

# PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN 2015

## MEMORIA DEL PROYECTO Nº 19

### 1. DATOS DEL PROYECTO

**Título: Incorporación de dispositivos de realidad aumentada para un servicio de conducción eficiente con asistencia abordo.**

**Investigador responsable:** Xabiel García Pañeda

**Tfno:** 985 18 23 77

**E-mail:** xabiel@uniovi.es

**Otros investigadores:** Roberto García Fernández, David Melendi Palacio

**Empresas o instituciones colaboradoras:**

- ADN Mobile Solutions (Gijón/Xixón). La empresa ha mostrado su interés por el resultado final del proyecto. Actualmente, están estudiando la posible incorporación del sistema a su tecnología CATED.

### 2. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO

#### **2.1 Resumen ejecutivo**

Actualmente, la empresa ADN Mobile Solutions cuenta con una tecnología denominada CATED que permite llevar a cabo recomendaciones en tiempo real con el fin de mejorar la eficiencia en la conducción de vehículos. El sistema de visualización de dichas recomendaciones embarcado en el vehículo, utiliza una pantalla convencional de pequeñas dimensiones, donde se muestran las alarmas durante el proceso de conducción. Dichas alarmas tienen como objetivo informar a los conductores de las acciones ineficientes que realizan, en base a parámetros tales como el consumo de combustible o las revoluciones por minuto del motor.

En lo que se refiere a la visualización de información a bordo del vehículo existe, desde hace tiempo, una investigación muy activa para aplicar técnicas de realidad aumentada siguiendo las ideas desarrolladas para la aviación de combate. Entre las ventajas de este tipo de dispositivos podemos citar el hecho de que no es necesario dejar de mirar a la carretera para consultar la información que se muestra, con la consiguiente mejora en lo referente a la seguridad vial.

A partir de los conceptos anteriores, en este proyecto se realiza de forma íntegra la evaluación de la viabilidad de emplear un dispositivo de realidad aumentada como interfaz a un sistema de conducción eficiente con asistencia a bordo. Este planteamiento supone una serie de cuestiones que aún no han sido resueltas actualmente en el mercado, y en las que diversas empresas tienen especial interés. Gracias a la conjunción de la tecnología CATED de la empresa ADN y los sistemas de realidad aumentada, los conductores podrán disponer de información relativa a la conducción en su campo de visión.

En el proyecto se analizó la capacidad de un dispositivo de realidad aumentada (en concreto se empleó el dispositivo denominado *recpop*<sup>1</sup>, en detrimento del dispositivo planteado inicialmente (Navdy<sup>2</sup>) debido a que su lanzamiento se ha retrasado por problemas fabricación), para presentar la información necesaria durante la conducción. Dicho análisis fue realizado tanto desde el punto de vista computacional, como desde el punto de vista de mejora de la visualización. Para ello, se adaptó la aplicación de asistencia a bordo para utilizar el dispositivo de realidad aumentada como interfaz con el conductor. Se realizaron pruebas de carga de trabajo y estudios con conductores para observar su impacto durante la conducción (usabilidad). Una vez realizada la evaluación, se analizó si los resultados eran mejores que mediante la utilización una pantalla convencional, tanto a nivel tecnológico como a nivel de experiencia de usuario. Además, existe la opción de compatibilizar el uso del sistema de conducción eficiente con un navegador GPS, siendo necesario también su análisis de viabilidad, por ello se plantearon diferentes evaluaciones con distintos tipos de navegación para comprobar si efectivamente se llevaba a cabo una buena adaptación de la interfaz a este nuevo sistema de visualización de información.

Uno de los objetivos principales del proyecto era mejorar la tecnología CATED que la empresa ADN Mobile Solutions, conjuntamente con diversos grupos de investigación del Instituto, desarrolla desde hace años, y que actualmente se encuentra en servicio en diversas empresas como EMTUSA, EMULSA y ALSA entre otras. En este sentido, el resultado de los análisis fue positivo y actualmente ADN Mobile Solutions está muy interesada en la incorporación de sistemas de realidad aumentada en sus flotas de vehículos estudiando el modo de implantación completo de esta nueva tecnología. A la vista de los resultados, al incorporar un interfaz de sistema de recomendación abordo mejoramos la interacción sistema-conductor convirtiéndose en un sistema pionero en su campo.

## **2.2 Objetivos iniciales del proyecto y grado de consecución**

Los principales objetivos y el grado de consecución de cada uno de ellos son:

1. Adaptación de la aplicación de asistencia a bordo para presentarse en el dispositivo de realidad aumentada.

El objetivo ha sido cubierto adaptando la interfaz inicial de las distintas aplicaciones presentadas en este tipo de sistemas. Se ha conseguido una adecuación aceptable de la visualización en dispositivos de realidad aumentada mediante la modificación de dos parámetros fundamentales dentro de la interfaz de usuario: El color y la transparencia de las aplicaciones. También se ha efectuado un re-diseño de la colocación de ciertos elementos gráficos de las mismas para que no dificulten la visión sobre la carretera.

2. Evaluación del funcionamiento desde el punto de vista de la carga computacional y la usabilidad.

En este caso, se estudió, por un lado, la carga computacional que soportaban los dispositivos sin encontrar dificultades técnicas en este sentido. Por otro, la evaluación de la usabilidad que tenía en entornos vehiculares reales cuando era presentado a los usuarios, por lo que el objetivo quedó cubierto.

---

<sup>1</sup> [www.road-eyes.com/en/products/recpop/](http://www.road-eyes.com/en/products/recpop/)

<sup>2</sup> [www.navdy.com](http://www.navdy.com)

### 3. Análisis de la mejora sobre la asistencia mediante pantalla convencional.

Para el cumplimiento de este objetivo se valoró la posibilidad de incluir junto con el dispositivo de realidad aumentada, otro dispositivo con pantalla convencional o (HDD Head-Down Display) valorando la mejora que suponía el uso de nuevos sistemas de visionado con los usuarios participantes.

### 4. Análisis de la viabilidad de la convivencia en el mismo dispositivo con navegadores GPS.

Se llevaron a cabo pruebas de campo referentes a la navegación GPS con dispositivos de realidad aumentada (o tipo HUD (Head-Up Display)). Se mostraron al usuario 2 interfaces para realizar una comparativa de presentaciones y poder comprobar la idoneidad de cada uno de ellos dentro del entorno vehicular real.

## 2.3 Tareas realizadas

Para llevar a cabo el proyecto se han diseñado diversas fases con las que se pretende conseguir el cumplimiento de los objetivos planteados. Hemos intentado siempre conseguir con el objetivo principal de realizar una evaluación de la usabilidad y carga computacional del sistema, así como observar el nivel de la aceptación de esta nueva tecnología por parte del usuario/conductor, ya que será el beneficiario final de esta investigación.

Para las partes en las que el conductor debía participar en el proceso de evaluación, se diseñó una encuesta con diferentes bloques que abarcaban todos los objetivos específicos planteados. Los bloques eran los concernientes a cada uno de los apartados que se quería evaluar, quedando: Bloque 1: Manejo de Datos de Conducción Eficiente Mediante Dispositivos HUD, Bloque 2: Comparativa entre Pantalla Convencional vs HUD (Head-Up Display), Bloque 3: Incorporación de Navegación GPS en Dispositivos HUD y Bloque 4: Futura Interacción con el Dispositivo (Ver Anexo A para más información sobre la encuesta).

A continuación se describen las tareas realizadas en cada una de las fases:

## Pruebas de Adaptación de Interfaz

### Tareas Realizadas:

- Prueba de Color y Transparencia: Se realizaron diversas pruebas en referencia al color de la aplicación para comprobar cuál era el más adecuado para este tipo de dispositivos. La principal conclusión que obtuvimos fue la elección de colores oscuros frente a colores claros. Debido a la emisión de luz de un color claro, reducimos considerablemente la visibilidad a través del dispositivo por lo que, con colores oscuros el conductor tendrá mejor visualización de la carretera (viendo en todo momento la aplicación y obteniendo una mayor seguridad).
- Mejora del color de alarma: Se realizaron pruebas y suavizado de los colores de alarma Verde, Rojo y Amarillo para una mejor visualización en el momento de la integración del dispositivo en el vehículo.
- Prueba prototipo de video y sonido: Se hicieron pruebas en un entorno controlado con diferentes tipos de elementos multimedia. Se utilizó visualización de mapas de Google (colores claros) y visualización de diferentes vídeos (con audio) comprobando que son

visualizaciones ineficientes debido a que hay mucho movimiento y cambios tanto visuales como auditivos, produciendo una distracción considerable por parte del conductor.

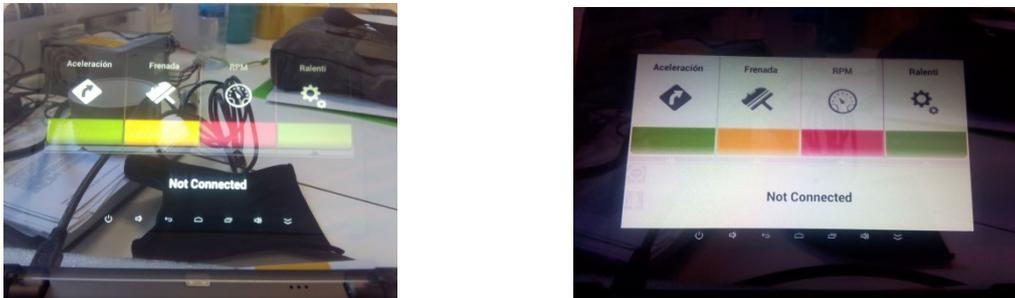


Figura 1. Aplicación Colores Oscuros vs Aplicación Colores Claros

Como vemos en la Figura 1, los colores claros emiten mucha luz, lo que puede ser perjudicial para el conductor al no ver con total claridad lo que hay detrás de la pantalla. Vemos cómo en la imagen de la izquierda (fondo de aplicación oscuro) se ve con mucha más claridad lo que hay detrás de la pantalla que en la imagen de la derecha, por lo que el dispositivo con la aplicación para la conducción eficiente se hace más usable para el conductor con tonalidades oscuras de color y con la transparencia adecuada.



Figura 2. Prueba de Laboratorio con Video

En la Figura 2 podemos ver la prueba de visualización de elementos multimedia (video) en una prueba inicial de laboratorio para comprobar si efectivamente se produce una gran distracción cuando una aplicación, o simplemente una visualización sobre el dispositivo, es altamente dinámica.

### Estudio de Carga Computacional

Al tener que evaluar la carga que soporta el sistema debemos atender a dos dispositivos. Por un lado, el encargado de realizar el procesamiento de información; el teléfono móvil, y por otro lado, el encargado de realizar el proceso de visualización de la información; dispositivo *recpop*. Este último no tiene una carga computacional elevada porque solo tiene que mostrar la aplicación que desde el móvil se envía. Debido a ello, se hará el estudio de carga computacional en referencia al teléfono móvil.

En la Tabla 1, se muestra la carga en cuanto al uso de memoria RAM y porcentaje de carga de trabajo medio de CPU de cada una de las aplicaciones ejecutadas en el teléfono móvil, incluyendo la carga propia del dispositivo sin ejecutar ninguna aplicación auxiliar, que aproximadamente es de un 15%. Hay que tener en cuenta que el dispositivo cuenta con un

procesador Quad Core Cortex A7 corriendo a 1.3 GHz y una Memoria RAM de 1GB, lo que debería ser suficiente para que el sistema funcione correctamente.

Tabla 1. Aplicaciones con uso medio de memoria

Aplicación en Ejecución	Uso Medio de Memoria RAM	% Aproximado de Carga Media de CPU
App Cated	5 MB	20
Google Maps	87 MB	55
HUDWAY	80 MB	55
YouTube	50 MB	50

Como vemos, el uso que realiza de la memoria RAM la aplicación de asistencia a la conducción eficiente es muy reducido debido a que la aplicación sólo interviene en caso de que se genere alguna alarma en el vehículo y se pase el parámetro adecuado para su visualización en pantalla. Si no se produce ningún cambio, la aplicación permanecerá ejecutándose sin que se efectúe un uso de memoria elevado. Para las demás aplicaciones vemos como el uso medio de memoria RAM es superior, no suponiendo un problema en la ejecución de cada aplicación en el dispositivo.

En cuanto a la carga media de CPU empleada, vemos que en ningún caso colapsa de forma acentuada el procesador por lo que la aplicación corre sin ningún problema. Como curiosidad, podemos destacar el poco uso de CPU que hace la aplicación de asistencia a la conducción eficiente corriendo en el *Smartphone*, ya que, solo procesará datos cuando estos sean enviados por el vehículo, mientras tanto estará a la espera de información y por tanto no usará la CPU.

### Manejo de Datos de Conducción Eficiente mediante dispositivos HUD

#### Pruebas Realizadas:

- Prueba de Conducción con dispositivo *recpop* funcionando con la aplicación de asistencia a la conducción eficiente corriendo en el teléfono móvil. En la Figura 3 podemos observar la aplicación corriendo en una prueba real.



Figura 3. App para la conducción eficiente en entorno real

- Encuesta/Test a los conductores que habían usado la aplicación en el dispositivo *recpop* para valorar la satisfacción de este tipo de tecnología dentro del entorno vehicular. En este caso se debían contestar las 8 preguntas pertenecientes al Bloque 1 de la encuesta, haciendo referencia a 2 grades grupos: Aceptación de la Aplicación

de Asistencia a la Conducción Eficiente en Entornos Vehiculares e Idoneidad de la aplicación en dispositivos HUD en lo referente al formato y forma de la misma.

## Comparativa Pantalla Convencional Vs Dispositivo HUD

### Pruebas Realizadas:

- Prueba de Conducción con dispositivo HUD y pantalla convencional HDD (*SmartPhone*) con distintas aplicaciones activas para comparativa de preferencia de pantalla. En la Figura 4 podemos ver los dos sistemas montados en el entorno real con la aplicación de Navegación GPS de Google y la colocación final de los mismos dentro del vehículo.



Figura 4. HDD vs HUD

- Encuesta/Test a los conductores que habían usado cada uno de los sistemas para evaluar la usabilidad y la preferencia entre ambos. En este caso las preguntas eran las referentes al Bloque 2.

## Integración de Sistemas GPS en Dispositivos HUD

### Pruebas Realizadas:

- Prueba de Conducción con dispositivo de realidad aumentada con 2 aplicaciones dedicadas a la navegación GPS para comparativa de color y visibilidad. Las Aplicaciones son “Google Maps Navigation” y “HUDWAY”. En la Figura 5 podemos ver las dos aplicaciones corriendo en el entorno real de conducción.

En el uso inicial de cada una de las aplicaciones se obtuvieron estas conclusiones iniciales:

- Prueba con Google Maps: Navegación para Dispositivos HUD inadecuada debido a que los colores no son los idóneos. Existe mucha claridad en la imagen y se hace inviable la conducción en este sentido.
- Prueba con HUDWAY: Entorno de navegación más adecuado para dispositivos HUD, con fondo negro y resalte único de la carretera, velocidad y próxima maniobra de conducción (giro).



Figura 5. Aplicaciones de Navegación en Entorno Real

- Encuesta/Test a los conductores que habían usado las aplicaciones de navegación GPS para evaluar la usabilidad y adecuación de la misma en el entorno vehicular. Esta parte de la encuesta pertenecía al Bloque 3.

Pese a que se probaron las dos aplicaciones en un entorno real para ver su funcionamiento, el usuario debía atender a la encuesta planteada tomando como referencia la aplicación HUDWAY, considerada previamente como mejor elección por sus características para este tipo de entornos.

### **Futura Interacción con Dispositivos HUD**

#### Prueba Realizadas:

- Encuesta/test a los conductores que realizaron las pruebas anteriores para comprobar si verían adecuado una posible interacción con el dispositivo embarcado, así como el tipo de interacción que considerarían más adecuada destacando 3 posibilidades: Interacción mediante movimientos gestuales básicos (mover un dedo, mover la cabeza, etc.), Interacción mediante comandos de voz predefinidos en el propio dispositivo y por último interacción mediante pulsaciones en una pantalla táctil.

### **2.4 Resultados obtenidos**

Para realizar el análisis de los resultados obtenidos se ha efectuado el estudio de cada uno de los bloques presentados en el apartado anterior. Todo el análisis de los resultados obtenidos en las pruebas se realizará usando los siguientes parámetros: Media, Mediana, Moda, Varianza y Desviación Típica, para determinar de forma estadística las elecciones de los usuarios.

Al preguntar en la encuesta del estudio sobre una *Escala de Likert* con valores de 1 a 5, tendremos en cuenta una máxima valoración de 5 y mínima de 1 definiendo los resultados en base a esa escala.

### **Manejo de Datos de Conducción Eficiente mediante dispositivos HUD**

Para comprobar la aceptación por parte del usuario del uso de aplicaciones destinadas a la asistencia para la conducción eficiente mediante el uso de dispositivos de realidad aumentada, se tuvieron en cuenta las respuestas al cuestionario planteado en referencia al

Bloque 1, donde se evaluaba la idoneidad de la propia aplicación y la usabilidad de la misma dentro del proceso de conducción.

A la vista de los resultados, podemos afirmar que el uso de este nuevo tipo de sistemas de visionado dentro del vehículo y la posibilidad de ver sobre él nuevas herramientas que ayuden a la conducción es altamente aceptado.

En la Tabla 2 vemos los resultados obtenidos en cada una de las preguntas del bloque que afecta a esta parte de la evaluación. (Ver Anexo A para aclaraciones)

Tabla 2. Resultados Manejo de Datos de Conducción Eficiente con Dispositivos HUD

Pregunta	Media	Varianza	Desviación Típica	Mediana	Moda
1	4,1	0,332	0,568	4	4
2	4	0,444	0,667	4	4
3	4	0,444	0,667	4	4
4	4,1	2,100	1,449	5	5
5	3,8	1,067	1,033	4	3
6	3,8	1,289	1,135	3,5	3
7	3,7	0,900	0,949	4	4
8	4,3	0,678	0,823	4,5	5

Viendo la Tabla 2, podemos destacar como los valores medios de conformidad expresados por los usuarios son bastante elevados obteniendo puntuaciones de entre 3,7 y 4,3. Si hacemos referencia a otras variables como la Moda, vemos también como el valor más repetido en todos los casos supera el 3 (únicamente en 2 preguntas), por lo que estaríamos ante una alta aceptación de este tipo de aplicaciones presentadas adecuadamente sobre dispositivos HUD dentro del entorno vehicular.

Atendiendo a los dos grandes apartados que mencionábamos anteriormente (Aceptación de la Aplicación de Asistencia a la Conducción Eficiente en Entornos Vehiculares e Idoneidad de la aplicación en dispositivos HUD en lo referente al formato y forma de la misma). Debemos mencionar que las 4 primeras preguntas hacían referencia al primer apartado y las 4 últimas al segundo, considerando en ambos casos un alto grado de conformidad por parte de los usuarios.

### Comparativa Pantalla Convencional Vs Dispositivo HUD

En cuanto al análisis de la comparativa entre la pantalla convencional (o HDD) y el uso de dispositivos de realidad aumentada (o HUD), se formularon 4 preguntas a los usuarios que habían realizado la prueba atendiendo a la idoneidad del uso de cada uno de los dispositivos y la comparativa entre ambos.

En la Tabla 3 se muestran los resultados concernientes a este apartado, realizando un análisis exhaustivo de cada una de las preguntas por su significado resumido (Para aclaración de enunciado completo de cada pregunta Ver Anexo A)

Tabla 3. Resultados Comparativa HDD vs HUD

Número Pregunta	Pregunta	Media	Varianza	Desviación Típica	Mediana	Moda
1	Uso de HUD	4,4	0,267	0,516	4	4
2	Uso de HDD	3,6	0,711	0,843	4	4

3	HUD vs HDD (facilidad en la conducción)	4,4	0,489	0,699	4,5	5
4	HDD vs HUD (mayor distracción)	4,1	1,433	1,197	4	4

En líneas generales, la valoración media en el uso de dispositivos HUD es mayor que el uso de pantallas convencionales o HDD (4,4 frente a 3,6) aun así el uso de dispositivos con pantalla convencional también es aceptado ampliamente por parte de los usuarios. Esto se debe a que son las pantallas que hoy día incorporan los vehículos y los conductores están familiarizados con ellas. Vemos también como los valores de la Mediana y la Moda son en ambos casos 4, por lo que no existen grandes diferencias en el uso de ambas dentro del entorno vehicular.

Cuando se realiza la Comparativa entre dispositivos (Preguntas 3 y 4 del Bloque), sí empezamos a ver diferencias en la elección de dispositivo para el proceso de conducción. Se obtiene una valoración media muy elevada en favor del dispositivo *recpop* frente a la pantalla convencional o HDD. El usuario percibe una mayor facilidad en la conducción usando dispositivos de Realidad Aumentada o dispositivos HUD al no tener que desviar la vista de la carretera y corrobora que un dispositivo HDD produce una mayor distracción que un dispositivo HUD.

### Integración de Sistemas GPS en Dispositivos HUD

Para analizar los resultados en referencia a la integración de sistemas de navegación GPS en dispositivos de realidad aumentada se realizaron 8 preguntas haciendo referencia a los aspectos relevantes a la conducción guiada mediante este tipo de sistemas. También se evaluó la posibilidad de convivencia en una misma pantalla de sistemas de navegación GPS con la aplicación de conducción eficiente presentada en anteriores apartados. (Para aclaración de enunciado de cada pregunta Ver Anexo A)

En la Tabla 4, podemos ver los resultados obtenidos en relación a cada una de las preguntas efectuadas.

Tabla 4. Resultados integración de sistemas GPS en dispositivos HUD

Pregunta	Media	Varianza	Desviación Típica	Mediana	Moda
1	3,5	0,278	0,527	3,5	3
2	3,4	0,711	0,843	4	4
3	4	1,556	1,247	4,5	5
4	3,5	2,056	1,434	4	4
5	3,8	1,067	1,033	4	4
6	3	1,778	1,333	3	3
7	4	1,778	1,333	5	5
8	3,8	0,844	0,919	4	4

A la vista de los resultados mostrados en la Tabla 4, podemos afirmar que existe una alta aceptación por parte de los conductores de este tipo de integración de Sistemas de Navegación GPS mediante dispositivos de realidad aumentada, obteniendo una valoración media en todas las preguntas de entre 3,4 y 4.

Como curiosidad, podríamos destacar el valor de varianza concerniente a la pregunta 4, que hacía referencia a la idoneidad de la transparencia de la aplicación obteniendo valores dispersos con respecto a la media entre los usuarios participantes.

Haciendo referencia a la mediana y moda, seguimos viendo valores muy altos en relación a este tipo de cuestiones, por lo que se puede deducir que el uso de este tipo de dispositivos en la navegación dentro del vehículo tiene una alta aceptación y fácil usabilidad por parte de la mayoría de usuarios.

### **Futura Interacción con Dispositivos HUD**

En líneas generales, la posibilidad que se ofrece al usuario para poder interactuar con este tipo de dispositivos es aceptada, obteniendo una valoración media de 3,8.

Definiendo cada una de las partes en las que se componía esa futura interacción, encontramos los siguientes resultados:

Tabla 5. Resultados Interacción con el Dispositivo

Tipo de Interacción	Media	Moda	Mediana
Movimientos Gestuales Básicos	3,4	5	3,5
Comandos de Voz Definidos en el Dispositivo	4	5	5
Pulsaciones en Pantalla Táctil	2,3	2	2

Vemos en la Tabla 5, como el método que más interesa a los usuarios es el de interacción con el dispositivo mediante Comandos de Voz Definidos en el Dispositivo, obteniendo una valoración media de 4. En contraposición, el método de interacción menos válido para los conductores sería el de pulsaciones en una Pantalla Táctil con una valoración de 2,3.

Haciendo referencia a los datos usando la Moda, vemos como para los dos primeros métodos de interacción se obtiene una valoración de 5 (máxima conformidad) y para el último es tan solo de 2 (casi la mínima valoración). Por último, si observamos los valores referentes a la Mediana encontramos el valor más alto en la elección de interacción mediante comandos de voz obteniendo la máxima conformidad (5), y el valor más bajo (2) de nuevo en la posibilidad de interacción mediante pulsaciones en Pantalla Táctil, por lo que podemos pensar que la mayoría prefiere interactuar con el dispositivo mediante comandos de voz.

Los valores en referencia a la Varianza y la Desviación Típica encontrados en las respuestas que dieron los usuarios fueron los que se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6. Resultados Interacción con el Dispositivo – Varianza y Desviación Típica

Interacción	Varianza	Desviación Típica
Movimientos Gestuales Básicos	2,711	1,647
Comandos de Voz Definidos en el Dispositivo	2,667	1,633
Pulsaciones en Pantalla Táctil	1,789	1,337

A la vista de estos resultados, podemos deducir algunas características importantes en la futura interacción con este tipo de dispositivos. Por un lado, vemos como el valor de Varianza en los apartados de movimientos gestuales básicos y comandos de voz es más elevado que en el caso del último método de interacción, lo que quiere decir que hay disparidad de opiniones en relación al tipo de interacción, pese a que en líneas generales se acepte por la mayoría. Vemos también, como en el apartado de interacción mediante pulsaciones en

pantalla táctil este valor se reduce casi en un punto de diferencia con los anteriores, quedando claro que la mayoría de usuarios piensa que es mala una posible interacción con el dispositivo usando pulsaciones sobre una pantalla, debido a que distrae en exceso al conductor.

## **2.5 Trabajos o necesidades futuras**

Los resultados obtenidos nos permiten otear un horizonte amplio en la investigación y desarrollo de sistemas de realidad aumentada en los vehículos, proporcionando una alta aceptación por parte del usuario y una usabilidad adecuada en lo referente a la seguridad del conductor.

Mediante la integración del dispositivo dentro de un entorno vehicular, hemos podido comprobar la funcionalidad completa del sistema en casos de conducción real. De esta forma, hemos conseguido una aproximación directa, dentro del campo de la conducción eficiente, con la incorporación de nuevas soluciones tecnológicas que todavía no están implantadas ampliamente a nivel comercial. También hemos experimentado nuevas formas de navegación GPS en entornos vehiculares mediante el uso de distintas aplicaciones con visualización en dispositivos HUD obteniendo un alto grado de aceptación por parte del usuario.

Una de las principales conclusiones a la que hemos llegado ha sido que el usuario prefiere la utilización de este tipo de sistemas de realidad aumentada, frente al uso de pantallas convencionales (o de tipo HDD), tecnología empleada hoy día. Esto se debe a que consideran que se produce una mejora en la seguridad al volante y pueden proporcionar información útil a la conducción sin necesidad de que ello suponga una distracción en carretera.

Actualmente, el grupo de investigación está trabajando en avances relacionados con la incorporación de dispositivos de realidad aumentada en entornos vehiculares. Junto a la reciente compra de un nuevo dispositivo (Garmin HUD+) y la próxima llegada de fábrica del dispositivo Navdy, se pretende, no solo poder visualizar en tiempo real datos del vehículo en un momento dado, sino también poder interactuar con el dispositivo en tareas simples, como por ejemplo, cambiar la aplicación con comandos de voz o reconocimiento gestual básico. Por otro lado el equipo pretende poder seguir indagando en la implantación real de este tipo de dispositivos con estudios más amplios en el tiempo para ver el impacto real que este tipo de tecnología tiene.

## **2.6 Divulgación de los resultados (publicaciones, artículos, ponencias...)**

En el campo de divulgación de resultados se están preparando para su envío al congreso "**Interacción 2016. XVII International Conference on Human Computer Interaction**", que se celebrará el próximo año en la ciudad de Salamanca, explicando los resultados obtenidos en el presente proyecto.

# ANEXO A

## ENCUESTA DISPOSITIVOS HUD EN ENTORNOS VEHICULARES

Nota: Cada pregunta contiene una escala de 1 a 5, siendo 1 en total desacuerdo y 5 en total acuerdo (Marcar con "X")

### Bloque 1: Manejo de Datos de Conducción Eficiente Mediante Dispositivos HUD

1.- Veo adecuado el sistema de asistencia para la conducción eficiente:

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>				

2.- Es seguro usar este tipo de sistemas de conducción eficiente dentro del entorno vehicular:

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>				

3.- Se hace más fácil la conducción al utilizar el sistema de conducción eficiente permitiéndome saber en todo momento cómo estoy llevando a cabo el proceso de conducción completo:

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>				

4.- Me parece más adecuado el uso de la aplicación de conducción eficiente sobre dispositivos HUD en mi campo de visión que a un lado del vehículo, debido a que no aparto la vista de la carretera:

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>				

5.- Me parece adecuada la transparencia de la aplicación de conducción eficiente y tengo total visibilidad de la carretera:

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>				

6.- Me parecen adecuados los colores de la aplicación de conducción eficiente y tengo total visibilidad de la carretera:

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>				

7.- Incluiría apoyos sonoros a la aplicación para identificar claramente cuando se produce una alarma:

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>				

8.- Es recomendable que el contenido mostrado en la aplicación de conducción eficiente sea estático:

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>				

### Bloque 2: Comparación entre HDD (Head-Down Display) y HUD (Head-Up Display)

1.- Me parece adecuado el uso de dispositivos HUD dentro del entorno vehicular:

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>				

2.- Me parece adecuado el uso de dispositivos HDD dentro del entorno vehicular:

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>				

3.- La incorporación de dispositivos HUD hace más fácil la conducción que con el uso de dispositivos HDD:

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>				

4.- Se produce más distracción con el uso de dispositivos con pantalla convencional que con el uso de dispositivos HUD:

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>				

### Bloque 3: Incorporación de Navegación GPS en Dispositivos HUD

1.- La incorporación de navegación GPS dentro del entorno vehicular en dispositivos de tipo HUD hace más segura la conducción:

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>				

2.- Creo que incorporar una aplicación GPS a la vez que una aplicación de Conducción Eficiente en la misma pantalla (sobre el dispositivo HUD) es beneficioso para la conducción al tener más datos:

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>				

3.- Me parece más adecuado el uso de los navegadores sobre dispositivos HUD en mi campo de visión que a un lado del vehículo, debido a que no aparto la vista de la carretera:

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>				

4.- Me parece adecuada la transparencia de la aplicación de navegación y tengo total visibilidad de la carretera:

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>				

5.- Me parecen adecuados los colores de la aplicación de navegación y tengo total visibilidad de la carretera:

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>				

6.- Considero que la inclusión de dispositivos HUD en el entorno vehicular con la aplicación de navegación GPS produce distracción en la conducción:

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>				

7.- Incluiría apoyos sonoros a la aplicación para identificar claramente cuando se produce una alarma:

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>				

8.- Es recomendable que el contenido mostrado en la navegación sea estático:

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>				

### Bloque 4: Interacción con el Dispositivo

1.- Creo que la interacción con el dispositivo mejoraría la seguridad en el periodo de conducción:

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>				

2.- Me gustaría poder interactuar con el dispositivo HUD mediante movimientos gestuales básicos (por ejemplo, mover un dedo, mover la cabeza, etc.):

1	2	3	4	5
<input type="checkbox"/>				

3.- Me gustaría poder interactuar con el dispositivo HUD mediante comandos de voz predefinidos en el mismo:

1      2      3      4      5  
           

4.- Me gustaría poder interactuar con el dispositivo HUD mediante pulsaciones en una pantalla táctil:

1      2      3      4      5

### 3. MEMORIA ECONÓMICA

Financiación		Personal	Inventariable	Fungible	Otros gastos
IUTA	SV-15-GIJÓN-1.19	2.250 €			
Otras fuentes	Referencia proyecto/contrato				
Estudiante con ayuda a la investigación	Nombre	José Antonio Sánchez Sánchez			
	Tareas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adaptación de la interfaz de usuario de las distintas aplicaciones para la adecuación de visionado en dispositivos de realidad aumentada</li> <li>• Estudio de Carga Computacional de las diversas aplicaciones</li> <li>• Diseño y confección de la encuesta a los conductores que participaron en el proyecto</li> <li>• Guía del usuario/conductor en el proceso de evaluación planteado</li> </ul>			
	Período	Septiembre 2015 – Octubre 2015			

### 4. OTROS PROYECTOS Y CONTRATOS CON FINANCIACIÓN EXTERNA

Título del proyecto/contrato	DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MÉTRICAS DE EVOLUCIÓN DE APRENDIZAJE PARA CONDUCCIÓN EFICIENTE DE VEHÍCULOS DE COMBUSTIÓN
Referencia	
Investigador/a/es principal/es	Xabiel García Pañeda y Roberto García Fernández
Equipo investigador	Gabriel Díaz, Roberto García, Víctor Guillermo García, David Melendi, Abel Rionda Rodríguez, Laura Pozueco Álvarez,
Periodo de vigencia	2014-2016
Entidad financiadora	Plan Estatal de I+D
Cantidad subvencionada	92.997

Título del proyecto/contrato	CREACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE DETECCIÓN DE PATRONES DE EFICIENCIA Y SEGURIDAD A PARTIR DE LA MONITORIZACIÓN DEL VEHÍCULO
------------------------------	---

Referencia	
Investigador/a/es principal/es	Xabiel García Pañeda
Equipo investigador	Gabriel Díaz, Roberto García, Víctor Guillermo García, David Melendi, María Mitre Aranda, Abel Rionda Rodríguez, Laura Pozueco Álvarez, Alejandro García Tuero
Periodo de vigencia	2014-2015
Entidad financiadora	DGT
Cantidad subvencionada	49.821

Título del proyecto/contrato	GRUPO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN MULTIMEDIA (DMMS)
Referencia	FC-15-GRUPIN14-065
Investigador/a/es principal/es	Xabiel García Pañeda
Equipo investigador	Gabriel Díaz, Roberto García, Víctor Guillermo García, David Melendi, María Mitre Aranda, Abel Rionda Rodríguez, David Martínez Álvarez, Laura Pozueco Álvarez
Periodo de vigencia	2015-2017
Entidad financiadora	Principado
Cantidad subvencionada	82.000