

Proyecto SAFEBUS

Sistemas avanzados de seguridad en autobuses

El pasado mes de marzo finalizó el proyecto SAFEBUS con la presentación de la justificación técnica de la anualidad 2013, tras las auditorias pertinentes llevadas a cabo en cada una de las empresas participantes en el proyecto.

Ana L. Olona

El proyecto SAFEBUS ha tenido como objetivo el desarrollo de sistemas avanzados de seguridad integral en autobuses, tanto activos como pasivos, que ofrezcan a los usuarios una mayor seguridad y comodidad en sus desplazamientos. Con el desarrollo de estos nuevos sistemas se pretende reducir la frecuencia y gravedad de los accidentes ocurridos en relación con los autobuses (accidentes y lesiones asociadas a las caídas de los pasajeros que viajan de pie, así como los atropellos producidos en las zonas de subida y bajada de los viajeros) a través de soluciones tecnológicamente avanzadas y ergonómicas que puedan integrarse en autobuses urbanos. Pretendiendo cubrir de este modo el hueco existente en el mercado, ofreciendo un sistema integral más seguro.

Su objetivo secundario ha sido reducir los costes sociales derivados del tratamiento y rehabilitación de las lesiones y atropellos, mejorando igualmente el confort y percepción de seguridad en el transporte en autobús. Por último, con la realización de este proyecto se ha pretendido reforzar la competitividad global de la industria española de autobuses, a través de la integración de nuevas medidas de seguridad.

El proyecto SAFEBUS ha reunido un consorcio de cinco empresas: Centro Zaragoza, Castrosua, Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV), Cognitive Robots y la Universidad Politécnica de Valencia, en el que participan expertos técnicos, ergonómicos y de diseño industrial.

Análisis de la problemática y estudio observacional

Como base al desarrollo de los sistemas de seguridad, en las primeras fases del proyecto se realizó un análisis de la problemática, detectando las necesidades a cubrir mediante la inclusión de nuevos sistemas de seguridad en futuros vehículos.





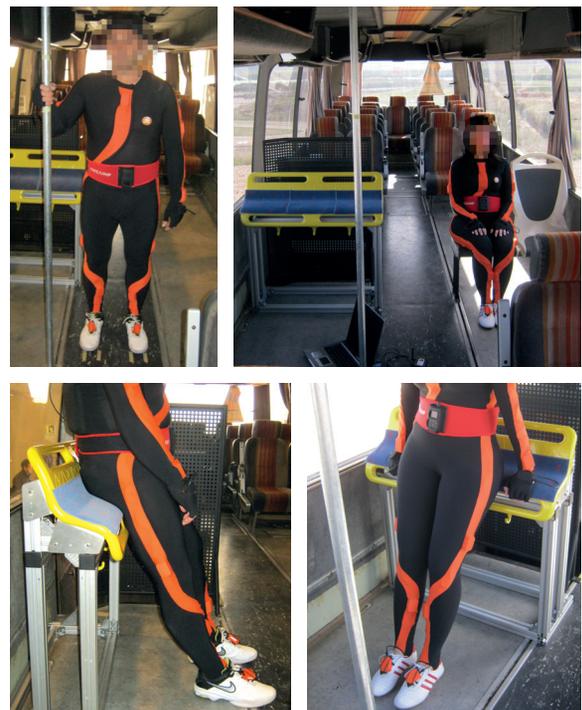
Se llevaron a cabo dos estudios observacionales sobre una muestra representativa de las líneas de autobús (interior, casco antiguo, radial, circular) en la ciudades de Valencia (autobuses de la EMT) y Zaragoza (autobuses TUZSA). En ellos se anotaron las incidencias que tuvieron los pasajeros en el uso del autobús, documentándolas para caracterizarlas y relacionar posteriormente estas incidencias con los diferentes elementos del diseños del autobús. Además en el estudio llevado a cabo en Zaragoza se instaló en los autobuses de cada línea un acelerómetro con el que se midieron aceleraciones longitudinales y transversales del vehículo permitiendo identificar aquellos instantes en los que el usuario podría ser susceptible de caerse (umbral de aceleración 0,15 g) y relacionarlos con los incidentes que pudieran ocurrir en el autobús.

Tras la realización del estudio se observó que la frecuencia de incidentes en la red metropolitana de autobuses de Zaragoza, al igual que en la de Valencia, fue muy baja y los incidentes registrados, tanto en el interior como en el exterior, fueron muy leves.

Desarrollo de simulador y validación de sistemas

Mediante el proyecto SAFEBUS se podrá dotar a los autobuses de sistemas de asistencia a la conducción, adaptando conceptos ya existentes a la problemática específica de este transporte colectivo.

No solo se tendrán en cuenta asistentes para una conducción segura como son los reguladores de velocidad, la distancia de seguridad, el seguimiento de carril, etc., sino que se prestará atención a momentos especialmente críticos en el servicio, como es la subida y bajada de pasajeros. Para ello se ha construido un simulador para el sistema de conducción asistida,



Seguridad vial Proyecto SAFEBUS

en el que se han incluido todos los elementos y dispositivos que se han ido desarrollando en el proyecto. El simulador ha servido para testear los sistemas desarrollados e integrarlos correctamente.

Por otra parte, en cuanto a los sistemas de seguridad encaminados a aumentar la seguridad interior en los autobuses, se han desarrollado nuevos diseños de interiores más seguros. Para ello en base al desarrollo de modelos biomecánicos en etapas anteriores del proyecto, se ha modelado y simulado el comportamiento de los usuarios en distintas situaciones críticas en las que se producen mayoritariamente los accidentes, con el fin de determinar parámetros críticos en cuanto a seguridad.

A partir de las propuestas conceptuales y las simulaciones realizadas, el IBV desarrollo un prototipo de asiento con apoyos isquiáticos como potencial sustituto de butacas o barras horizontales en el autobús que mantengan el confort del viajero y aumente el espacio libre en su interior facilitando el paso de los viajeros y las zonas de sujeción.



Asiento semisitting desarrollado por IBV.

El siguiente paso fue evaluar la pérdida de equilibrio a la que están sometidos los usuarios en distintas posiciones (de pie, sentado, semisentado, sujeto a una barra vertical/horizontal, etc.) ante una arrancada, una frenada y un paso por curva. Las pruebas se realizaron con un vehículo real acondicionado para las mismas. En primer lugar se fijó el recorrido para la realización de los ensayos y en segundo lugar se realizaron las modificaciones sobre un autocar interurbano y se habilitó un espacio para realizar las pruebas.

De esta forma el autocar se encontraba preparado para ensayar las diferentes configuraciones analizadas con MADYMO durante actividades anteriores: posición sentada, de pie con agarre vertical, de pie con agarre en barra horizontal, posición semisentada lateral (agarrándose con las manos y sin

agarrarse), semisentada frontal (agarrándose con las manos y sin agarrarse) y de pie sin sujeción.

Los equipos colocados en el vehículo permitieron obtener las aceleraciones en los tres ejes, la velocidad y su posición en cada instante, mientras que los equipos colocados en el usuario permitieron calcular para cada uno de los segmentos corporales de interés (occipital, tronco y pelvis) las aceleraciones en los tres ejes, el desplazamientos en los tres ejes, y los rangos de aceleración. Las grabaciones de vídeo permitieron analizar cualitativamente el comportamiento del usuario en las diferentes configuraciones.

El análisis de resultados se centró en estudiar la posición del centro de masas del usuario en función de las aceleraciones del vehículo en cada una de las configuraciones estudiadas, se observa que respecto al eje longitudinal del vehículo la configuración menos estable es la del usuario de pie, sin ningún tipo de agarre. Cuando el pasajero está sentado en la butaca es la configuración más estable de todas, independientemente de las características físicas del usuario (hombre/mujer; peso; estatura; fuerza).

Entre las tres posturas que adopta el usuario de pie (suelto, sujeto a barra horizontal y sujeto a barra vertical) la más estable es la configuración del usuario sujeto a barra vertical.

En el caso de las configuraciones del asiento semisentado en posición frontal hay una mayor variabilidad entre sujetos, siendo la configuración del asiento en posición lateral menos estable que la frontal, ya que el usuario en esta posición es más vulnerable a las aceleraciones longitudinales del vehículo.

Como conclusión, el prototipo de asiento semisentado desarrollado en las actividades anteriores, presenta una configuración que es más sensible a las características del usuario que otras, como por ejemplo la butaca. Además, dentro de las dos configuraciones del asiento semisentado, es preferible la posición "frontal" frente a la "lateral" ya que el usuario es menos vulnerable a las aceleraciones longitudinales del vehículo, que son las que alcanzan un valor más alto durante la conducción.

Estos estudios, junto al análisis de la accidentología y simulación del comportamiento de los pasajeros en los vehículos actuales, ha permitido diseñar nuevos interiores más seguros, no solo teniendo en cuenta accidentes de naturaleza grave, sino también aquellos que, aunque menos graves, se producen con mayor frecuencia, como son las caídas y los golpes.

Seguridad vial Proyecto SAFEBUS

Finalmente, una vez definidos los sistemas de seguridad, éstos se han implantado en demostradores en la última etapa del proyecto con el objeto de validarlos en entornos reales.



Integración de sistemas y demostración

En primer lugar se realizaron grabaciones en carretera para su posterior análisis y procesado con el objeto de mejorar el sistema de visión por computador de la Universidad Politécnica de Valencia. Estas grabaciones fueron realizadas con cámaras de vídeo integradas en el autobús que sirve como plataforma para el demostrador.

Para ello se posicionaron las cámaras y se orientaron de forma que cubrieran las zonas definidas para el buen funcionamiento del sistema.

Una vez colocadas las cámaras se calibraron y se realizó una prueba con el autobús demostrador describiendo un trayecto de una línea de autobuses de Santiago de Compostela.

Posteriormente se integraron en el autobús los equipos de oposición al giro de dirección y de tope del pedal acelerador. Una vez instalados se comprobó la funcionalidad del sistema y la correcta ejecución del montaje.

También se colocó una pantalla de interfaz que muestra las imágenes de las cámaras implementadas, y el asiento semisitting desarrollado.

Aunque en la idea inicial del proyecto no se contemplaba la posibilidad de actuar sobre el freno del autobús, en un esfuerzo de hacer el sistema más completo y más funcional se consideró útil el incorporar un freno automático, de manera que a muy bajas velocidades, lo que podría ser una salida desde una parada, el autobús frena automáticamente si detecta

un peatón cerca del autobús que pudiera ser atropellado debido a la dirección del vehículo, y en el caso de detectar a la persona antes de arrancar, ni siquiera arrancaría. A este freno se le ha llamado freno de emergencia.

Conclusión y resultados

Los objetivos del proyecto se han alcanzado satisfactoriamente:

En el caso de que las **cámaras** detecten a un peatón en las proximidades del autobús, el sistema desarrollado **bloquea el pedal del acelerador** y emite una señal acústica para avisar al conductor.

El sistema desarrollado es capaz de detectar un atropello inminente en la arrancada y detener el autobús de manera autónoma para evitarlo, además **endurece la dirección del vehículo** para evitar el giro. Se dispone de una pantalla de interfaz que muestra la imagen de las seis cámaras implementadas y marca la zona donde se detecta a una persona.

Este sistema sin resultar un sistema muy invasivo para el conductor o para el propio vehículo, resulta muy eficaz a la hora de evitar atropello, siendo fácilmente comercializable debido al bajo coste de sus componentes.

Se ha desarrollado un **prototipo de asiento semisentado** que es más sensible a las características del usuario que otro tipo de asiento, como son las actuales butacas. Por otro lado, también se ha comprobado que situar el asiento semisentado en posición frontal resulta mas seguro para el usuario que en posición lateral, puesto que el usuario es menos vulnerable a las aceleraciones longitudinales del vehículo.

Uno de los aspectos más destacables de este proyecto es el buen resultado en cuanto a detección de personas, obteniendo una precisión elevada en un proyecto relativamente corto. ©

Mediante el sistema desarrollado en el proyecto SAFEBUS se consigue una mejora en la seguridad activa sin resultar un sistema muy invasivo para el conductor o para el propio vehículo. El sistema también resulta comercialmente viable debido al bajo coste de sus componentes.



Agradecimientos a las empresas EMT Valencia y TUZSA por su colaboración en el estudio observacional.

Proyecto cofinanciado por el Ministerio de Economía y Competitividad a través del programa Innpacto 2011, dentro de la línea instrumental de articulación e internacionalización del sistema, enmarcada en el Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2008-2011, y por la Unión Europea a través de los fondos Feder.