

## Pagar desde el automóvil

Andrés Soler Valero<sup>1</sup>, Wilder E. Castellanos Hernández<sup>1</sup>, Julio Vivas Vivas<sup>1</sup>, José S. Solaz Sanahuja<sup>1</sup>, Elisa Signes i Perez<sup>1</sup>, Carlos Moliner Fernández<sup>2</sup>, Clara Solves Camallonga<sup>1</sup>, Rosa M. Porcar Seder<sup>1</sup>

<sup>1</sup> INSTITUTO DE BIOMECÁNICA (IBV)

<sup>2</sup> IMAUT

La evolución de las ciudades y en particular la lucha contra la contaminación y la saturación del tráfico, ha llevado en los últimos años a diseñar nuevos modelos de pago por uso que están siendo utilizados como herramientas para la puesta en marcha de nuevos modelos de movilidad. El proyecto “Pay-per-use SIM” propone una solución que permite la interacción en tiempo real de la infraestructura con el vehículo y especialmente con el usuario, para dar cabida a nuevos servicios como el aparcamiento inteligente o los peajes urbanos.

### Pay-per-use from the car

Cities evolution, and in particular the struggle against pollution and congestion, has led in recent years to develop new pay per use models. These models are using as tools for the implementation of new models of mobility. The “Pay-per-use SIM” project proposes a solution that enables real-time interaction between vehicle and infrastructure and, especially, with the user, in order to give space for new services such as smart parking or congestion charges.

## INTRODUCCIÓN

La flexibilidad es uno de los aspectos más importantes en la movilidad de los vehículos privados por las ciudades. Sin embargo, esta flexibilidad se ve afectada por la creciente congestión de las mismas, ya que los ciudadanos se sienten cada vez más dependientes de la disponibilidad de una plaza de aparcamiento o del nivel de tráfico, sin contar, además, con los problemas de ruido y contaminación.

En la actualidad, el continuo incremento del uso del vehículo privado está provocando el aumento de los atascos en ciudades, lo que limita la movilidad de las personas. Con el objetivo de racionalizar el uso del vehículo privado, algunas ciudades europeas como Londres, Estocolmo, Oslo o Milán han desarrollado con éxito ciertas estrategias, como es el caso de los peajes urbanos.

En este marco, los Centros Tecnológicos de la Comunidad Valenciana miembros de iMAUT (AIMME, AIMPLAS, IBV, ITE e ITI) han iniciado en 2012 el proyecto “Pay-Per-Use for a Sustainable Intelligent Mobility” (PPU-SIM), que tiene como objetivo incorporar las funcionalidades necesarias para realizar desde el propio vehículo el pago de servicios relacionados con la movilidad.

El proyecto tiene como misión facilitar la implementación de medidas para fomentar el uso de ciertos sistemas de transporte –el más adecuado en cada circunstancia–, la regulación de accesos a determinadas áreas o la gestión de ciertos pagos de servicios, como el caso de la recarga del vehículo eléctrico, de los peajes o de las zonas de estacionamientos regulado. De esta manera se pretende responder a las nuevas necesidades generadas por las políticas de movilidad sostenible.

El proyecto tiene una duración de dos años y, dentro del consorcio, el Instituto de Biomecánica (IBV) participa en la realización de las soluciones de comunicación del vehículo con la infraestructura, así como en el desarrollo y validación de la interfaz de comunicación con el conductor.

## DESARROLLO

La actividad llevada a cabo durante el periodo ejecutado del proyecto se ha centrado en tres áreas: la definición del modelo de referencia y de los escenarios de uso, el desarrollo de la interfaz del HMI (interfaz persona-máquina) y la validación en simulador de conducción.

>

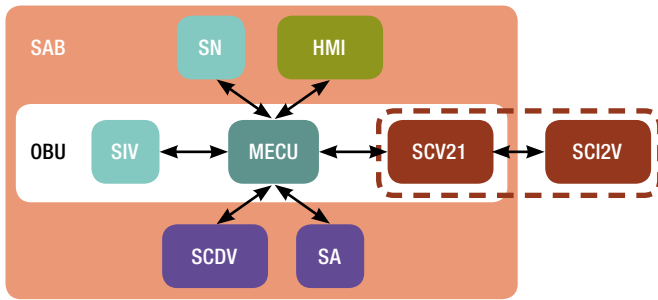


Figura 1. Esquema de elementos de interacción Vehículo-Infraestructura (SAB: Sistema de A Bordo; SN: Sistema navegación, HMI: Interfaz Hombre Máquina; SCDV: Sistema de captación de datos en vehículo; OBU: Unidad de A Bordo, SIV: Sistema identificación; MECU: Unidad de control electrónica principal; SCV21: Sistema comunicaciones en el vehículo para comunicarse con la infraestructura; SCI2V: Sistema comunicaciones en la infraestructura para comunicarse con el vehículo).

### Modelo de referencia

En primer lugar, se ha realizado un **análisis de los modelos de uso de infraestructura** que pueden aplicarse al entorno urbano para un automóvil, haciendo especial hincapié en los servicios de pago asociados por uso de infraestructura. En esta tarea se han determinado cuáles son los requisitos genéricos de la Plataforma ITS (*Intelligent Transport System*)

identificando los distintos agentes, entidades y datos a considerar, estudiando su ámbito de actuación, dependencias e interacciones, así como sus posibles deficiencias (Figura 1).

Con el modelo de referencia ya establecido, se han planteado diferentes **escenarios de uso con los servicios a ofrecer** a través del HMI del vehículo (Figura 2):

**a. Entrada en zona urbana.** Consta de un servicio online que permitirá el pago de un peaje urbano y habilitará el acceso del usuario a una zona urbana, también denominada zona de congestión. La tasa a pagar por el usuario podrá ser variable de acuerdo a la hora del día, tipo de vehículo (según su tamaño y/o consumo energético) y número de ocupantes. Un requisito indispensable en el funcionamiento de este servicio es que la aplicación sea informada, por medio de un servicio complementario, de la proximidad a la zona de congestión. Dicho servicio complementario debe estar constantemente en comunicación con la infraestructura para detectar la presencia del vehículo.

**b. Asistencia en el aparcamiento.** Incluye un servicio *online* que proveerá información en tiempo real sobre la disponibilidad de plazas libres en aparcamientos, así como en zonas de estacionamiento regulado, que tengan además terminales de recarga para vehículos eléctricos. La aplicación desarrollada ofrecerá los medios necesarios para reservar y pagar la tarifa correspondiente.

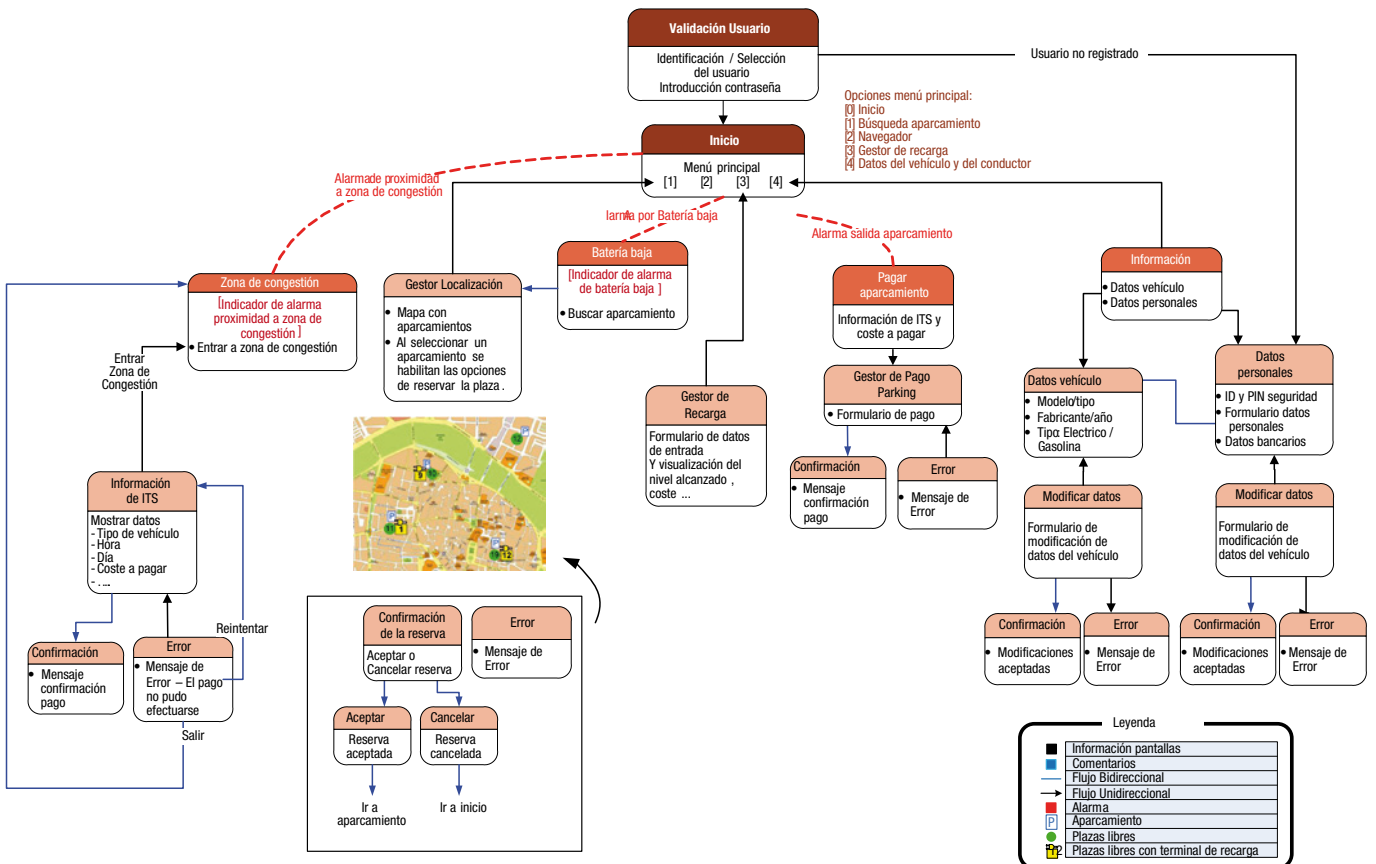


Figura 2. Esquema de los escenarios (zona congestión, aparcamiento y recarga vehículo eléctrico/híbrido).

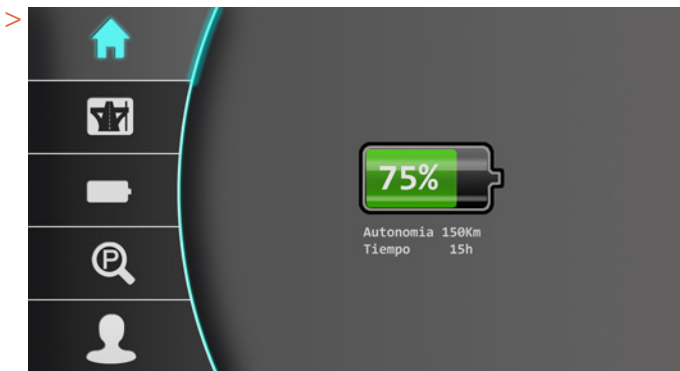
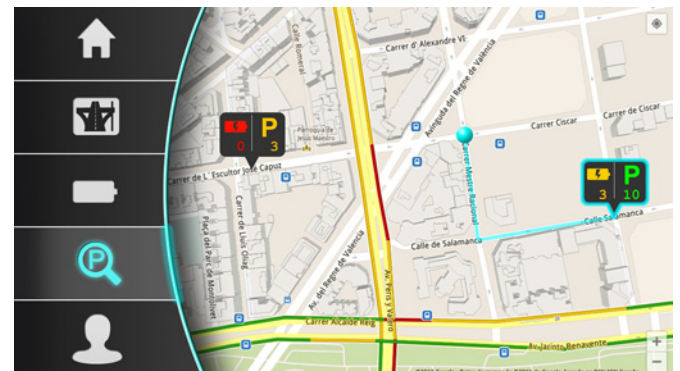


Figura 3. Información de plazas disponibles en aparcamientos (con/sin terminal de recarga).



### Desarrollo de la interfaz

Esta actividad se ha iniciado con la recopilación de investigaciones relevantes sobre los sistemas HMI y su aplicación en los medios de transporte (nuevos servicios y mejoras de seguridad), realizando una búsqueda de los dispositivos actuales y una revisión de la normativa aplicable a su desarrollo y utilización en vehículos.

Una vez definidos los escenarios de uso se ha procedido al análisis híbrido de tareas cognitivas (HCTA) para extraer de forma estructurada la información que debe proporcionar la interfaz, obtener los diagramas de flujo y establecer los requisitos de información. Además, se ha tomado como guía para el diseño del HMI la declaración de principios europea sobre HMI (*European Statement of Principles on Human Machine Interface for In-Vehicle Information and Communication Systems, ESOP*). En ella, se ha prestado especial atención al diseño, presentación de la información, interacción con visualizadores y controles, comportamiento e información del sistema.

Como resultado, se ha definido la interacción entre las diferentes pantallas del sistema a través de una matriz de estados que muestra las transiciones de todos los elementos de la interfaz y se ha realizado la programación y el diseño de las pantallas del HMI (Figura 3).

### Validación

Tras la obtención del primer prototipo, se ha procedido a validar en un simulador de conducción los servicios implementados. Los objetivos de esta validación han sido:

- Medir la interferencia de la interfaz HMI sobre la conducción (medidas de control del vehículo y distracción visual) de aquellas tareas que está previsto realizar con el vehículo en marcha.
- Validar que las interferencias entre conducción y uso del HMI están dentro de unos umbrales de seguridad.

-- Detectar aspectos a mejorar en el diseño del sistema, desde el punto de vista de la usabilidad.

Para valorar la interfaz se ha empleado el método del Lane Change Test (LCT) descrito por la norma ISO 26022. Este método permite medir cuantitativamente la degradación en la tarea primaria de conducción mientras se está ejecutando una tarea secundaria, por ejemplo, la búsqueda de aparcamiento. El análisis se basa en comparar la desviación de la trayectoria entre el recorrido del usuario y un modelo teórico predefinido (Figura 4).

El análisis seguido durante la validación se resume en la figura 5, con dos zonas claramente diferenciadas: por un lado, un análisis objetivo a partir de las variables registradas (ejecución de

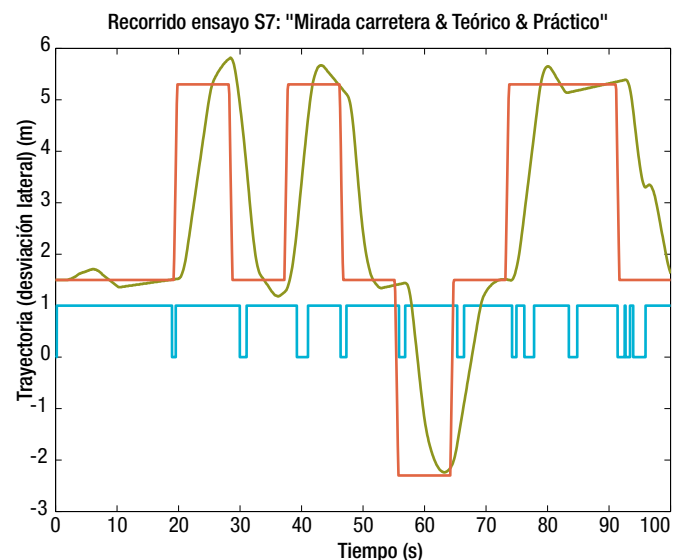


Figura 4. Comparación de la trayectoria del vehículo (línea verde) con el recorrido teórico (línea roja) indicando en azul los instantes en que mira a la carretera (1: Mira a la carretera, 0: No mira a la carretera).



Figura 5. Análisis de la calidad de la conducción.

la tarea, conducción realizada con el vehículo y seguimiento de la mirada) y, por otro lado, un análisis subjetivo a partir de los cuestionarios cumplimentados (facilidad de uso, nivel de distracción, carga mental).

## CONCLUSIONES

Como resultado se ha obtenido un primer prototipo con el que interactuar con la infraestructura y realizar las primeras validaciones de usabilidad. Estas pruebas están permitiendo identificar las tareas críticas y los aspectos a mejorar en el diseño para reducir la distracción del conductor y simplificar la forma de interactuar con el HMI.



Figura 6. Validación con usuarios.

## AGRADECIMIENTOS

El proyecto Pay-Per-Use SIM está cofinanciado, dentro del programa de Unidades Estratégicas de Cooperación, por el Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial (IVACE) y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), dentro del Programa Operativo FEDER de la Comunidad Valenciana 2007-2013.

