

Análisis emocional para el bienestar de los ancianos en el proceso de interacción digital

Emotional analysis for the well-being of the elderly in the process of digital interaction

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 García-Magariño

Dpto. de Ingeniería del Software e Inteligencia Artificial
Universidad Complutense de Madrid
Madrid, España
igarciam@ucm.es

Silvia Hernandez Muñoz

Unidad Predepartamental de Bellas Artes
Universidad de Zaragoza Teruel, España
silviahm@unizar.es

Recibido: 07.10.2022 | Aceptado: 02.12.2022

Palabras Clave

Internet de las cosas
Parámetros fisiológicos
Emociones
Personas mayores

Resumen

Las personas mayores siguen presentando reticencia en el uso de sistemas tecnológicos. Dicho colectivo presenta además dificultades en el proceso de interacción debido a sus limitaciones técnicas y la disminución de sus capacidades físicas y cognitivas, generándoles sensación de frustración y estrés.

En el diseño de aplicaciones, la adaptación del proceso teniendo en cuenta las sensaciones emocionales de los usuarios es un factor importante a la hora de asegurar su uso y aceptación. El IoT (Internet of Things) ofrece aplicaciones y posibilidades para analizar el proceso de interacción desde el punto de vista emocional de los usuarios con la tecnología.

En este artículo nos centraremos en presentar el diseño de un algoritmo que permita detectar estados emocionales en el usuario fruto del proceso de interacción. La determinación de dichos estados y la adaptación realizada podrá repercutir en lograr una mayor adhesión y aceptación del sistema interactivo.

Keywords

Internet of things
Physiological parameters
Emotions
Elderly

Abstract

The elderly continues to show reluctance in the use of technological systems. This group also presents difficulties in the interaction process due to their technical limitations and diminished physical and cognitive capacities, generating feelings of frustration and stress.

In the design of applications, the adaptation of the process taking into account the emotional sensations of users is an important factor in ensuring their use and acceptance. The IoT (Internet of Things) offers applications and possibilities to analyze the interaction process from the emotional point of view of users with technology.

In this article we will focus on presenting the design of an algorithm that allows detecting emotional states in the user as a result of the interaction process. The identification of these states and the adaptation carried out may have an impact on achieving greater adherence and acceptance of the interactive system.

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 (Dzedzickis et al., 2020). Actualmente, la mayoría de las aplicaciones de IoT (Internet of Things) no se centran en el estudio de las emociones de los usuarios. Sin embargo, algunos estudios (Deepika Mathuvanthi et al., 2019; Lacuesta et al., 2017) 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 fotopleitismografía. 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. El uso de sistemas de reconocimiento de emociones (ER) basados en IoT tiene una demanda cada vez mayor en muchos dominios, como por ejemplo la atención médica.

A pesar de los avances en las tecnologías modernas de reconocimiento de emociones, la representación de la relación entre la respuesta emocional y el proceso de interacción no se ha investigado profundamente, lo cual podría conllevar un peor rendimiento de la persona en el uso del sistema interactivo. La comprensión del cómo se siente la persona a través del interrogatorio o los procesos de sensorización permitirían conocer las emociones del usuario y actuar sobre el proceso interactivo, de esta forma, la interpretación del estado podría aportar un conocimiento significativo dentro del proceso de interacción. Los usuarios de aplicaciones requerirán, por lo tanto, sistemas que detecten los cambios en el estado emocional del sujeto en cada situación concreta de la interacción digital. Considerar la variación en la situación es esencial para establecer un conocimiento preciso sobre el proceso de interacción, la aceptación y/o la adherencia a un sistema y en el caso de personas mayores podría mejorar el alcance de los sistemas desarrollados.

Actualmente, la mayoría de los sistemas de reconocimiento de emociones (ER) se centran en identificar un conjunto pequeño y específico de estados emocionales. Considerarlos en la forma actual no proporciona suficiente información para obtener un apoyo humano adecuado y completo en un entorno determinado. En consecuencia, el sistema debería adaptarse dinámicamente dependiendo de la situación. En este sentido, nuestro objetivo es proporcionar un enfoque novedoso que permita analizar la emoción del anciano para poder modificar o

cambiar la interfaz o la actividad a realizar por éste. El enfoque propuesto se basa en la posibilidad de integrar diferentes fuentes de datos IoT que permitan adquirir los diferentes estados emocionales actuales del sujeto observado y observar si existen emociones negativas que puedan ser contraproducentes en la adhesión tecnológica.

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 (Laghari et al., 2021). 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.

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.

De la observación de patrones fisiológicos concretos se ha determinado que existen ciertos patrones que se repiten cuando se vive una situación concreta. Por ejemplo, en caso de miedo, los latidos y la respiración son más fuertes, los músculos están más tensos y se incrementa la sudoración entre otras. En caso de estados de felicidad, la musculatura se relaja, la actividad cerebral aumenta. Podríamos denominar emoción como el conjunto de cambios fisiológicos, cognitivos y motores que surgen de la valoración de un estímulo, en un contexto determinado y en relación con los objetivos de un individuo en un momento concreto de su vida. Una emoción se activa a partir de un acontecimiento.

Pal et al. (Pal et al., 2021) 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 (García-Ceja et al., 2018) (por ejemplo, sensor ocular, variabilidad del ritmo cardíaco (Heart Rate Variability (HRV)), actividad electrodérmica (Electrodermal activity (EDA)),

fotoplethismograma, acelerómetro, cuestionarios). Bassam et al. (Al Bassam et al., 2021) 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 (Puleston, 2011) y BeWell (Lane et al., 2011), 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.

Si nos centramos en la monitorización de ancianos, en (Nahian et al., 2020) los autores proponen un entorno de monitorización de caídas para ancianos con desórdenes neurológicos basado en emociones, donde se propone detectar la emoción y eliminar la ansiedad y estrés y depresión para reducir caídas. Para la detección de la emoción utilizan reconocimiento de la expresión. En (Mano et al., 2016) se utilizan imágenes de pacientes para la detección emocional de mayores en un contexto de atención médica en el hogar. En (Hossain & Muhammad, 2017) se propone un nuevo sistema de reconocimiento de emociones para mayores utilizando señales de voz e imagen. Varios estudios han comenzado con el estudio de reconocimiento de emociones a través del clasificador Support Vector Machine (Zhao et al., 2018) a través de mediciones obtenidas de un dispositivo portátil. En (Gjoreski et al., 2017) se utiliza el mismo modelo considerando las mismas señales para el monitoreo del estrés. Otros autores trabajan con clasificación de emociones como miedo y sorpresa (Park et al., 2014). Otras emociones se analizan en (Gong et al., 2016) tales como la alegría, la ira, la tristeza y el placer o diferentes tipos de estrés (Sevil et al., 2021).

Es importante comprender las percepciones y emociones de los adultos mayores en relación con las nuevas tecnologías. Si se perciben más beneficios del uso de las nuevas tecnologías que dificultades experimentadas al utilizarlas, los adultos mayores podrían estar más dispuestos a adoptar herramientas potencialmente útiles que puedan ayudarles a llevar un estilo de vida saludable.

Los autores en (McDonagh et al., 2002; McDonagh-Philp & Lebbon, 2000) sugieren que una serie de factores emocionales influyen en la probabilidad de que una persona utilice un producto. En (Turner et al., 2007) los autores descubrieron que las personas mayores se encuentran con una serie de retos tanto físicos como cognitivos cuando intentan aprender a utilizar tecnología interactiva. Otros problemas presentados podrían ser: actitud, ansiedad, problemas de percepción de la importancia de la tecnología, la utilidad y la facilidad de uso, la percepción de la capacidad de aprendizaje y su orientación hacia el futuro o el pasado. Algunas emociones que estos usuarios presentaban en el uso de la tecnología eran sentimientos de frustración y/o ansiedad y/o miedo, no entendían los beneficios y creían necesitar apoyo o ayuda.

Además, los factores de deterioro físico y de experiencia o experiencia previa negativa limitaban el uso de los sistemas. Además, se percibían con una falta de percepción de poder aprender a usar el sistema.

Frente a los estudios realizados se presenta el estudio emocional en mayores como de vital importancia a la hora de conseguir un mayor uso y adhesión a los sistemas interactivos.

3. Diseño del sistema

En este artículo se propone el diseño de un algoritmo que permita modificar el tipo de actividad o la interfaz con la que está interactuando la persona (usuarios mayores) en función de las emociones experimentadas con el objetivo de mejorar el proceso de interacción de las personas mayores en el uso de sistemas interactivos.

El diseño inicial del algoritmo presenta varias fases (Figura 1). En primer lugar, se solicita la emoción inicial del usuario, para analizar su posible variación. El usuario comenzará a realizar la actividad recomendada, por ejemplo, el uso de una interfaz de seguimiento m-health para el registro de datos de usuario.

Para el aprendizaje del sistema y el conocimiento del usuario, el sistema registrará los datos fisiológicos del usuario. En nuestra propuesta se utilizarán dispositivos IoT para dicho cometido. A través de este proceso el sistema irá aprendiendo y relacionando los parámetros recogidos del sistema de IoT con la emoción percibida por el usuario (pregunta directa).

Tras un tiempo X, el sistema estimará la emoción del usuario a través de los datos IoT recogidos, si la emoción estimada es negativa, se preguntará al usuario para comprobar que el sistema ha interpretado correctamente la emoción.

En caso de que se corrobore la emoción negativa estimada (de acuerdo con la respuesta del usuario) se le pregunta al usuario si dicha emoción es relativa al proceso de interacción. En concreto, el usuario seleccionará una o varias opciones de las propuestas: “no lo oigo bien”, “no lo leo bien”, “no lo entiendo”, “es muy difícil”, “no me gusta”, “no me es útil”, “todo está bien” u “otros”. Una vez conocida la razón se estimará si la situación es provocada por algún factor relativo al proceso interactivo. En caso de que sea dicho proceso el que está provocando situaciones de incomodidad al usuario, el sistema podrá o modificar la actividad o adaptar la interfaz a las características de accesibilidad necesarias (Navarro-Alamán et al., 2021).

La Figura 1 muestra que el algoritmo está en constante aprendizaje, ya que cada vez que nos indica una emoción se registra dicha emoción para mejorar la estimación futura del sistema. También se registrarán los datos fisiológicos de la

persona, unidos a su caracterización y a la emoción subyacente a esos datos.

La Figura 2 presenta el algoritmo una vez realizado el aprendizaje del sistema. En este caso, ya no será necesario comparar la emoción estimada con la percibida por el usuario, puesto que se estima que el sistema es capaz de establecer con una precisión alta el estado real del usuario, sin la necesidad de preguntar. Una vez estimada la emoción negativa, el algoritmo seguirá preguntando la razón que provoca dicho estado negativo. En futuras versiones del sistema, a través de un conocimiento profundo del usuario se plantea estimar además la posible razón de la disconformidad del usuario. De esta forma la realización de la adaptación podría no requerir del proceso de interrogación y ser totalmente automática.

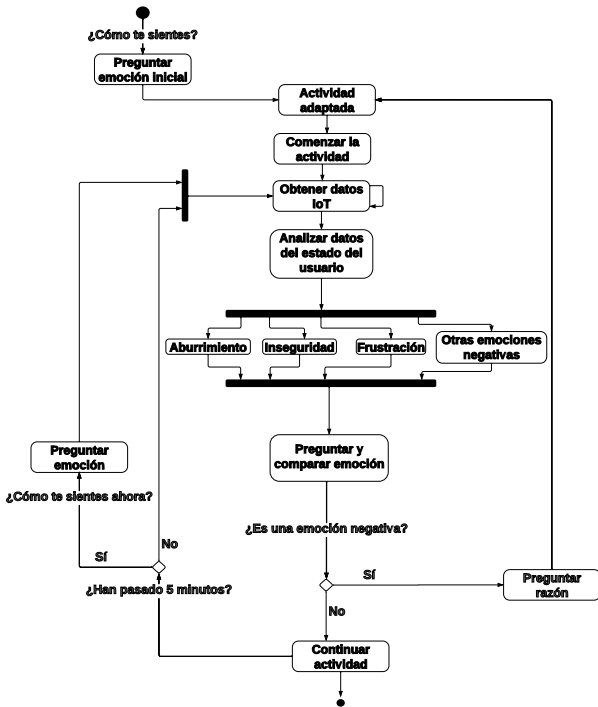


Figura 1: Algoritmo de adaptación en la fase de aprendizaje.

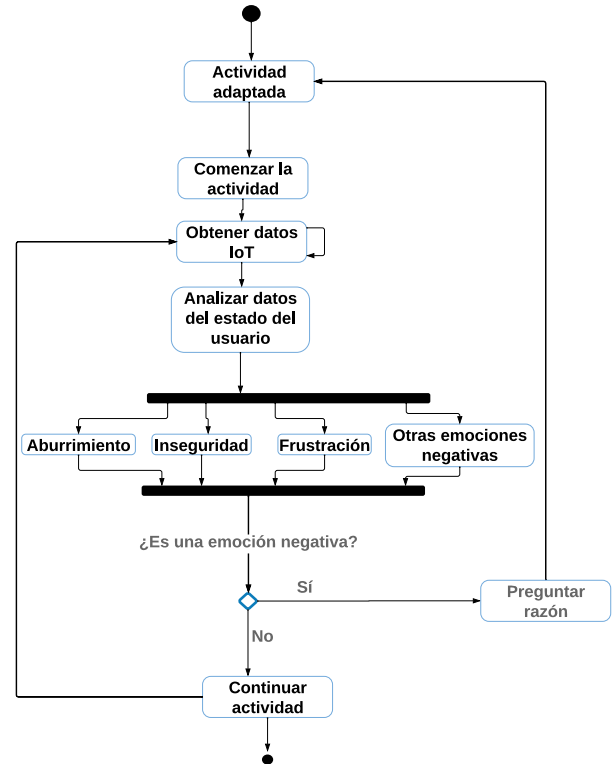


Figura 2: Algoritmo de adaptación una vez el sistema ha aprendido.

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 recogidos automáticamente de los dispositivos del IoT. De esta forma, el sistema analiza el estado actual del usuario y sus emociones actuales a través de ambos mecanismos.

Para el análisis de los parámetros fisiológicos del usuario se valoraron varias alternativas, seleccionando finalmente la pulsera E4 empática por el amplio rango de parámetros recogidos. En concreto, permite recoger entre otros los parámetros de pulso de volumen sanguíneo (Blood Volume Pulse (BVP)) que permite calcular la variabilidad de frecuencia cardiaca (HRV), propiedades eléctricas de la piel (EDA), temperatura cutánea periférica y frecuencia cardiaca (Heart Rate (HR)). En la Figura 3 se presentan las medidas que la pulsera ofrece.

El sistema registrará los datos de la pulsera mientras el usuario interactúa con la aplicación.

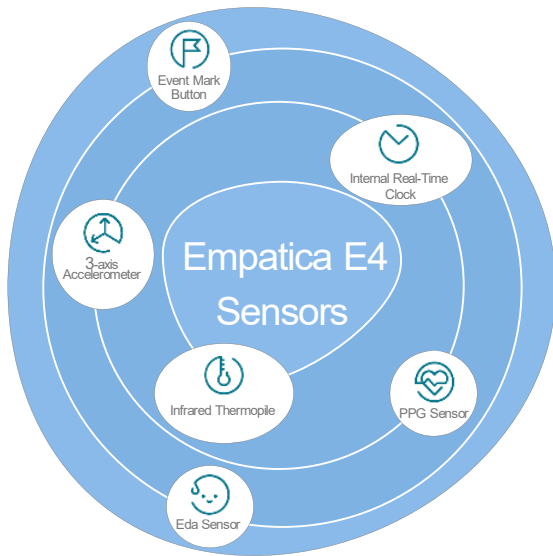


Figura 3: Parámetros recogidos por la empática E4.

Para registrar el nivel de emoción del usuario se han valorado la utilización de varias herramientas de determinación de afecto. En primer lugar, se valora el uso de la Cuadrícula de Afecto de Russell (Affect Grid) (Colomo-Palacios et al., 2011), 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.

En segundo lugar, se analiza la rueda de las emociones de Robert Plutchik. En esta rueda las emociones básicas contempladas son: alegría, confianza, miedo, sorpresa, tristeza, aversión, ira y anticipación. El resto de las emociones que aparecen son clasificadas como emociones compuestas o secundarias.

Finalmente se elaboró una herramienta propia, la cual se puede consultar en la Figura 4, adaptada a las posibles emociones relacionadas con el uso de una interfaz digital y con el objetivo de simplificar a usuarios mayores la elección o selección de una opción que refleje su emoción vigente. El objetivo de esta herramienta será realizar el análisis de la dimensión emocional. Posteriormente, será necesario estudiar la relación existente entre las tecnologías digitales y las emociones asociadas a su uso para completar el proceso de adaptación.

3.2 Diseño de interfaces

A continuación, se presentan las interfaces de los primeros prototipos diseñados.

Inicialmente, presentamos la pantalla inicial donde se le pregunta al usuario su estado emocional actual (Figura 4.a) y el nivel de ese estado en el que se encuentra (Figura 4.b). Estas interfaces se utilizarán a lo largo de todo el proceso para recoger la emoción del usuario.



(a)

(b)

Figura 4: Interfaces de recogida de información emocional.

Una vez el usuario informa de cómo se encuentra, pasará a realizar la actividad concreta (Figura 5.a). El usuario podrá terminar en cualquier momento de realizar la actividad. Durante el proceso de interacción se recogen los datos informados y fisiológicos del usuario en su interacción con la aplicación. Todos los parámetros recogidos se almacenan en una base de datos. Esta información se utilizará para estimar el estado del usuario. Con estos datos, se calcula una "puntuación emocional" 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 mantiene un estado de interacción positivo. Si su estado evoluciona correctamente el usuario seguirá realizando dicha actividad hasta que la actividad finalice. Si no se evoluciona correctamente se le preguntará al usuario si existe algún problema en el proceso de interacción (Figura 5.b). En las primeras pruebas el proceso de recogida de datos fue manual. En un futuro será el algoritmo de medición de datos fisiológicos el que determine la emoción del usuario y adapte la interfaz y/o la actividad.

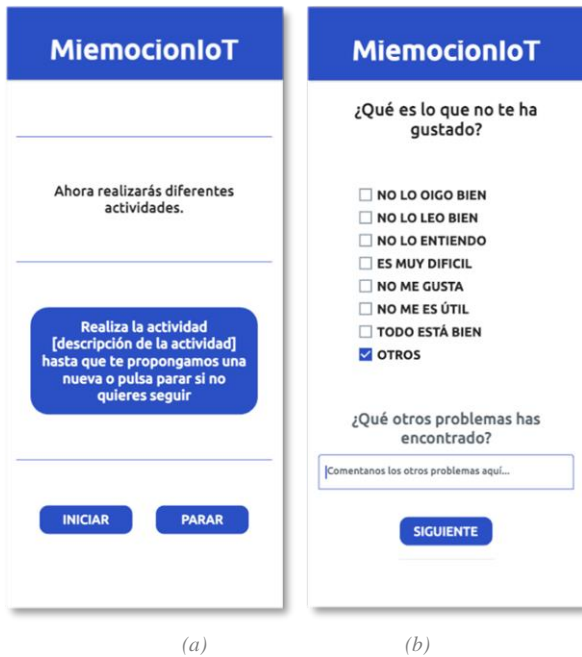


Figura 5: Interfaces de a) Recogida de aspectos relativos al proceso de interacción y b) realización de la actividad.

Una vez recogidos los datos, las adaptaciones en la interfaz se realizarán en función de los valores de respuesta del usuario y están basadas en las directrices de accesibilidad presentadas en interfaces adaptativas (Navarro-Alamán et al., 2021) y de acuerdo a las pautas de accesibilidad recogidas en (Arch & Abou-Zahra, 2010). Actualmente, el algoritmo está siendo diseñado para incorporarlo a aplicaciones de seguimiento de pacientes utilizando aplicaciones de m-health.

4. Pruebas y resultados

Las primeras pruebas de interfaz se realizaron con 5 usuarios de entre 65 y 75 años, siendo 3 mujeres y 2 hombres (Figura 7Figura), lo que nos permitió validar el diseño de las interfaces.

Los usuarios debían en primer lugar expresar cómo se sentían al comienzo de la realización de la actividad (Figura 4), expresando el tipo de emoción y el nivel de emoción que presentaban en ese momento, en segundo lugar los usuarios tenían que realizar una actividad con el móvil. La actividad se les proponía a través de la interfaz representada en la Figura 5a. Una vez comenzada la actividad, se les daba un tiempo de 5 minutos para realizarla; en tercer lugar los usuarios expresaban de nuevo cómo se habían sentido en el proceso de realización de la actividad, la interfaz utilizada era la misma de la Figura 4 cambiando el título de “¿Cómo te sientes?” a “¿Cómo te sientes ahora?.. En el caso de sentirse mal por alguna razón se les preguntaba por qué (Figura 5b). El algoritmo en función de la respuesta obtenida adaptará la interfaz con el objetivo de intentar subsanar la situación de incomodidad del usuario. A continuación los usuarios seguían realizando la actividad otros 5 minutos y de nuevo se les preguntaba su estado emocional.

A continuación, se muestra un pequeño ejemplo de como una actividad es adaptada en función de la situación de incomodidad del usuarios. En este caso la actividad se centra en la realización de ejercicios físicos guiados. En laFigura 6 se presenta uno de los ejercicios. Dicha actividad consiste en “levantar y bajar los brazos” y es una actividad diseñada dentro de una aplicación de gestión de fragilidad desarrollada en nuestro grupo de investigación . La interfaz Figura 6a presenta la actividad sin adaptar. La figura 6b presenta la interfaz adaptada debido a las respuestas del usuario a las preguntas: ¿cómo te sientes?, respuesta “frustrado”, ¿qué es lo que no te ha gustado?, respuesta “no lo leo bien”. Se puede ver como la aplicación se adaptaría según las necesidades del usuario Figura 6a sin adaptar , con botones y letra más pequeños y Figura 6b adaptada, con el tamaño de los botones, letra aumentado, así como con cambio de color para mejorar el contraste.

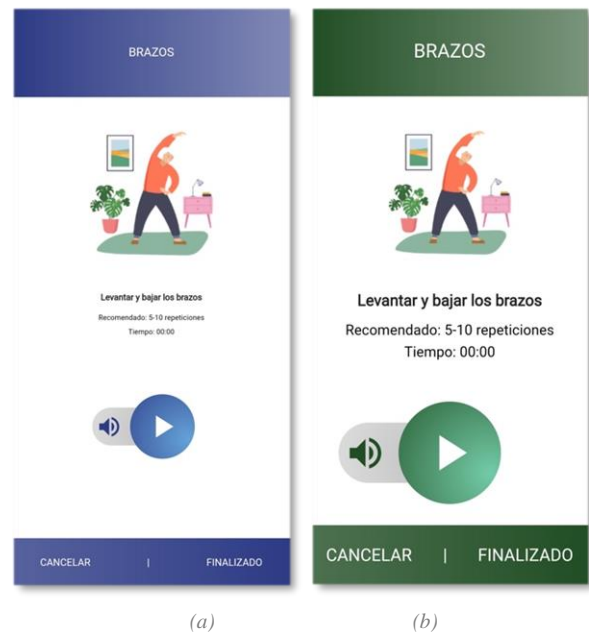


Figura 6: Ejemplos de actividades con adaptación al usuario, a) sin adaptar y b) adaptada.

En esta primera evaluación solo se evaluaron las interfaces presentadas en la Figura 4 y Figura 5 no se evaluaron las interfaces de la actividad a realizar.



Figura 7: Pruebas realizadas.

Para la evaluación de usabilidad se ha utilizado el test de usabilidad SUS (Vlachogianni & Tselios, 2021). En la Figura 8 los resultados medios del SUS se situaron en el rango 1-5. De los resultados recogidos obtenemos que los usuarios encuentran sencillas las interfaces presentadas, destacando positivamente la facilidad de uso de las interfaces de Figura 4 (recogida de emoción) y Figura 5 (recogida de datos del proceso de interacción)

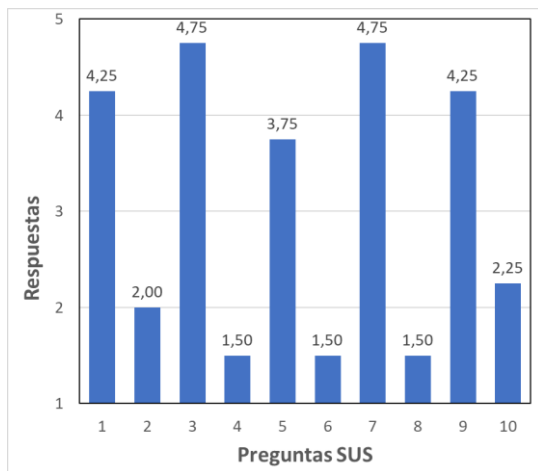


Figura 8: Resultados del test SUS

Durante el proceso de realización de la actividad, así como antes y después (pruebas de interfaces) se recogen los datos fisiológicos de los usuarios. En este primer análisis la relación de datos fisiológicos con emociones se realiza a través de la correlación de los datos de: emociones registradas por los usuarios (informadas por ellos –antes, durante y al acabar la actividad-) y los datos fisiológicos recogidos. Para observar cómo varían las emociones en el proceso de interacción presentamos en la Figura 9 diferentes estados por los que han pasado los usuarios en los procesos de prueba, donde los usuarios utilizan una aplicación interactiva, pero en la cual no hay todavía una adaptación.

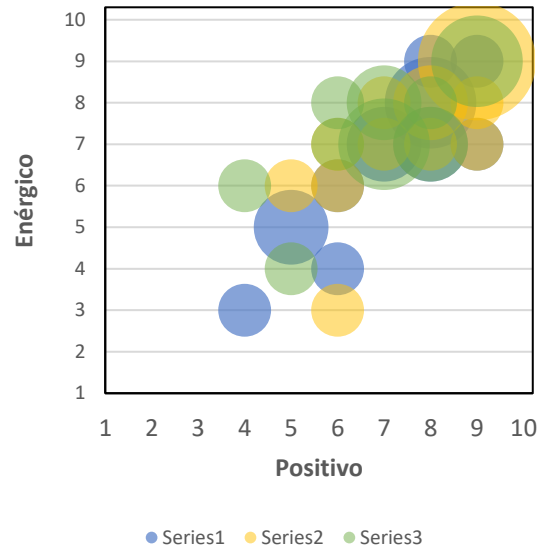


Figura 9: Estados de ánimo antes de realizar la actividad (Series1), mientras realizan la actividad (Series 2) y cuando terminan la actividad (Series 3).

A continuación (Figura 10) mostramos las medias de los valores de EDA y HRV recogidos por la pulsera fisiológica, mostrando su variación a lo largo del tiempo y durante el uso de la aplicación.

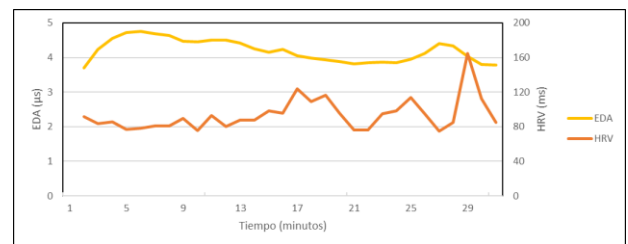


Figura 10: Valores medios de los parámetros EDA y HRV.

Finalmente, y como una primera aproximación se representa la relación de los valores emocionales con los parámetros fisiológicos recogidos, haciendo una diferenciación entre mujeres y hombres. En concreto en la Figura 11 mostramos el valor de HRV en relación con los estados emocionales. En la Figura 12 mostramos el valor EDA en relación con las emociones. Para la representación de la emoción se ha utilizado una escala (0-18) donde el valor 0 representa una emoción negativa y el valor 18 representa un valor positivo.

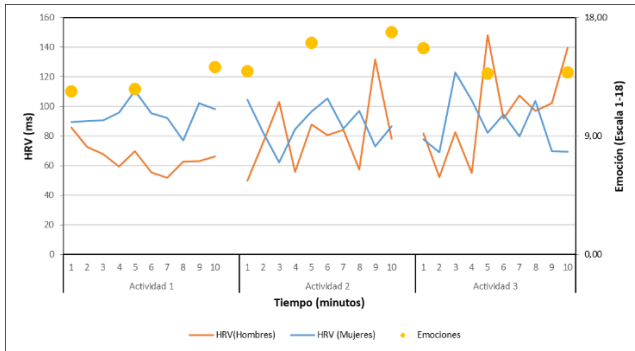


Figura 11: Estados HRV en relación con las emociones.

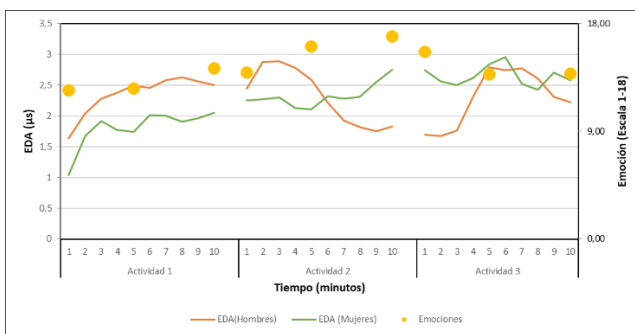


Figura 12: Estados EDA en relación con las emociones.

5. Conclusiones y trabajo futuro

Este trabajo se presenta una primera aproximación al diseño de un algoritmo basado en el análisis de emociones de los usuarios mayores que pretende analizar el proceso de interacción y adaptar las interfaces en función de las emociones de los

usuarios. El objetivo final pretende mejorar el proceso de interacción y la aceptación tecnológica por parte de estos 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 dependiendo de la frustración o estrés al que se vea sometido el mayor, no sólo por limitaciones físicas y/o cognitivas sino también por problemas de rechazo tecnológico o frustración adquirida en el proceso de interacción. En el presente artículo se presenta un algoritmo que permite analizar el estado del usuario y que permitirá en un futuro adaptar la actividad realizada y o modificar dicha actividad en caso de detectar emociones negativas en el usuario dependientes del proceso de interacción. Actualmente se está trabajando en el análisis de las señales fisiológicas y su relación con los estados emocionales del usuario. De esta forma, a continuación se pretende correlacionar datos fisiológicos con emociones en los usuarios y detectar factores emocionales negativos influyentes en el proceso de interacción, así como diseñar un sistema de adaptación del proceso que consiga como objetivo final mejorar el proceso de interacción del usuario.

Agradecimientos

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).

Referencias

- 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.
- Arch, A., & Abou-Zahra, S. (2010). Developing websites for older people: How web content accessibility guidelines (WCAG) 2.0 applies. *Web Accessibility Initiative*.
- Colomo-Palacios, R., Casado-Lumbreras, C., Soto-Acosta, P., & García-Crespo, Á. (2011). *Using the affect grid to measure emotions in software requirements engineering*.
- Deepika Mathuvanathi, 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.
- Dzedzickis, A., Kaklauskas, A., & Bucinskas, V. (2020). Human emotion recognition: Review of sensors and methods. *Sensors*, 20(3), 592.
- García-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.
- Gjoreski, M., Luštrek, M., Gams, M., & Gjoreski, H. (2017). Monitoring stress with a wrist device using context. *Journal of Biomedical Informatics*, 73, 159–170.
- Gong, P., Ma, H. T., & Wang, Y. (2016). Emotion recognition based on the multiple physiological signals. *2016 IEEE International Conference on Real-Time Computing and Robotics (RCAR)*, 140–143.
- Hossain, M. S., & Muhammad, G. (2017). *Emotion-aware connected healthcare big data towards 5G, IEEE Internet Things J.*(2017).
- Lacuesta, R., García, 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.

- 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.
- Lane, N. D., Mohammad, M., Lin, M., Yang, X., Lu, H., Ali, S., Doryab, A., Berke, E., Choudhury, T., & Campbell, A. (2011). Bewell: A smartphone application to monitor, model and promote wellbeing. *5th International ICST Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare*, 10.
- Mano, L. Y., Faiçal, B. S., Nakamura, L. H., Gomes, P. H., Libralon, G. L., Meneguete, R. I., Geraldo Filho, P. R., Giancristofaro, G. T., Pessin, G., & Krishnamachari, B. (2016). Exploiting IoT technologies for enhancing Health Smart Homes through patient identification and emotion recognition. *Computer Communications*, 89, 178–190.
- McDonagh, D., Bruseberg, A., & Haslam, C. (2002). Visual product evaluation: Exploring users' emotional relationships with products. *Applied Ergonomics*, 33(3), 231–240.
- McDonagh-Philp, D., & Lebbon, C. (2000). The emotional domain in product design. *The Design Journal*, 3(1), 31–43.
- Nahian, M., Ghosh, T., Uddin, M. N., Islam, M., Mahmud, M., & Kaiser, M. S. (2020). Towards artificial intelligence driven emotion aware fall monitoring framework suitable for elderly people with neurological disorder. *International Conference on Brain Informatics*, 275–286.
- Navarro-Alamán, J., Gilaberte, R. L., & Bagdasari, E. C. (2021). Una propuesta de caracterización inicial de mayores para el desarrollo de interfaces adaptativas. *Revista de la Asociación Interacción Persona Ordenador (AIPO)*, 2(2), Article 2.
- Pal, S., Mukhopadhyay, S., & Suryadevara, N. (2021). Development and Progress in Sensors and Technologies for Human Emotion Recognition. *Sensors*, 21(16), 5554.
- Park, B.-J., Jang, E.-H., Kim, S.-H., Chung, M.-A., & Sohn, J.-H. (2014). A Study on Autonomic Nervous System Responses and Feature Selection for Emotion Recognition. *Proceedings of the International Joint Conference on Biomedical Engineering Systems and Technologies-Volume 4*, 116–121.
- Puleston, J. (2011). Online research—game on!: A look at how gaming techniques can transform your online research. *Shifting the Boundaries of Research. Proceedings of the 6th ASC (Association for Survey Computing) International Conference*, 20–50.
- Sevil, M., Rashid, M., Hajizadeh, I., Askari, M. R., Hobbs, N., Brandt, R., Park, M., Quinn, L., & Cinar, A. (2021). Discrimination of simultaneous psychological and physical stressors using wristband biosignals. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 199, 105898.
- Turner, P., Turner, S., & Van de Walle, G. (2007). How older people account for their experiences with interactive technology. *Behaviour & Information Technology*, 26(4), 287–296.
- 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.
- Zhao, B., Wang, Z., Yu, Z., & Guo, B. (2018). EmotionSense: Emotion recognition based on wearable wristband. *2018 IEEE SmartWorld, Ubiquitous Intelligence & Computing, Advanced & Trusted Computing, Scalable Computing & Communications, Cloud & Big Data Computing, Internet of People and Smart City Innovation (SmartWorld/SCALCOM/UIC/ATC/CBDCOM/IOP/SCI)*, 346–355.