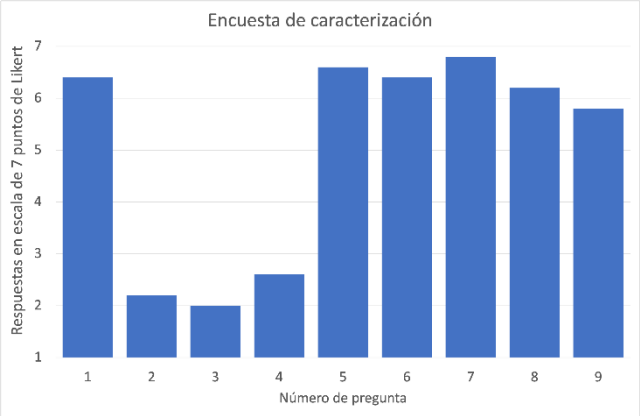


Figura 5: Respuestas a la encuesta de caracterización.

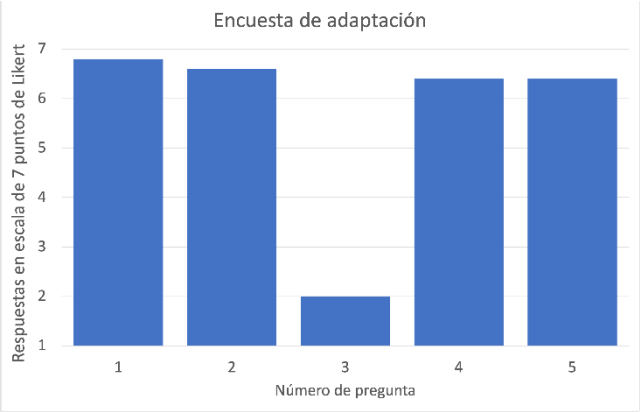


Figura 6: Respuestas a la encuesta de adaptación.

Más allá de los resultados satisfactorios de las pruebas, somos conscientes de las limitaciones del estudio en cuanto al número y características de los usuarios que han participado, y los tomamos con un respaldo para continuar con la línea. Se hace necesaria una evaluación con más usuarios, especialmente de mayor edad, y focalizada no tanto en el test inicial sino en los propios resultados de la adaptación.

5. Conclusiones y Trabajo Futuro

En este artículo se propone un sistema para la personalización de interfaces móviles para mayores basado en la realización de una serie de test sencillos que permiten caracterizar a los usuarios y llevar a cabo una adaptación automática de la interfaz. Para la selección de los parámetros a adaptar se ha partido de las recomendaciones de la WCAG 2.0. Se ha llevado a cabo un test piloto con usuarios para valorar el test de personalización con resultados satisfactorios.

Se trata de un primer paso dentro de un enfoque semiautomático en el que el propio uso de la aplicación llevará consigo el refinamiento de la personalización de la interfaz. Este tipo de personalizaciones creemos son fundamentales para incrementar la aceptación, en los mayores, de aplicaciones m-health que pueden presentar grandes beneficios para este colectivo y jugar un papel fundamental en el envejecimiento activo de los mismos. La OMS define el envejecimiento activo como "el proceso por el que se optimizan las oportunidades de bienestar físico, social y mental durante toda la vida, con el objetivo de ampliar la esperanza de vida saludable, la productividad y la calidad de vida en la vejez". Nuestro trabajo actual y futuro se centra, de hecho, en el desarrollo de un sistema para el seguimiento domiciliario, por parte de sanitarios, de mayores frágiles y para el fomento de hábitos saludables en ellos a través de recomendaciones personalizadas. La encuesta usada por los usuarios en el piloto es precisamente parte de esta aplicación. Como trabajos futuros se plantea además que la adaptación se realice también adecuando la modalidad de interacción (entre otros táctil, voz y gestos) de acuerdo a los resultados del test de caracterización del usuario, potenciando de esta forma la mejor accesibilidad en el proceso interactivo. El objetivo último del trabajo es contribuir a que dichos mayores frágiles mantengan el mayor tiempo posible su autonomía e independencia de otras personas.

AGRADECIMIENTOS

Esta publicación es parte del proyecto de I+D+i RTI2018-096986-BC31, financiado por MCIN/ AEI/ 10.13039/ 501100011033/ y "FEDER Una manera de hacer Europa", y por el Gobierno de Aragón (Grupo T60_20R).

Referencias

Arazy, O., Nov, O., & Kumar, N. (2015). Personalityzation: UI Personalization, Theoretical Grounding in HCI and Design Research. AIS Transactions on Human-Computer Interaction, 7(2), 43–69. https://doi.org/10.17705/1thci.00065.

Brooke, J. (1996). SUS-A quick and dirty usability scale. Usability evaluation in industry, 189(194), 4-7.

Costa, M. (2013). Guia de recomendaciones para el desarrollo de videojuegos e interfaces para mayores. Gestión de contenidos del IBV. Recuperado 27 de octubre de 2021, de https://gestion.ibv.org/gestoribv/index.php?option=com_docman&view=download&alias=482-guia-senior-play&category_slug=productos&Itemid=142.

Feit, A. M., Vordemann, L., Park, S., Bérubé, C., & Hilliges, O. (2020, June). Detecting Relevance during Decision-Making from Eye Movements for UI Adaptation. In ACM Symposium on Eye Tracking Research and Applications (pp. 1-11).

Gonzales, E., Matz-Costa, C., & Morrow-Howell, N. (2015). Increasing Opportunities for the Productive Engagement of Older Adults: A Response to Population Aging. The Gerontologist, 55(2), 252–261. https://doi.org/10.1093/geront/gnu176.

Hitz, M., Kessel, T., & Pfisterer, D. (2017, February). Automatic UI Generation for Aggregated Linked Data Applications by Using Sharable Application Ontologies. In International Conference on Model-Driven Engineering and Software Development (pp. 328-353). Springer, Cham.

Hong, S. G., Trimi, S., & Kim, D. W. (2016). Smartphone use and internet literacy of senior citizens. Journal of Assistive Technologies, 10(1), 27–38. https://doi.org/10.1108/jat-03-2015-0006.

Initiative, W. W. A. (2021, 7 octubre). Developing Websites for Older People: How Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0 Applies. Web Accessibility Initiative (WAI). Recuperado 27 de octubre de 2021, de https://www.w3.org/WAI/older-users/developing/.

Ji, H., Yun, Y., Lee, S., Kim, K., & Lim, H. (2017). An adaptable UI/UX considering user's cognitive and behavior information in distributed environment. Cluster Computing, 21(1), 1045–1058. https://doi.org/10.1007/s10586-017-0999-9.

Khriyenko, O. (2015). Semantic UI: Automated Creation of Semantically Personalized User Interface. GSTF Journal on Computing (JoC), 4(3). https://doi.org/10.7603/s40601-014-0016-6.

Laine, M., Zhang, Y., Santala, S., Jokinen, J. P., & Oulasvirta, A. (2021). Responsive and Personalized Web Layouts with Integer Programming. Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction, 5(EICS), (pp.1-23)

Lim, H., Hooshyar, D., Ji, H., Lee, S., & Jo, J. (2018). SmartSenior: Automatic Content Personalization Through Semi-supervised Learning. Wireless Personal Communications, 105(2), 461–473. https://doi.org/10.1007/s11277-018-5947-3.

Lund, A. M. (2001). Measuring usability with the use questionnaire12. Usability interface, 8(2), 3-6.

Park, H. S., Kim, H. W., & Park, C. J. (2016, July). Dynamic-interaction UI/UX design for the AREIS. In International Conference on Human-Computer Interaction (pp. 412-418). Springer, Cham.

Rendely, M. S., Nyquist, T., Boonsiri, T., Bansal, T., Crouse, M., Gorski, F., ... & Gupta, A. (2021). Automatic Personalization of User Interfaces based on User Interaction Analytics. Technical Disclosure Commons, https://www.tdcommons.org/dpubs_series/4533

Yigitbas, E., & Sauer, S. (2014). Flexible & Adaptive UIs for Self-Service Systems. In Mensch & Computer 2014–Workshopband (pp. 167-176). De Gruyter Oldenbourg.

Yigitbas, E., Sauer, S., & Engels, G. (2017, June). Adapt-UI: an IDE supporting model-driven development of self-adaptive UIs. In Proceedings of the ACM SIGCHI Symposium on Engineering Interactive Computing Systems (pp. 99-104).

Zhang, L., Qu, Q. X., Chao, W. Y., & Duffy, V. G. (2017, July). Object-oriented user interface customization: Reduce complexity and improve usability and adaptation. In International Conference on Digital Human Modeling and Applications in Health, Safety, Ergonomics and Risk Management (pp. 404-417). Springer, Cham.