

Hacia un Framework de Adaptación Inteligente de Interfaces de Usuario*

Daniel Gaspar-Figueiredo^{1,2}, Silvia Abrahão¹, and Emilio Insfran¹

¹ IUMTI, Universitat Politècnica de València, España

² Instituto Tecnológico de Informática, Valencia, España

dagasfi@epsa.upv.es, sabrahao@dsic.upv.es, einsfran@dsic.upv.es

Resumen Tomar la decisión de adaptar el interfaz de usuario en un momento o circunstancia incorrecta puede producir errores o reducir la experiencia de usuario. Es muy importante elegir *qué* y *cuándo* aplicar las adaptaciones que más convienen de acuerdo al contexto y las necesidades del usuario. En un trabajo previo, hemos propuesto un framework genérico para guiar la adaptación inteligente de interfaces de usuario (IUs). En este trabajo se presenta un planteamiento inicial de la instanciación de este framework para abordar adaptaciones de IUs mediante el Aprendizaje por Refuerzo basado en modelos y el uso de datos fisiológicos de la experiencia de usuario, que hacen que el sistema pueda aprender de los errores y aciertos del pasado, para dotar de un cierto grado de inteligencia a la adaptación de los interfaces de usuario.

Keywords: Interfaces de Usuario Adaptativas · Aprendizaje Automático · Experiencia de Usuario · Datos Fisiológicos

1. Introducción

La adaptación de interfaces de usuario (IU) consiste en modificar la interfaz de un sistema software para satisfacer las necesidades, deseos o preferencias de un usuario en particular o de un grupo de usuarios. El objetivo de esta modificación de IU debería beneficiar al usuario final optimizando los factores que contribuyan a su experiencia, por ejemplo, aumentando la eficiencia, la eficacia, la satisfacción del usuario o mejorando factores como la calidad hedónica del sistema software. Para este fin, existen dos responsables de realizar la adaptación: el sistema o el usuario final. En la gran mayoría de enfoques, la responsabilidad recae totalmente sobre el sistema o sobre el usuario final, sin embargo, detectamos una carencia en enfoques mixtos, donde ambos colaboran para realizar la adaptación.

El desafío en este tipo de sistemas es sugerir la adaptación correcta en el momento correcto y en el lugar correcto para que sea valioso para el usuario final. En las últimas décadas, se han propuesto varios enfoques con los que abordar estos desafíos. Sin embargo, la mayoría de las aproximaciones existentes son dependientes de tecnología o han sido superadas por los avances técnicos recientes, por

* Daniel Gaspar-Figueiredo está financiado por la Generalitat Valenciana, a través de la subvención ACIF/2021/172, cofinanciada por la Unión Europea a través del FSE.

lo que no cubren la mayoría de necesidades de adaptación recientes ni permiten explorar alternativas de una manera estructurada. Entre estas propuestas, las aproximaciones de adaptación de IUs basadas en modelos son particularmente eficaces para representar las interfaces en un alto nivel de abstracción y soportar el análisis del espacio de adaptación [1]. Además, los avances actuales en técnicas basadas en Aprendizaje Automático (*Machine Learning*) permiten la derivación automática de conocimiento para proporcionar asistencia al usuario, por ejemplo, la provisión de información contextual adecuada mediante la selección de la mejor adaptación en cada momento.

En un trabajo reciente [1], hemos propuesto un framework conceptual para la adaptación inteligente de IUs basada en modelos con el objetivo de guiar la definición de estrategias de adaptación específicas que permitan elegir la mejor adaptación en cada momento para mejorar la experiencia de usuario (*User Experience* - UX). Este framework propone que el sistema aprenda de experiencias previas para mejorar la calidad de las adaptaciones. Se propone un conjunto de propiedades pero no se presenta una propuesta de adaptación concreta que las integre para guiar la adaptación en un determinado dominio. En este trabajo presentamos un planteamiento inicial sobre cómo este framework genérico puede ser instanciado para definir una estrategia de adaptación específica.

2. Instanciación del Framework de Adaptación

Esta propuesta se basa en principios de Sistemas Adaptativos y modelos predictivos de la Interacción Persona Ordenador. En particular, exploramos el uso de Aprendizaje por Refuerzo (*Reinforcement Learning*) basado en modelos, que ha sido recientemente propuesto para abordar problemáticas de adaptación de interfaces de usuario [2], enriquecido con el uso de datos fisiológicos de usuarios que permita medir la UX de forma objetiva. Esta técnica se ha seleccionado por su capacidad de aprender e inferir conocimiento sin la necesidad de disponer de datos iniciales de entrenamiento.

El método de Aprendizaje por Refuerzo basado en modelos planifica secuencias de adaptaciones y consulta modelos predictivos de la interacción de usuario para estimar sus efectos. Para determinar qué adaptación debe realizarse, es necesario definir una *función de utilidad*. En esta propuesta, las funciones de utilidad hacen uso de evidencia empírica así como datos del uso del IU y datos fisiológicos obtenidos mediante dispositivos de seguimiento ocular (ET), respuesta galvánica de la piel (GSR) y monitores de ondas cerebrales (EEG) para determinar *qué* adaptaciones mejoran la UX. Hemos definido el problema de adaptación de IU como un *problema de decisión secuencial estocástico*. A continuación ilustramos la instanciación del framework propuesto con un IU correspondiente a un sistema de navegación guiado. La Figura 1 muestra las cuatro partes del framework (contexto de uso, sistema software, adaptador inteligente de IU y fuentes externas) con sus componentes principales y sus interacciones:

- **Contexto de Uso:** El sistema software ayuda a la navegación de los usuarios, ofreciendo puntos de interés y rutas específicas usando un mapa de

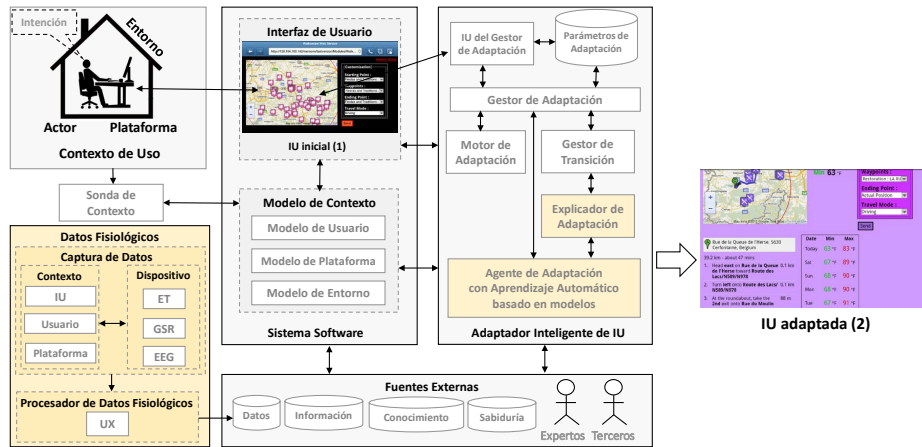


Figura 1. Instanciación del framework conceptual para la adaptación inteligente de interfaces de usuario [1]. Los componentes en amarillo representan nuestro foco actual.

navegación. La interfaz de usuario deberá ser distinta dependiendo del contexto. Por ejemplo, se debería adaptar la IU dependiendo de si el usuario está en un ambiente tranquilo y luminoso o en un ambiente más ajetreado y oscuro, con la finalidad de mejorar su experiencia y la usabilidad del sistema. En este caso, el software detecta un cambio de contexto y transforma desde la *IU inicial (1)* a la *IU adaptada (2)*.

- **Sistema Software:** El sistema software comprende la especificación del interfaz de usuario (modelo de tareas, modelo de interfaz abstracta, modelo de interfaz concreta) y la implementación final en una plataforma determinada.
- **Adaptador Inteligente de IU:** Detecta cambios en el contexto y toma la decisión de adaptar y realizar la adaptación. El *Agente de Adaptación* está siendo implementado con los algoritmos de Aprendizaje por Refuerzo basado en modelos. Este agente tendrá que gestionar múltiples acciones posibles para adaptar la IU (ej. cambiar el tema oscuro/claro, cambiar uno o varios elementos de la IU, no hacer nada, entre otros) para mejorar la UX del usuario. Cada acción producirá una recompensa o penalización sobre el agente dependiendo de si ha mejorado o no la UX. El Aprendizaje por Refuerzo basado en modelos nos permite obtener una estimación de las recompensas sin la necesidad de aplicar todas las acciones en todos los contextos. Un punto clave, que ha recibido mucha atención por la comunidad de Inteligencia Artificial, es la *explicabilidad* de los sistemas inteligentes. Mediante el uso de Aprendizaje por Refuerzo basado en modelos podemos cubrir esta necesidad reportando las recompensas y penalizaciones de las distintas alternativas de adaptación utilizadas. Concretamente, esto se llevará a cabo mediante el *Explicador de Adaptación* que explicará al usuario cómo, cuándo y porqué se realiza la adaptación.
- **Fuentes Externas:** El *Adaptador Inteligente de IU* hará uso de datos e información para tomar decisiones. Las fuentes externas incluyen datos em-

píricos de la interacción del usuario así como *Datos Fisiológicos* que se obtendrán con experimentos para construir una base de conocimiento inicial sobre la respuesta fisiológica del usuario durante la interacción con IUs. Estos datos fisiológicos se usarán como complemento a las recompensas y penalizaciones que alimentarán el modelo predictivo de Aprendizaje por Refuerzo. Para el ejemplo de IU de ayuda a la navegación, una fuente externa podría ser los perfiles de habilidades de usuarios obtenidos de las redes sociales.

Para realizar una buena adaptación, se debe conocer bien el contexto y la UX en cada momento. Para ello, los sistemas deben identificar a los usuarios, monitorizar las métricas de UX y tratar de maximizarla adaptando la IU. El framework soportará un enfoque mixto dependiendo del *grado de automatización de la adaptación* requerida, es decir, que la decisión de adaptar se realice mediante la colaboración del usuario con el sistema, que podrá ser ajustable ya que cada usuario puede tener preferencias distintas en cuanto al control sobre la adaptación y el sistema deberá aprender y ajustarse a estas preferencias.

3. Conclusiones y trabajo futuro

Se ha presentado un planteamiento inicial de instanciación de un framework de adaptación inteligente de interfaces de usuario que hace uso de Aprendizaje por Refuerzo basado en modelos para aprender tanto de los datos fisiológicos como del uso del software. Con el objetivo de obtener datos fisiológicos, hemos realizado dos experimentos usando un dispositivo EEG para comparar 20 tipos de menús adaptativos con respecto a cómo influyen cuatro métricas de UX (esfuerzo cognitivo, memorización, atracción e implicación). Estos estudios se han centrado en un tipo de elemento, por lo que más experimentos son necesarios para explorar otros tipos de elementos de IU y otras fuentes de datos fisiológicos.

Como trabajo futuro es necesario integrar los datos fisiológicos con datos obtenidos de la experiencia de usuario para construir una base de conocimiento inicial que de soporte a la toma de decisiones. Además, se deben definir y validar los algoritmos de aprendizaje automático para integrarlos en el sistema de toma de decisiones (*Agente de Adaptación*) que estamos construyendo, y construir prototipos de los demás componentes del Adaptador Inteligente de IU (*IU del Gestor de Adaptación, Gestor de Adaptación, Motor de Adaptación, Gestor de Transición y Explicador de Adaptación*).

Referencias

1. Abrahão, S., Insfran, E., Sluÿters, A., Vanderdonckt, J.: Model-based intelligent user interface adaptation: challenges and future directions. *Software and Systems Modeling* **20**(5), 1335–1349 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10270-021-00909-7>
2. Todi, K., Bailly, G., Leiva, L., Oulasvirta, A.: Adapting user interfaces with model-based reinforcement learning. In: CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. CHI '21, ACM, New York, NY, USA (2021)