

Tecnología del simulador para evaluación de conductores

Mar SÁNCHEZ GARCÍA
Pedro M. VALERO MORA
Donna POLLOCK

Instituto de Tráfico y Seguridad Vial (INTRAS)
Universidad de Valencia

Resumen

EVICA es un proyecto conjunto entre el Instituto de Tráfico y Seguridad Vial de la Universidad de Valencia (INTRAS) y el Instituto Mapfre de Seguridad Vial. En dicho proyecto se plantea la utilización de la tecnología del simulador para evaluar y asesorar conductores. Esta evaluación se centra fundamentalmente en dos niveles, a nivel de control o manejo del vehículo y a nivel táctico o de toma de decisiones. De la ejecución del conductor en el simulador se obtienen una serie de medidas a partir de las cuales se puede ofrecer información personalizada sobre su modo de conducir que ayude a mejorar su seguridad y la de los demás usuarios de la vía.

Palabras clave: simulador de conducción, evaluación, conductor.

Abstract

EVICA is a project carried out by the Traffic and Road Safety Research Institute at the University of Valencia (INTRAS) and the Mapfre Institute of Road Safety. This project uses driving simulator technology for assessing drivers. This assessment is done on two levels: Control (skill based) and Manoeuvre (Rule based). During the simulated drive, performance parameters are recorded which are later converted into a custom-tailored evaluation of the participants' driving styles. It is hoped that this information will the improve safety of other drivers on the road and their own while driving.

Key words: driving simulator, assessment, driver.

El proyecto EVICA es un proyecto conjunto entre el Instituto Mapfre de Seguridad Vial y el Instituto de Tráfico y Seguridad Vial de la Universidad de Valencia (INTRAS). En este proyecto se plantea la utilización de la tecnología del simulador para evaluar conductores. Esta evaluación permitiría obtener información acerca de aspectos relacionados con hábitos o estilos de conducción, lo cual sería utilizado para asesorar en cuestiones de seguridad vial. A partir de estos datos, el sistema podría proporcionar información a los usuarios acerca de cómo mejorar su comportamiento en la conducción.

Este artículo presentará, en primer lugar, una introducción a la utilización de simuladores de conducción para la investigación, que incluye una breve historia de los artefactos diseñados para tal propósito en los últimos años. En segundo lugar, describirá brevemente algunos aspectos referidos a la evaluación de conductores en España y, finalmente, se describirá el simulador desarrollado en nuestro centro de investigación y los beneficios posibles en comparación con los sistemas de evaluación de conductores actualmente existentes.

Breve historia de la simulación de conducción

El uso de los simuladores de conducción en su forma actual es un fenómeno relativamente reciente dentro de la investigación conductual, que data de finales de los años 60. La evolución que los simuladores han experimentado durante los últimos treinta años ha sido un proceso de continuo crecimiento y mejoría. Los principales desarrollos se relacionan con dos aspectos básicos de los simuladores de

conducción: el realismo de la presentación visual y el realismo del sistema de respuestas (Schiff, Arnone y Cross, 1994). El realismo de la presentación visual se refiere al grado de precisión con que se representa el entorno real de conducción. El realismo del sistema de respuestas hace referencia tanto al grado con que las acciones de control del conductor corresponden a la conducta de conducir real, como al nivel de interacción entre estas acciones y la escena que aparece en la presentación visual. Así, para que la simulación produzca un efecto de realismo sobre los sujetos, es necesario que los mandos imiten los de un vehículo real y que, cuando el conductor actúe sobre estos mandos, el modelo de simulación del escenario reaccione de modo instantáneo con cambios en la presentación visual.

Los primeros simuladores de los años 60 y principios de los años 70 fueron dispositivos mecánicos que creaban la presentación visual mediante alguno de los siguientes cuatro mecanismos: 1) maquetas de coches y un circuito a escala; 2) presentación mediante cintas móviles; 3) presentación mediante proyección de sombras; y 4) presentación mediante maquetas y cámara de televisión de circuito cerrado. Estos simuladores puede decirse que, en general, ofrecían poco realismo a nivel de presentación visual y un realismo del sistema de respuestas modesto. Los siguientes simuladores que aparecieron fueron dispositivos con una presentación visual producida por proyección de película (primero film y después vídeo). Esta técnica de simulación representa un avance con respecto a la presentación de la imagen visual (escenas grabadas de conducción real); pero, generalmente, no incluían ningún tipo de interacción entre las operaciones

del conductor y el escenario visual (el cual estaba grabado previamente).

Desde mediados de los años 70, los diseñadores de simuladores de conducción incorporaron los desarrollos de la tecnología informática en sus diseños. Estos nuevos avances proporcionaron a los investigadores un modo económico de mejorar la simulación notablemente. Por primera vez, investigadores trabajando en pequeños laboratorios universitarios podían satisfacer tanto el objetivo del realismo en la presentación visual como el realismo del sistema de respuestas. Al principio, estos simuladores eran pequeños aparatos de sobremesa que incluían sólo los mandos principales y presentaban gráficos sencillos en un monitor o pantalla de televisión. Después, se desarrollaron simuladores más elaborados con pantallas de proyección grandes, coches o cabinas reales y gráficos 3D de alta calidad. Finalmente, se construyeron simuladores de la más alta tecnología que, además de incluir todos los avances anteriores, también reproducen el movimiento físico que se experimenta en la conducción real mediante una base móvil propulsado por un sistema hidráulico.

Simuladores de conducción para la investigación en conducción y seguridad vial

Numerosos centros de investigación en tráfico y seguridad vial disponen de un simulador de conducción. El trabajo que se desarrolla en dichos centros abarca múltiples áreas. Algunas de ellas son, por ejemplo, las investigaciones que se realizan sobre las implicaciones que tienen para los conductores el uso de nuevas tecnologías, como puede ser el uso del GPS (Sistema de Posicionamiento Global), (Srinivasan y

Jovanis, 1997) o de los teléfonos móviles, (Briem y Hedman, 1995); (Alm y Nilsson, 1994, 1995); las investigaciones que van encaminadas al estudio del factor humano y variables psicológicas como atención, percepción de riesgo (Currie, 1969; Sivak, Soler, y Trankle, 1989), alcohol, (Gawron y Ranney, 1998; Mongrain y Standing, 1989; Dott, y McKelvey, 1977; Beideman y Stern, 1977), fatiga (Desmond y Matthews, 1997a, 1997b; Lenné, Triggs y Redman, 1997), sueño (Verwey y Zaidel, 1999), etc.; las investigaciones referidas a aspectos medioambientales, tales como el tipo de vía, trazado de la misma o sobrecarga ambiental; por último, también hay investigaciones centradas en la ergonomía del vehículo, (Hancock y Parasuraman, 1992), diseño de mandos, etc.

Los centros de investigación son, o bien de carácter universitario, o bien son empresas privadas, fundamentalmente del automóvil, que llevan a cabo sus propios proyectos. La tabla 1 muestra algunos de ellos así como sus direcciones URL en internet.

Tabla 1. Algunos centros de investigación con simulador de conducción y sus direcciones en internet.

<i>Leeds Driving Simulator</i> http://mistral.leeds.ac.uk/
<i>Iowa Driving Simulator</i> http://www.ccad.uiowa.edu/research/ids/index.html
<i>Nissan Cambridge Basic Research Driving Simulator</i> http://pathfinder.cbr.com/tour.html#sim
<i>TNO Human Factors Research Institute</i> http://www.tno.nl/instit/tm/index.html
<i>TRC Traffic Research Centre</i> http://www.ppsw.rug.nl/vsc/cov_sim.htm
<i>University of Rochester Driving Simulator</i> http://www.cs.rochester.edu/u/bayliss/UofRSim.html
<i>Tokyo University Driving Simulator</i> http://mitsukuni.t.u-tokyo.ac.jp/projects/vehicle/

Entre los simuladores de conducción existe una gran variedad de modelos, desde los más simples a lo más sofisticados, variando entre unos y otros tanto por sus características técnicas como por su coste económico.

Podemos clasificar los simuladores de conducción por su nivel de complejidad en tres niveles:

- a) *Simuladores basados en ordenador personal.* Son simuladores que utilizan como tecnología básica un ordenador personal, con una salida gráfica basada en una pantalla de tamaño más o menos grande y con una complejidad en las imágenes baja o media. Estos simuladores a veces poseen unos mandos similares a los de un coche real y en otras ocasiones son sólo una versión simplificada de aquellos.
- b) *Simuladores basados en ordenadores especializados en gráficos.* Estos simuladores utilizan ordenadores especializados en este tipo de tareas y que son capaces de generar imágenes de mucha mayor complejidad que los ordenadores personales. Estos simuladores añaden normalmente una pantalla de gran tamaño que cubre todo el ángulo de visión del sujeto puesto a prueba. Además, los mandos utilizados corresponden propiamente a un vehículo real modificado y sensorizado, de tal modo que la información está conectada con el ordenador. Estos simuladores proporcionan una experiencia de conducción mucho más completa que los primeros.
- c) *Simuladores con plataforma móvil.* Una de las limitaciones más grandes

de los simuladores del tipo anterior es que no son capaces de reproducir los movimientos cinéticos que experimenta el conductor dentro del automóvil. Esto tiene dos consecuencias desafortunadas: el realismo de la conducción no es completo y puede aumentar el efecto del *mareo de simulador* (Kennedy y cols., 1997). Estos movimientos cinéticos pueden ser reproducidos en un simulador mediante una plataforma móvil que mueve el vehículo en función de los sucesos de la carretera. En la práctica, sólo centros de investigación con grandes presupuestos pueden permitirse este tipo de aparatos y la mayoría de ellos utilizan simuladores del tipo descrito anteriormente.

El desarrollo de un simulador de conducción ofrece los medios técnicos para llevar a cabo experimentación que no resultaría fácil hacer mediante otros métodos. Entre estas situaciones podemos señalar las siguientes:

- Uso del simulador de conducción para realizar experimentos que no podrían llevarse a cabo en situaciones reales, ya que pueden implicar riesgos físicos para las personas. Por ejemplo, investigación acerca del comportamiento de los conductores bajo la influencia de diferentes grados de alcoholemia.
- Cuando la investigación requiere unas condiciones experimentales similares para todos los sujetos. El simulador permite un control que es muy difícil obtener en situaciones reales. Se puede controlar la densidad de tráfico que debe haber, la coreografía entre los vehículos, la velocidad de los otros

coches, etc. Este tipo de variables es muy difícil de controlar con vehículos y escenarios reales.

En definitiva, mediante el simulador se puede convertir una situación de conducción, que incluye riesgos reales, en una situación experimental mediante la manipulación de ciertas variables adecuadas, de tal forma que se puede medir los efectos sobre otras variables que afectan a la situación, al vehículo o al conductor. Del mismo modo, el simulador ofrece una oportunidad única para llevar a cabo evaluaciones de conductores, los cuales pueden ser comparados objetivamente entre sí en circunstancias similares y sin estar sometidos a los acontecimientos inesperados que se producen en la vida real. Esto convierte a los simuladores de conducción en una alternativa al sistema de evaluación de conductores actualmente existente en España tal y como se describe a continuación.

Evaluación de conductores en España

El actual sistema de evaluación de conductores que se lleva a cabo en España y se realiza en los Centros de Reconocimiento, surge como una medida preventiva, entre otras que se adoptan, de los accidentes de tráfico. En el *Reglamento General de Conductores* (de julio de 1996) se indican las aptitudes psicofísicas necesarias para la obtención y renovación del carnet de conducir. Las áreas a las que hace referencia son las señaladas en la tabla 2.

La finalidad de explorar estas áreas es comprobar que no existe enfermedad o deficiencia que pueda suponer incapacidad para conducir. De tal manera que una deficiencia en una o más áreas puede afectar a

alguno de los siguientes procesos psicológicos implicados en la conducción (Montoro y cols., 1995):

1. El conductor debe tener una correcta capacidad perceptiva y atencional que le permita captar lo que ocurre a su alrededor y discriminar los estímulos relevantes en cada situación.
2. Una vez percibida la situación, el conductor debe hacer una correcta evaluación de la misma, lo que implica cierta capacidad de resolución de problemas.
3. En tercer lugar, una vez se ha evaluado la situación, el conductor tiene que tomar una decisión y elegir la maniobra más adecuada de entre todas las posibles.
4. Por último, el conductor tiene que ejecutar dicha maniobra con rapidez y precisión. Es lo que se llama *capacidad de respuesta*, y hace referencia al conjunto de actividades

Tabla 2. Aptitudes psicofísicas a evaluar para la obtención y renovación del carnet de conducir.

- Capacidad visual
- Capacidad auditiva
- Sistema locomotor
- Sistema cardiovascular
- Trastornos hematológicos
- Sistema renal
- Aparato respiratorio
- Enfermedades metabólicas y endocrinas
- Sistema nervioso
- Sistema muscular
- Enfermedad cerebro vascular
- Trastornos mentales y de conducta
- Trastornos relacionados con sustancias psicoactivas
- Aptitud perceptivo motora

sensoriomotrices y psicomotoras necesarias para mantener el control del vehículo y la trayectoria del mismo.

La legislación vigente especifica, además de las áreas a evaluar, los materiales necesarios para realizar la evaluación. Así, es obligatorio que los Centros dispongan de material de exploración oftalmológica, de medicina general y material de exploración psicológica para diagnóstico clínico y de personalidad, así como de pruebas libres de sesgos culturales y equipo normalizado para evaluar la aptitud perceptivo-motora, que incluye estimación del movimiento, coordinación visomotora y tiempo de reacciones múltiples. En cuanto a la evaluación de la aptitud perceptivo-motora, el material consiste en una serie de pruebas basadas en ordenador de características muy simples y que no se describirán debido a su amplia difusión.

El simulador de conducción EVICA ofrece, en comparación con el actual sistema de evaluación de conductores, las siguientes ventajas:

1. *Validez aparente.* Las tareas actualmente utilizadas para evaluar la aptitud perceptivo-motora no poseen validez aparente para los sujetos evaluados. Estas tareas se componen de una serie de pruebas basadas en ordenador que en sí mismas no se asemejan a las tareas implicadas en la conducción. Por ejemplo, para medir estimación del movimiento, los sujetos tienen que anticipar la posición de un objeto cuando se encuentra fuera de su campo de visión a partir de la velocidad del movimiento previamente observa-

do. Esta tarea evalúa la percepción de la velocidad e implica la capacidad para adecuarse con seguridad a situaciones de tráfico que requieran estimaciones de relaciones espaciotemporales (B.O.E. 6/Junio/97). Esto es especialmente importante, por ejemplo, cuando se realiza un adelantamiento. Sin embargo, la tarea tal y como se presenta no tiene una apariencia de semejanza con la realidad que produzca en los sujetos la suficiente confianza en cuanto a los resultados obtenidos. La aceptación social de estas evaluaciones es un elemento clave para su éxito; por tanto, la mayor validez aparente que es posible conseguir mediante el simulador de conducción resulta de elevado interés.

2. *Evaluación pero no formación.* El sistema actual produce, como resultado para el sujeto evaluado, únicamente una valoración de apto/no apto para la conducción. No obstante, esta valoración general puede ser insuficiente ya que en muchas ocasiones existen sujetos que, aunque en general con aptitud suficiente para conducir, podrían beneficiarse de información personalizada que permitiera corregir posibles deficiencias menores. Por ejemplo, un sujeto puede mantener una distancia de seguridad menor de la recomendada con otros vehículos o una velocidad inadecuada. El simulador de conducción puede proporcionar información acerca de ese tipo de cuestiones y, por tanto, ayudar a mejorar la forma de conducir a aquellos sujetos que presenten deficiencias.

3. *Más áreas de evaluación.* El sistema actual de evaluación de conductores está centrado en la evaluación de las aptitudes psicofísicas. Un modelo más completo de evaluación podría incluir los niveles de control, táctico y estratégico o de planificación (Parkes, 1991). El nivel de control haría referencia al manejo de los mandos y a la capacidad de reacción de los sujetos. El nivel táctico hace referencia a la toma de decisiones en la conducción y a la realización de maniobras. El nivel estratégico o planificación se refiere a aspectos a menudo previos a la tarea de conducir, pero no por ello menos importantes, tal y como la planificación del viaje, la elección de la vía, la hora de salida, etc. El modelo actual se centra en el nivel de control, mientras que los otros dos no se contemplan. La evaluación mediante el simulador de conducción permitiría cubrir los aspectos relacionados con el nivel táctico además del de control. El nivel de planificación, sin embargo, sólo puede evaluarse mediante entrevista o protocolos verbales.

4. *Grupos de población.* Los dos grupos poblacionales que estadísticamente constituyen los de mayor riesgo son los de jóvenes entre 15 a 25 años y los de mayores de 65 años (Montoro y cols., 1995; Jonah, 1986). El grupo de ancianos probablemente presenta mayor deterioro psicofísico que afecta a su nivel de control; sin embargo, a menudo compensan este déficit con un elevado nivel de planificación y tácti-

co. El grupo de jóvenes, por el contrario, posee buenas aptitudes psicofísicas, pero un bajo nivel de planificación y táctico. El modelo actual de evaluación de conductores no evalúa a nivel táctico y por ello no es capaz de discriminar entre los sujetos de los grupos de riesgo ya mencionados. El simulador de conducción, en cambio, al ser capaz de evaluar individuos en el nivel táctico permitiría ofrecer información personalizada y determinar, así, el nivel de accidentabilidad de un sujeto.

El simulador EVICA

Descripción técnica

El Instituto de Tráfico y Seguridad Vial de la Universitat de Valencia está desarrollando, en colaboración con el Instituto Mapfre de Seguridad Vial, un simulador de conducción destinado a explorar diversas cuestiones relacionadas con el manejo de vehículos, centrándose en particular en lo referido a evaluación de conductores. Este simulador es considerado de nivel medio, estando entre aquellos que se basan en imágenes de vídeo pregrabadas y sin mandos específicos del vehículo, y aquellos que utilizan una cabina móvil dirigida por un complejo modelo matemático para reproducir de algún modo las sensaciones kinestésicas de los vehículos reales.

Así, el simulador EVICA se compone de los siguientes elementos:

- Un Renault Twingo, que conserva todos sus mandos completos: volante, cambio de marcha, indicadores de dirección, etc. Estos mandos se encuen-

tran sensorizados, de tal modo que al ser accionados envían señales a un ordenador .

- Un ordenador PC que envía las señales del vehículo a un ordenador central Silicon Graphics modelo ONYX 2 Infinity Reality.
- Un ordenador Silicon Graphics que recibe las señales del ordenador PC y construye una simulación gráfica de vehículos desplazándose en un escenario virtual de carreteras. Este ordenador construye las imágenes en tiempo real, de tal modo que las acciones del conductor se ven reflejadas en representaciones gráficas correspondientes. Este ordenador envía salidas gráficas a tres proyectores situados en el techo de la sala de proyección.

Las imágenes se proyectan en una pantalla dividida en tres partes, que ofrece un

campo de visión de 120 grados, situada frente al vehículo simulado.

La figura 1 muestra el vehículo y la pantalla de proyección. El resultado produce unas imágenes de gran calidad y con un comportamiento dinámico excelente, sin lapso de tiempo perceptible entre las acciones del conductor y la representación en la pantalla. El conductor obtiene así una percepción de conducción en buen grado semejante a la que se obtiene conduciendo un vehículo real.

Construyendo un instrumento de evaluación a partir del simulador

La utilización de EVICA como instrumento de evaluación de conductores ha requerido la construcción de una serie de situaciones por las que los conductores pasan, tomar una serie de medidas en cada una de esas situaciones y, por último, el-

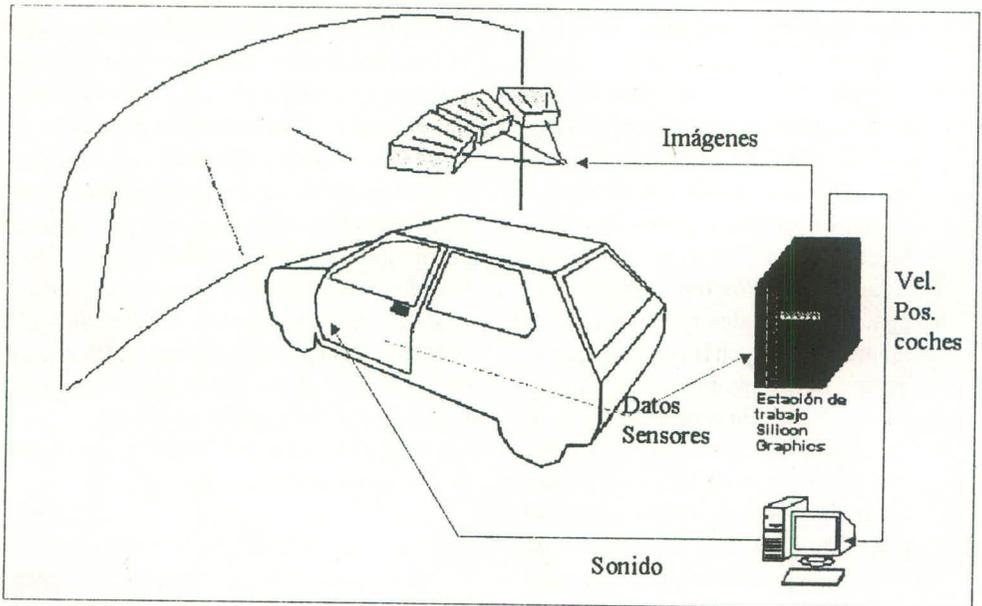


Figura 1. Componentes del Sistema de Simulación EVICA.

borar un informe automatizado en el que aparecen los resultados y recomendaciones a los usuarios en base a su actuación.

Construcción de escenarios

En un simulador de conducción típico, los sujetos pueden conducir por su recorrido con casi total libertad. En ese circuito hay otros vehículos que responden de manera preprogramada a nuestras acciones. El comportamiento de estos vehículos, así como el de otros elementos, puede ser más o menos determinístico, dependiendo de los objetivos para los que el simulador haya sido construido.

Los vehículos se comportan tal y como si fueran manejados por conductores reales que responden a la dinámica del tráfico. Este comportamiento es poco determinístico, ya que aunque es posible predecir las líneas generales del movimiento de los vehículos, no resulta posible anticipar el lugar que un vehículo ocupará en un momento dado. La utilización de un simulador de conducción como herramienta de

evaluación requiere, por el contrario, un comportamiento determinístico de los vehículos, dentro de una serie de constricciones. Así, dos sujetos diferentes conduciendo por el escenario deberían encontrarse ante situaciones de tráfico semejantes a pesar de disponer de libertad de acción. Por ejemplo, si un vehículo debe encontrarse con nuestro conductor en un determinado punto, pero nuestro conductor ha conducido muy lentamente, es posible que ambos no se encuentren. Por ello, será necesario tomar medidas que eviten este extremo, tal y como modificar la velocidad del vehículo automático o introducir semáforos u otros. De este modo, dado nuestro interés en utilizar el simulador de conducción como una herramienta de diagnóstico, necesitamos sincronizar el resto de elementos implicados en la simulación para así obtener situaciones semejantes o equivalentes sobre las que los sujetos puedan ser evaluados.

Como un ejemplo de las estrategias utilizadas podemos ver la imagen correspondiente a un escenario denominado de

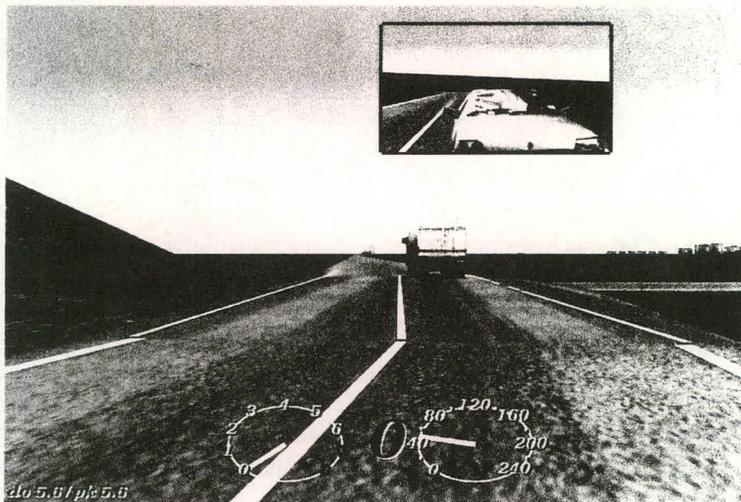


Figura 2. Escenario del simulador EVICA.

“pisacolas”. En este escenario, el conductor observa por el retrovisor un vehículo que se acerca demasiado por detrás, con la consiguiente impresión de riesgo de accidente. A partir de ese momento, el vehículo programado actúa de manera automática sin permitir que haya cambios en la distancia de seguridad entre ambos vehículos aunque el conductor intente acelerar para lograr despejarse de él. Esto ocurre independientemente de la velocidad de partida de nuestro vehículo.

Medidas de ejecución

Una de las mayores ventajas de un simulador de conducción sobre otros métodos de evaluación de conductores es la pronta disponibilidad de medidas precisas y exactas de la ejecución de los usuarios en diferentes momentos a lo largo del recorrido. Esto es posible porque el software encargado de crear y gestionar la animación incluye toda la información necesaria para determinar la posición de los distintos objetos en ella a lo largo de todo el recorrido. Esto permite evaluar la ejecución de los conductores desde una gran variedad de puntos de vista.

Un resumen de las medidas de ejecución puede encontrarse en la tabla 3. Esta tabla no incluye todas las posibles medidas que nuestro simulador puede producir, sino solamente aquellas que hemos encontrado más útiles para nuestros propósitos.

Se explicará a continuación con más detalle las medidas tomadas en relación con la situación de adelantamiento por ser la más interesante de las aquí incluidas. En este caso se trata de evaluar si un sujeto realiza correctamente un adelantamiento. El sujeto se encuentra relativamente forzado a adelantar porque se encuentra con un

vehículo delante que circula a una velocidad anormalmente reducida. Para adelantar, sin embargo, deberá utilizar el hueco que le dejan entre sí una serie de vehículos que circulan por la vía en sentido contrario. El primer hueco que hay es inicialmente demasiado pequeño para adelantar (el conductor no debería adelantar); el segundo y el tercer hueco van aumentando de tamaño progresivamente. Las medidas que tomamos del conductor intentan captar si el sujeto realiza el adelantamiento de forma adecuada o no. Así, la primera medida permite evaluar si se mantiene a una distancia suficiente respecto del vehículo que va a adelantar. La segunda, si en el momento de adelantar al otro vehículo no arranca desde una distancia excesivamente larga o demasiado corta. La tercera, si el hueco que aprovecha es el más adecuado. La cuarta, el tiempo empleado en el adelantamiento. La quinta, si el vehículo que circula en sentido contrario se acerca demasiado peligrosamente a nuestro vehículo. La sexta, la velocidad respecto al vehículo adelantado. Las medidas séptima y octava evalúan la forma en que nuestro vehículo regresa al carril inicial. Finalmente, la novena tiene en cuenta si se ha hecho un buen uso de los intermitentes.

Es necesario destacar algunas de las limitaciones que tiene un sistema automático de medición como el que aquí se plantea. Existen muchas conductas importantes para la conducción que no pueden ser medidas en nuestro simulador. Por ejemplo, la conducta de utilización de los espejos retrovisores es de gran importancia en una situación de conducción, pero nosotros no la evaluamos puesto que nos hemos limitado a aquellas variables que pueden obtenerse automáticamente a partir de la simulación informática. Esta limitación puede

Tabla 3. Medidas utilizadas en el simulador.

<p>Situación: Distancia de seguridad y peligro por vehículo detenido en la calzada</p> <p><i>Medidas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Mínimo de la distancia lateral con respecto al vehículo detenido al sobrepasarlo. – Sumatorio del tiempo en que el tiempo de colisión con el vehículo de delante es menor que dos segundos.
<p>Situación: Comportamiento en curvas sin visibilidad</p> <p><i>Medidas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Media de la distancia lateral con respecto a la línea longitudinal derecha durante la maniobra. – Desviación con respecto a la tangente de la curva.
<p>Situación: Comportamiento ante peligro indeterminado</p> <p><i>Medidas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Media de la distancia lateral con respecto a la línea longitudinal de la calzada. – Media de la velocidad.
<p>Situación: Comportamiento ante vehículo que va “pisando la cola”</p> <p><i>Medidas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Diferencia de velocidad entre conducción normal o con vehículo “pisacolas”. – Velocidad al tomar la curva con vehículo “pisacolas”.
<p>Situación: Adelantamiento</p> <p><i>Medidas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Media del tiempo de colisión con respecto al vehículo de delante. – Distancia longitudinal con el vehículo de delante antes de empezar el adelantamiento. – Hueco utilizado para el adelantamiento. – Tiempo empleado en el adelantamiento. – Tiempo de colisión con el coche que circula por la vía en sentido contrario. – Media de diferencia de velocidad respecto al vehículo adelantado. – Distancia longitudinal con el vehículo adelantado al sobrepasarlo. – Desviación respecto a una trayectoria recta al regresar al sentido habitual de la marcha. – Utilización de los intermitentes.

dar lugar a errores de evaluación que, en caso de considerarse necesario evitar, tendrían que ser corregidos mediante la utilización de otros métodos de evaluación.

Resultados e informe

El planteamiento del proyecto EVICA engloba una labor de asesoramiento al usuario muy importante; por tanto, la impresión que se lleve afecta tanto a la credibilidad como a los resultados obtenidos de su ejecución. Estos resultados son especialmente interesantes por dos razones. Por un lado, se obtiene información acerca de aspectos de la ejecución relacionados con la seguridad vial que son mejorables; por tanto, permite una cierta labor de reeducación del conductor en aquellos aspectos que supongan una conducta de riesgo. Por otro lado, los datos permiten obtener información que puede ser utilizada en investigaciones posteriores.

Atendiendo a esta labor de asesoramiento al conductor, se le entrega un informe final que recoge tres aspectos fundamentales:

- Una imagen de la situación.
- Valores numéricos en relación a las medidas tomadas.
- Recomendaciones textuales en base a esos valores.

Se pretende que el conductor obtenga información relevante sobre su modo de conducir, de cómo ha sabido responder a determinadas situaciones de tráfico y que conozca las implicaciones que esto tiene sobre su seguridad y la de los demás usuarios de la vía.

Conclusiones

EVICA constituye un proyecto de desarrollo tecnológico que ha culminado con la construcción de un simulador de conducción para la evaluación de conductores. No obstante, existen muchas otras aplicaciones de la simulación que es necesario considerar en un futuro cercano. Entre ellas, la formación de nuevos conductores y la evaluación de nuevas tecnologías constituyen dos de los objetivos más cercanos y de gran relevancia social.

Referencias

- Alm, H. y Nilsson, L. (1994). Changes in driver behaviour as a function of handsfree mobile phones: A simulator study. *Accident Analysis and Prevention*, 26(4), 441-451.
- Alm, H. y Nilsson, L. (1995). The effects of a mobile telephone task on driver behaviour in a car following situation. *Accident Analysis and Prevention*, 27(5), 707-715.
- Beideman, L. R. y Stern, J. A. (1977). Aspects of the eyeblink during simulated driving as a function of alcohol. *Human Factors*, 19, 73-77.
- Briem, V. y Hedman, L. R. (1995). Behavioural effects of mobile telephone use during simulated driving. *Ergonomics*, 38(12), 2536-2562.
- Boletín Oficial del Estado (06/06/1997).
- Currie, L. (1969). The perception of danger in a simulated driving task. *Ergonomics*, 12, 841-849.
- Desmond, P. A. y Matthews, G. (1997a). Implications of task-induced fatigue effects for in-vehicle countermeasures

- to driver fatigue. *Accident Analysis and Prevention*, 29(4), 515- 523.
- Desmond, P. A. y Matthews, G. (1997b). The role of motivation in fatigue-related decrements in simulated driving performance. En T. Rothengatter y E. Carbonell (Eds.), *Traffic y Transport Psychology: Theory and Application* (pp. 325-334). Oxford: Pergamon.
- Dott, A. B. y McKelvey, R. K. (1977). Influence of ethyl alcohol in moderate levels on the ability to steer a fixed-base shadowgraph driving simulator. *Human Factors*, 19(3), 295-300.
- Gawron, V. J. y Ranney, T. A. (1988). The effects of alcohol dosing on driving performance on a closed course and in a driving simulator. *Ergonomics*, 31(9), 1219-1244.
- Hancock, P.A. y Parasuraman, R. (1992). Human Factors and Safety in the Design of Intelligent Vehicle-Highway Systems (IVHS). *Journal of Safety Research*, 23, 181-198.
- Jonah, B. A. (1986). Accident Risk and Risk-Taking Behaviour among Young Drivers. *Accident Analysis and Prevention*, 18 (4), 255-271.
- Kennedy, R., Julie, M., Drexler, PH. D. y Compton, D. E. (1997). Simulator Sickness and other Arteffects: Implications for the Design of Driving Simulators. *DSC'97 Driving Simulator Conference*. Orlando. ETNA, TEKNEA.
- Lenné, M. G., Triggs, T. J. y Redman, J. R. (1997). Time of day variations in driving performance. *Accident Analysis and Prevention*, 29 (4), 431-437.
- Mongrain, S. y Standing, L. (1989). Impairment of cognition, risk-taking, and self-perception by alcohol. *Perceptual and Motor Skills*, 69, 199-210.
- Montoro, L., Carbonell, E., Sanmartín, J. y Tortosa, F. (1995). *Seguridad Vial: Del Factor Humano a las Nuevas Tecnologías*. Madrid: Síntesis.
- Parkes, A. M. (1991). Data Capture Techniques for RTI Usability Evaluation. En *Advanced Telematics in Road Transport. Vol. II. Proceeding of Drive Conference* (pp. 1440-1456). Amsterdam: Elsevier.
- Schiff, W., Arnone, W. y Cross, S. (1994). Driving assessment with computer-video scenarios: More is sometimes better. *Behavior Research Methods, Instruments & Computers*, 26(2), 192-194.
- Sivak, M., Soler, J. y Trankle, U. (1989). Cross-cultural differences in driver risk-taking. *Accident Analysis and Prevention*, 21, 363-369.
- Srinivasan, R. y Jovanis, P. (1997). Effect of selected in-vehicle route guidance systems on driver reaction times. *Human Factors*, 39, 200- 215.
- Verwey, W. B. y Zaidel, D. M. (1999). Preventing drowsiness accidents by an alertness maintenance device. *Accident Analysis and Prevention*, 31, 199-211.