

## Actividad en el ámbito de la Interacción Persona-Ordenador de un equipo de trabajo integrado en el grupo de investigación MCFLAI

### Activity in the field of Human-Computer Interaction of a work team integrated in the MCFLAI research group

#### Santos Bringas

Departamento de Matemáticas,  
Estadística y Computación  
Universidad de Cantabria  
España  
santos.bringas@unican.es

#### Sergio Salomón

Departamento de Matemáticas,  
Estadística y Computación  
Universidad de Cantabria  
España  
sergio.salomon@alumnos.unican.es

#### Camilo Palazuelos

Departamento de Matemáticas,  
Estadística y Computación  
Universidad de Cantabria  
España  
camilo.palazuelos@unican.es

#### José Luis Montaña

Departamento de Matemáticas,  
Estadística y Computación  
Universidad de Cantabria  
España  
jose Luis.montana@unican.es

#### Rafael Duque

Departamento de Matemáticas,  
Estadística y Computación  
Universidad de Cantabria  
España  
rafael.duque@unican.es

Recibido: 10.10.2022 | Aceptado: 01.12.2022

#### Palabras Clave

Perfiles de usuario  
Calidad en uso  
u-health  
m- health

#### 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

#### Keywords

User profiles  
Quality-in-Use  
u-health  
m- health

#### Abstract

The activity in the field of Human-Computer Interaction of a work team integrated in the research group MCFLAI (Mathematics & Computation: Foundations, Learning, Artificial Intelligence) of the University of Cantabria is presented.

### 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.
- Sistemas de ayuda en entornos colaborativos.

## 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 (Salomón et al., 2019). Dentro del trabajo realizado en el marco de esta línea de investigación cabe destacar el desarrollo de un sistema software que procese repositorios de información de la actividad de usuarios de *apps* en entornos ubicuos y genere mediante técnicas de *Learning from Observation* (LFO) especificaciones en lenguaje natural de los perfiles de usuario de estas aplicaciones de tal forma que se obtenga una ventaja competitiva adaptando los servicios y las características de estas *apps* a las particularidades de los usuarios. El paradigma LFO estudia cómo las computadoras pueden aprender a realizar tareas complejas imitando la actuación de un agente humano o de cualquier otro tipo. Por tanto, se estima que estas técnicas pueden ser explotadas para generar modelos que representen la conducta de los usuarios de las *apps* con el objeto de extraer posteriormente información descriptiva de sus rasgos característicos.

El mencionado sistema software, en primer lugar, procesa un repositorio de log con información descriptiva de las interacciones explícitas e implícitas de los usuarios. A continuación, se extraen 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 propone utilizar 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 reproducen las interacciones explícitas que los usuarios secuencian en función del contexto en el que se encuentran, el cual estará determinado por sus interacciones implícitas. Por último, de estos autómatas con pesos se extraerán textos descriptivos en lenguaje natural que muestran las características de los diferentes perfiles de usuarios (qué servicios son los más utilizados por estos usuarios, cuáles son sus patrones de movilidad, etc.). Estas transformaciones de autómatas con pesos a textos descriptivos en lenguaje natural se realizan mediante un sistema experto basado en reglas. Se estima que la información descriptiva de estos perfiles de usuario permitirá 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

La interacción entre los usuarios y los sistemas informáticos se ha transformado en los últimos años debido a la proliferación de nuevos dispositivos y el surgimiento de nuevos paradigmas de interacción. Este es el caso de la Computación Ubicua y los sistemas sensibles al contexto, que plantean entornos en los que los servicios reaccionan a las condiciones del usuario para adaptarse a sus necesidades. Asimismo, estos desarrollos han dado lugar a la generación de grandes cantidades de datos que contienen información sobre la interacción del usuario, su actividad, tendencias y comportamiento. Estos datos pueden presentar información relevante sobre el uso de aplicaciones y la satisfacción del usuario respecto a la interacción con ellas. Así, el análisis de estas observaciones con las técnicas adecuadas podría permitir la estimación de la experiencia de usuario percibida según los patrones que exhibe: tareas que completa, acciones que evita, secuencias de acciones seguidas, tiempo que requiere para cumplir unos objetivos, etc.

En esta línea de investigación se estudia la evaluación semiautomática de la calidad de la interacción a partir de los datos de interacción exclusivamente. Este tipo de evaluación implica que sea posible prescindir de métodos donde el usuario tenga que participar activamente, mediante cuestionario o entrevistas, y se reduzca de coste y complejidad de evaluar la calidad de la interacción. Se considera el modelo de calidad en

uso software para valorar el efecto de la interacción con una aplicación y la adaptación de esta al contexto del usuario.

Así se ha construido un *framework* (Salomón et al., 2022) para estimar la calidad en uso que pueda ser integrado en la aplicación cuya interacción se desea evaluar. En este *framework* se emplean técnicas de la Minería de Datos como el análisis de conglomerados y los modelos probabilísticos de Markov, los cuales permiten obtener perfiles de usuario y patrones de comportamiento respectivamente. Finalmente, se calcula un conjunto de indicadores para estimar la calidad en uso a partir de estos modelos y son comparados con un hipotético caso ideal que establece el evaluador para valorar el resultado.

### 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 y el Instituto de Investigación Marqués de Valdecilla<sup>1</sup>. 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. La apraxia imitativa supone una dificultad para imitar movimientos o gestos sencillos, propuestos a través de una imagen o un vídeo. Hasta el momento, la evaluación de este tipo de apraxia se realiza por un neurólogo experto en ambiente clínico, el cual propone al paciente una serie de gestos, mostrados en una serie de imágenes, y el médico evalúa cuantitativamente la ejecución de los mismos. Esto supone una serie de desventajas que pueden resultar obvias: subjetividad del médico, diferencias entre ejecuciones similares o trabajo tedioso y repetitivo.

En este contexto se ha planteado una iniciativa investigadora encaminada a grabar los gestos de los pacientes mediante una cámara de video de un *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. Con esto se pretende dar una herramienta de ayuda al diagnóstico a los equipos de neurología encargados de detectar y evaluar la enfermedad del Alzheimer, pudiendo detectarse incluso en fases precoces.

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 (Bringas et al., 2020). Para ello se ha abordado la identificación de patrones de movilidad en pacientes con la enfermedad de Alzheimer usando los acelerómetros de los *Smartphone*. A través de los mismos se recogieron muestras de actividades diarias rutinarias (ninguna en específico) de pacientes diagnosticados con la enfermedad en distintas fases, teniendo una distribución de 7, 18 y 10 pacientes en las fases inicial, media y avanzada respectivamente.

Se propuso un sistema que, mediante una red neuronal, relaciona el estadio de la patología con estos patrones de movilidad, alcanzando una gran tasa de éxito con redes neuronales convolucionales de una dimensión. Sobre esta línea se ha seguido trabajando, haciendo una propuesta de sistema de aprendizaje continuo que, aprovechando el algoritmo A-GEM (Chaudhry et al., 2018), permite re-entrenar el sistema para mejorarlo progresivamente a medida que se obtienen datos, utilizando una pequeña cantidad de memoria para almacenar el modelo.

### 2.4 Sistemas de ayuda en entornos colaborativos

Esta línea de investigación tiene como objetivo desarrollar sistemas de apoyo a las decisiones para los usuarios de sistemas colaborativos. Lo que se pretende es ayudar a usuarios organizados en grupos a decidir qué acciones llevar a cabo en tiempo real para la consecución de una serie de tareas. En concreto, se tiene un especial interés en la aplicación de este sistema en el ámbito educativo donde, por ejemplo, grupos de alumnos que se enfrenten a la realización conjunta de tareas de programación se beneficien de las recomendaciones del sistema (si en los siguientes minutos deben dialogar entre ellos; si, por el contrario, deben enfocarse en refactorizar parte del código desarrollado; etc.).

Nuestros esfuerzos van encaminados al desarrollo integral de un sistema interpretable, cuyo requisito fundamental es que no solo indique a sus usuarios qué acciones llevar a cabo a continuación sino ofrecerles una explicación sucinta del porqué. Para ello, combinamos el uso de técnicas de inteligencia artificial explicable junto con modelos de aprendizaje automático probabilístico y de representación del conocimiento, en un intento de unificar enfoques y de proporcionar tanto a los usuarios del sistema como a los investigadores oportunidades de mejora continua de la solución.

La validación externa del sistema (la prueba de este con usuarios no vistos en la etapa de desarrollo), así como la experimentación con esquemas de aprendizaje continuo que lo mantengan en constante actualización (lo que conlleva pruebas que aseguren que también la mejora de las recomendaciones es continua), son dos de los retos a largo plazo de esta línea de

<sup>1</sup> <https://www.idival.org/>

investigación. Existe actualmente un trabajo preliminar en esta línea de investigación (Duque et al., 2015) en colaboración con

el grupo de investigación CHICO<sup>2</sup> de la Universidad de Castilla-La Mancha.

## Referencias

---

- Bringas, S., Salomón, S., Duque, R., Lage, C. & Montaña, J. L. (2020, septiembre). Alzheimer's Disease stage identification using deep learning models. *Journal of Biomedical Informatics*, 109, 103514. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2020.103514>
- Chaudhry, A., Ranzato, M. A., Rohrbach, M., & Elhoseiny, M. (2018). Efficient lifelong learning with a-gem. arXiv preprint arXiv:1812.00420
- Duque, R., Gómez-Pérez, D., Nieto-Reyes, A., Bravo, C. (2015). Analyzing collaboration and interaction in learning environments to form learner groups, 47, 42-49. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.07.012>
- Salomón, S., Duque, R., Montaña, J. L. & Tenés, L. (2019). Modeling Users Behavior in Groupware Applications. *Lecture Notes in Computer Science*, 11-21. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-30949-7\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-030-30949-7_2)
- Salomón, S., Duque, R., Montaña, J. L. & Tenés, L. (2022, 5 febrero). 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>

---

<sup>2</sup> <https://blog.uclm.es/grupochico/>