INTERACCION
Revista Digital de AIPO
Asociación Interacción Persona-Ordenador
Vol. 5, No1 (2024)
ISSN 2695-6578

Diseño de una Metodología de Evaluación del Compromiso del Conductor con el Sistema ADAS en Simulador

Design of a Methodology for Evaluating Driver Engagement with the ADAS System in Simulator

Xènia Alcoberro Serra
Departamento de Human Factors, Applus IDIADA
Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Producto
Universitat Politècnica de Catalunya, España
xenia.alcoberro28@gmail.com

James Jackson
Departamento de Human Factors, Applus IDIADA
Loughborough University
james.jackson@idiada.com

Daniel Guasch
Departamento de Ingeniería Telemática
Universitat Politècnica de Catalunya, España.
daniel.guasch@upc.edu

Recibido: 31.05.2024 | Aceptado: 07.06.2024

Palabras Clave

Sistemas avanzados de ayuda a la conducción

Evaluación

Interfaz del usuario

Compromiso

Resumen

El artículo describe una metodología desarrollada en el contexto de un proyecto de final de grado en Ingeniería de Diseño Industrial en la Universidad Politécnica de Catalunya (UPC), colaborando con la empresa Applus IDIADA. El objetivo del proyecto es desarrollar una metodología para evaluar el compromiso del conductor respecto a los sistemas avanzados de ayuda a la conducción (ADAS). Gracias a la integración de estos sistemas en la automoción, los conductores cada vez mantienen una conducción más segura en la carretera.

En el transcurso del proyecto, se detalla la propuesta del uso de un simulador de conducción que permite recrear situaciones de emergencia en un escenario del mundo real. El simulador llevará integrados los sistemas de ayuda a la conducción ADAS.

La realización de la metodología se ha realizado con el fin de recoger datos subjetivos derivados de la experiencia de los participantes, como niveles de carga mental y niveles de confianza en los sistemas de ayuda a la conducción. Así como, datos objetivos que nos proporcionarán una visión detallada de la dinámica de la prueba. A partir del análisis de ambos, se obtendrá la evaluación necesaria para concluir este proyecto.

Keywords

Advanced Driver Assistance Systems (ADAS)

Evaluation

User Interface

Commitment

Abstract

The article describes a methodology developed in the context of a final degree project in Industrial Design Engineering at the Polytechnic University of Catalonia (UPC), in collaboration with the company Applus IDIADA. The aim of the project is to develop a methodology to assess driver engagement with advanced driver assistance systems (ADAS). Thanks to the integration of these systems in the automotive industry, drivers are increasingly driving safer on the road.

In the course of the project, the proposal for the use of a driving simulator that allows emergency situations to be recreated in a real-world scenario is detailed. The simulator will have integrated ADAS driver assistance systems.

The methodology was carried out in order to collect subjective data derived from the experience of the participants, such as levels of mental load and levels of confidence in the driving assistance systems. As well as, objective data that will provide us with a detailed view of the dynamics of the test. From the analysis of both, the necessary evaluation will be obtained to conclude this project.

1. Introducción

1.1. Marco contextual

El inicio de "Engage" se remonta a octubre de 2022, momento en el que se empezó a plantear y definir el proyecto en Applus+ IDIADA (Applus, s.f.d.). "Engage" surgió de la necesidad de evaluar sistemas avanzados de ayuda a la conducción (ADAS) a partir del análisis del comportamiento del conductor durante la realización de pruebas de conducción en escenarios específicamente diseñados para el ensayo. El equipo de Human Factors de la empresa Applus+ IDIADA fue el responsable de la ejecución de las fases iniciales de este proyecto.

Antes de centrarse en el objetivo de "Engage", es importante conocer las fases previas del estudio:

La primera fase de ensayos se realizó a finales de 2022, consistió en la definición y validación de una metodología de ensayo usando un vehículo real en pistas de circulación. La segunda fase del proyecto, desarrollada en noviembre de 2023, se centró en el análisis cualitativo de la percepción y preferencias de usuarios representativos de la población con respecto a los sistemas de ayuda a la conducción. Los participantes, previamente seleccionados, proporcionaron sus valoraciones en una actividad de focus group dirigida por el equipo de Human Factors (Pacheco & Salazar, 2020).

El análisis de la evaluación cualitativa de los focus groups junto con los datos recogidos en los ensayos con vehículo real de la primera fase sirvieron para establecer el punto de inicio de la fase del proyecto actual.

Un aspecto relevante para entender "Engage" es la definición del término "compromiso" que da título al proyecto y que debe entenderse como la comprensión, el nivel de confianza y seguridad que tiene el conductor respecto a los sistemas de ayuda a la conducción

La fase actual del proyecto se inició en marzo de 2024 y tiene por objetivo adaptar la metodología de ensayo definida en fases anteriores a un entorno de simulación.

Esto se conseguirá recreando una experiencia virtual fiel a la conducción real, no sólo porque se recoge el patrón de fuerza y movimiento que el ocupante experimenta durante la aceleración, la frenada y el trazado de curvas, sino también por el alto nivel de inmersión que se consigue con la proyección en una pantalla cónica de 9 metros.

En el proceso de aplicación de los sistemas ADAS al vehículo de simulación, hay que identificar previamente qué beneficios aportan a la conducción y que niveles de automatización existen hoy en día.

El principal beneficio de los sistemas que automatizan partes o, la totalidad de la tarea de conducción, proporcionan beneficios significativos en seguridad y comodidad.

Estos sistemas han sido clasificados de acuerdo con el grado de automatización definido por SAE International (SAE Mobilus, 2024). Se definen 6 niveles, desde el nivel 0 donde el conductor humano tiene la responsabilidad total del vehículo, los niveles 1, 2 y 3 implican diferentes grados de responsabilidad compartida, y por último aparecen los niveles 4 y 5, donde el sistema toma el control total de la conducción.

Este ensayo se realiza utilizando un sistema ADAS de nivel 2 (L2), es decir, el conductor tiene responsabilidad del control del vehículo durante la conducción.

Actualmente, en el sector automovilístico, la seguridad es un aspecto que se encuentra en constante evolución. Gracias a los sistemas que se han ido implementando, los accidentes mortales en comparación con el número de vehículos totales en circulación han reducido.

Sin embargo, el hecho de que las ayudas a la conducción sean cada vez más efectivas podría generar la creencia errónea de que el conductor puede disminuir su atención, causada por la sobreconfianza en el sistema o una la mala comprensión de su funcionamiento. Esto podría provocar una respuesta inadecuada ante peligros y situaciones críticas (Li, Magrabi & Coiera, 2012).

1.2 Objetivo

Teniendo en cuenta las reflexiones anteriores, tenemos como objetivo en este proyecto, el diseño de una metodología que relacione la conducta humana con el nivel de asistencia a la conducción en un entorno simulado

La definición de la metodología consiste en aplicar una mejora en las fases anteriores para un posterior análisis, desarrollo y conclusiones robustas.

A su vez, se pretende determinar si existe una tendencia a confiar en exceso en las capacidades del vehículo, lo que podría poner en riesgo la seguridad del conductor. O bien, observar si la tecnología se encuentra más avanzada que las capacidades de compresión del conductor (Castro, Durán & Cantón, 2006).

La consecución de este gran objetivo está supeditada a los siguientes objetivos específicos:

- Rediseñar y readaptar la metodología ya existente
- Asegurar el entendimiento de la prueba a realizar
- Transmitir compromiso y fiabilidad
- Incorporar un espacio adaptado y seguro
- Permitir la realización de los ensayos en simulador
- Analizar el comportamiento del usuario
- Validar la eficacia de la metodología

2. Antecedentes teóricos

Una vez identificados los objetivos establecidos para el seguimiento de este artículo, se procede a introducir los antecedentes del proyecto.

Considerando las tres fases explicadas anteriormente: pruebas en pistas, implementación de resultados a través de *focus groups*, y finalmente, el desarrollo y la implementación de las pruebas dentro de un contexto de simulación. Observamos que, mediante estas fases, cada vez nos acercamos más a una validación completa y óptima de la metodología.

Las pruebas en las pistas de conducción de Applus+ IDIADA permiten la replicabilidad de escenarios del mundo real en un entorno controlado, recogiendo información sobre el conductor, el rendimiento y el comportamiento del sistema.

La incorporación de *focus group* facilita la recopilación de datos cualitativos. Esta complementa los datos cuantitativos obtenidos en la primera fase de conducción. Además, nos proporciona ayuda para perfeccionar la metodología y nos guía a como enfocar las siguientes.

Mientras que en la última fase las pruebas de simulación complementan los ensayos mediante la exploración de una gama más amplia de escenarios y condiciones. Permite la adaptación de la metodología en diversos entornos de conducción, peligros y tareas cognitivas y visuales.

2.1 Pruebas en pistas de ensayo

F. Deiana [6], quien se encargó de la primera fase del estudio, planteó el enfoque principal del proceso. Se centró en analizar el grado de compromiso del conductor respecto al vehículo de prueba y la tarea asignada. Para lograr esto, se empleó una combinación de métricas subjetivas y objetivas. Estas permitieron evaluar tanto el rendimiento como la capacidad de respuesta del conductor en escenarios de emergencia.

Inicialmente, se explicó a los participantes el ensayo al cual se iban a someter, como sería la prueba y condujeron el vehículo con los sistemas ADAS activados por la pista de ensayo (Deiana et al., 2023). El participante seguía a un vehículo guía durante toda la prueba y era obligatorio hacer caso a las indicaciones del conductor de seguridad que iba en el asiento del copiloto.

Posteriormente, se introdujo un evento crítico diseñado para simular una situación de emergencia realista. Este consistió en la aparición repentina de un obstáculo en medio del carril. El evento exigía una respuesta rápida y eficaz del conductor para evitar una colisión. Se planificó para ocurrir durante la penúltima vuelta, con el obstáculo [Figura 2] colocado estratégicamente después de una curva. Este obstáculo permanecía oculto a la vista de los participantes debido a los árboles que bordeaban la curva y al vehículo guía, como se muestra en la Figura 1.

Para garantizar la autenticidad y la relevancia del evento, el vehículo líder ejecutó una maniobra de corte 15 metros antes del obstáculo, replicando así la situación que un conductor experimentaría en un caso de emergencia en la vida real.

Esta cuidadosa planificación y ejecución del evento crítico aseguró que los participantes se enfrentaran a un desafío realista y significativo. De esta manera permitió una evaluación precisa de su compromiso y capacidad de respuesta en situaciones de emergencia.

Durante esta fase inicial, se buscaba evaluar la capacidad del conductor para mantenerse atento y seguir correctamente al vehículo de referencia, a la vez que se adaptaba al entorno de conducción.

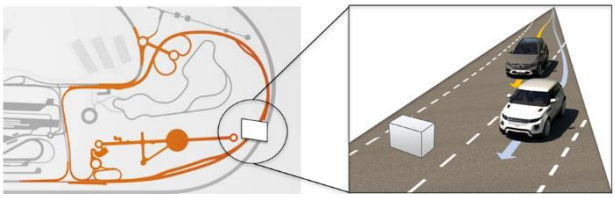

Figura 1. Carretera loop b y descripción de la maniobra

Figura 2. ADAC car Dummy 2D

2.2 Focus groups

Edmunds (Juan & Roussos, 2010) define los *focus groups* como un método de investigación cualitativa que deriva a discusiones con niveles variables de estructuración. Estos están orientados a un tema particular de interés o relevancia, tanto para el grupo participante como para el investigador.

El propósito central de este proceso era conectar participantes de la fase inicial con las opiniones de personas que no habían participado en el ensayo, con el fin de recopilar información sobre sus percepciones. Una vez realizada la prueba se contrastaron los resultados de ambos participantes con y sin conocimiento previo sobre el tema (de la Torre, González-Miguel, 2020).

Para lograr este objetivo, se diseñó una guía de reunión específica destinada a fomentar discusiones profundas y significativas entre los participantes. Esta guía de reunión abarcaba una gran variedad de elementos, desde materiales visuales como videos y presentaciones de diapositivas, hasta recursos auditivos que incluían explicaciones teóricas detalladas. El propósito fundamental de estos estímulos era aportar a los participantes puntos de partida para provocar reflexiones y opiniones, facilitando así su expresión y participación activa en el proceso.

Se estableció una secuencia lógica cuidadosamente planificada para la presentación de estos estímulos, con el objetivo de guiar la discusión hacia áreas específicas de interés y relevancia. Además, se diseñaron preguntas de seguimiento estratégicas para enriquecer y profundizar aún más la conversación. Así, conseguimos una exploración más detallada de las percepciones y experiencias de los participantes. Este enfoque integral y estructurado aseguró que las discusiones fueran productivas, enriquecedoras y reveladoras para todos los involucrados.

2.3 Pruebas en simulador de conducción

Esta última fase se encuentra en actual desarrollo. Tiene el objetivo de introducir pruebas en simulador que ofrezcan una serie de ventajas significativas como la incorporación de tareas y eventos adicionales a la primera fase.

Un elemento clave de esta metodología es la creación de un escenario de simulación que reproduzca de manera precisa y detallada las condiciones del entorno de conducción del mundo real. Se simulará el escenario inspirado en una pista de pruebas dentro de las instalaciones de Applus+ IDIADA. Para ser más específicos, la pista de "Circuito de Dry Handling" [Figura 3], el motivo de elegirla ante otra es porque contiene curvas pronunciadas, desvíos, partes con poca visibilidad para tapar los obstáculos y espacio suficiente para simular un doble carril.

De esta manera, permitirá integrar las tareas y eventos adicionales diseñados para desafiar al conductor y evaluar su capacidad para mantener la atención y realizar múltiples tareas de manera efectiva.

Para enriquecer la recopilación de datos y proporcionar una comprensión más profunda del estado del conductor, se incorporarán tecnologías de seguimiento ocular y sensores fisiológicos. Estos registrarán la respiración y la frecuencia cardíaca, entre otros elementos de instrumentación explicados en el apartado 3.1. Los datos complementarios permiten una evaluación más precisa del compromiso del conductor y su respuesta ante diferentes estímulos y situaciones en el entorno de conducción simulado.

Figura 3. Pista "Dry Handling"

3. Método y procedimiento

El simulador utilizado en este estudio es el simulador dinámico de VI-Grade DiM250 [Figura 4]. Es capaz de generar fuerzas de aceleración longitudinal, transversal y rotacional, permitiendo la simulación de situaciones de conducción complejas y muy realistas. Contiene una configuración dinámica que consigue estos movimientos gracias a una plataforma móvil con nueve actuadores y nueve grados de libertad accionados electrónicamente (Vi-Grade, 2024).

Para replicar un vehículo automatizado L2, equivalente a los utilizados en la fase anterior del estudio. Se implementarán funciones ADAS como LKA, ACC y AEB detalladas en el apartado 3.2.

Figura 4. Simulador de conducción DIM250

3.1 Instrumentación aplicada al simulador

- **VI-Grade:** Programa informático que lleva a cabo un proceso exhaustivo de recopilación de datos, abarca tanto métricas objetivas y subjetivas.
- Evalúa los datos de velocidades, aceleraciones, frenadas, desplazamientos, dirección, etc., es decir, toda la información que tenga relación con la conducción del vehículo.

- **OpenSignals:** En este proyecto se tendrá en cuenta este programa con el fin de capturar con precisión y detalle las reacciones fisiológicas de los usuarios durante la prueba.

Estas hacen referencia a la variabilidad de la frecuencia cardíaca y las mediciones de la respiración. El programa emplea avanzados sensores de ECG (Electrocardiograma) y de respiración, que permiten registrar de forma continua y en tiempo real las fluctuaciones en la actividad cardíaca y el patrón respiratorio de los participantes (Plux, 2024).

- **EyeTracking:** Sistema de seguimiento ocular que se implementará en este estudio por su capacidad de capturar una amplia gama de información crucial sobre el comportamiento visual y la actividad cognitiva de los conductores durante la prueba.
- El sistema determina la concentración de los conductores, proporcionando detalles sobre su nivel de atención y compromiso con la tarea de conducción. Además, el sistema evalúa el seguimiento de los movimientos oculares y la detección de cambios en los patrones de mirada en respuesta a eventos o estímulos inesperados en la carretera. También analiza el comportamiento del iris y las pupilas que dan información adicional sobre el estado emocional y la fatiga de los conductores (Smart Eye, 2024).
- **Cámaras:** Un total de dos cámaras obtendrán una perspectiva global de los movimientos, distracciones y comportamientos realizados en cada momento por el participante. Una enfocará el entorno de simulación para saber en qué evento transcurren los hechos y la otra cámara frontal enfocará al participante.

3.2 Escenario experimental

Durante el desarrollo del ensayo, el conductor se adentrará en una sesión de 60 minutos, dividida en dos segmentos estratégicos.

Los primeros 10 minutos se destinarán a permitir al conductor familiarizarse con el simulador. Prescindirá en este tramo de cualquier intervención de los sistemas de asistencia a la conducción. Esta etapa inicial ofrecerá al conductor la oportunidad de adaptarse al entorno virtual y establecer una base sólida para el tramo principal del ensayo.

Los siguientes 50 minutos serán el núcleo del ensayo, durante los cuales los sistemas de asistencia a la conducción estarán activados.

Esto incluye la configuración del Control Crucero Adaptativo (ACC) a una velocidad constante de 60 km/h, junto con la activación del Asistente de Frenado de Emergencia (AEB), diseñado para intervenir en caso de una situación de pérdida de control del vehículo y finalmente, aparece el Asistente de Mantenimiento de Carril (LKA), para mantener al vehículo automáticamente dentro de las líneas de la carretera simulada.

A lo largo de este período, se completarán aproximadamente 18 vueltas en el recorrido. Durante cada vuelta, el participante recibirá instrucciones específicas del instructor, quien guiará al conductor a través de una serie de tareas predefinidas. De mientras, el participante se enfrentará a eventos y desafíos planteados en el apartado 3.4 del estudio (durante la prueba). Además, el participante responderá a una serie de preguntas, proporcionando respuestas sobre su experiencia y percepción durante el ensayo.

Esta fase nos proporcionará resultados sobre la capacidad del participante para enfrentarse a desafíos inesperados y tomar decisiones efectivas en situaciones de emergencia simuladas.

3.3 Muestra de participantes

Para la realización del ensayo en el simulador de conducción dinámica, se llevará a cabo una selección de 40 participantes que cumplan unos requerimientos específicos diseñados para la prueba en cuestión.

- Muestra de participantes representativos de la población real y externos a la compañía
- Carné de conducir vigente
- Distribución de género
    - 20 hombres
    - 20 mujeres
- Experiencia en conducción de vehículos con sistemas ADAS
    - 30 participantes sin experiencia
    - 10 participantes con experiencia
- Edad:
    - 10 participantes entre 20 y 30 años
    - 10 participantes entre 30 y 40 años
    - 10 participantes entre 40 y 50 años
    - 10 participantes entre 50 y 70 años

Una vez definidas las características de la muestra , procedemos a recoger la siguiente información de cada participante:

- Antigüedad del carné de conducción
- Promedio de kilómetros que recorre al año
- Mencionar si el vehículo propio que utiliza contiene o no sistemas de ayuda a la conducción

3.4 Seguimiento de la prueba

Explicación de la prueba

Una vez el participante llega al centro de pruebas se le dará la bienvenida con una sesión informativa integral presentada en formato de briefing.

Durante esta sesión, se detallarán meticulosamente los detalles de la prueba. Se ofrecerán explicaciones exhaustivas sobre las características y funcionalidades del simulador, se resaltarán

las medidas de seguridad que habrán implementadas y se abordará la importante cuestión de la protección de datos.

En este momento es cuando nos aseguraremos de que los participantes hayan completado el cuestionario previo que evalúa su estado emocional. Este paso es fundamental para comprender su disposición mental antes de iniciar la prueba.

Posteriormente, invitaremos al usuario a ocupar el asiento del conductor, donde se le ofrecerá la oportunidad de ajustar su posición de manejo para garantizar una experiencia cómoda y ergonómica. Además, se le animará a plantear cualquier pregunta o duda que pueda tener con respecto al vehículo y a los sistemas de asistencia a la conducción.

Esta sesión pre - prueba no solo busca asegurar la comodidad y confianza de los participantes, sino también transmitir un entendimiento profundo de los elementos técnicos y operativos del vehículo.

Una vez el participante se siente preparado y cómodo, se iniciará la prueba. Todo este proceso está diseñado con el objetivo de garantizar la máxima familiarización de los participantes respecto el vehículo y la conducción simulada, asegurándonos de que no tengan ninguna inquietud o consulta antes de empezar la prueba.

Durante la prueba

La persona al cargo, desde la sala de control, monitorizará al participante durante la prueba y le irá evaluando a través de diferentes formularios.

La evaluación se llevará a cabo mediante la administración de preguntas elaboradas de acuerdo con los criterios establecidos por dos escalas específicas: la Escala Integrada de Carga de Trabajo (IWS) (Pickup et al., 2005) y la Encuesta de Confianza en el Sistema Automatizado (TASS) (Jian, Bisanz & Drury, 2000).

Se le presentarán al participante en intervalos regulares de 5 minutos, proporcionando así una visión dinámica y detallada de su rendimiento a lo largo de la prueba.

La escala IWS se encarga de evaluar la carga de trabajo mental del participante en una variedad de escenarios. Utiliza una escala detallada de 9 puntos que abarca desde situaciones de baja carga mental hasta aquellas de alta exigencia cognitiva. Por otro lado, la encuesta TASS se enfoca en medir el nivel de confianza del participante durante la prueba. Lo hace empleando una escala graduada que va desde el 0% hasta el 100%, y evalúa respecto la confianza con las capacidades del sistema ADAS y la interacción del participante con el vehículo.

Además de estas evaluaciones continuas, durante la prueba se presentarán una serie de eventos y tareas diseñadas para simular situaciones desafiantes que podrían surgir en la conducción cotidiana.

Los eventos previos a la aparición del obstáculo crítico "*ADAC car Dummy 2D"*, incluyen la realización de acciones como: contestar una llamada telefónica, interactuar con la pantalla digital del vehículo [Figura 5] o leer un mensaje durante la conducción. Al mismo tiempo, se simulan eventos en el entorno de conducción como: el cruce imprevisto de un animal o la aparición súbita de un vehículo en el carril lateral. Serán planificadas cuidadosamente para permitir la evaluación de la capacidad del participante para mantener la atención y analizar la reacción ante distracciones inesperadas.

La realización de estas pruebas en un entorno simulado ofrece un nivel de seguridad y control que sería impracticable en una pista de circulación real, donde tales situaciones podrían representar un riesgo de seguridad (González Díaz, 2017).

Figura 5. Ejemplo de distracción durante la conducción en simulador

Post – prueba

En la etapa posterior a la prueba de conducción, se llevará a cabo al participante un breve cuestionario semiestructurado. Se ha diseñado para capturar tanto sus impresiones como sus observaciones sobre la experiencia vivida durante la prueba. Esta entrevista persigue el propósito de profundizar en la comprensión del aprendizaje del conductor. No solo queremos analizar desde una perspectiva técnica, sino también desde un enfoque emocional y perceptivo.

Durante el cuestionario, se solicitará al participante que comparta sus sugerencias para perfeccionar la metodología, lo cual enriquecerá la perspectiva de desarrollo y mejora continua del proceso.

Se explorarán también las percepciones de compromiso y confiabilidad con el sistema, particularmente con las tareas realizadas. De manera específica, se analizará el manejo del evento crítico final, como la reacción y respuesta de la interrupción debido a la aparición del obstáculo "*ADAC car Dummy 2D"*.

Finalmente, se repetirá al participante el cuestionario realizado en la fase previa a la prueba. Permitiéndonos establecer correlaciones entre su estado emocional antes y después de la experiencia de conducción. De esta manera podremos analizar las posibles influencias emocionales en el desempeño y la percepción subjetiva de la prueba. Este enfoque, que integra tanto aspectos emocionales como técnicos, enriquece la comprensión global del proceso de evaluación y contribuye a la continua evolución y refinamiento de los sistemas ADAS

4. Resultados esperados

Los datos que esperamos extraer de las pruebas abarcan una amplia gama de aspectos cruciales para comprender la interacción entre los participantes y los sistemas de ayuda L2.

En primer lugar, nos enfocaremos en evaluar el nivel de compromiso que los participantes adquieren con respecto a los sistemas ADAS. Además, analizaremos datos subjetivos como los niveles de carga mental experimentados por los participantes y su nivel de confianza en los sistemas de ayuda. Esto nos permitirá comparar su percepción inicial, su adaptación y su nivel de comodidad durante el uso.

Los análisis se realizarán mediante las escalas TASS y IWS, los cuestionarios de hábitos a la conducción y la evaluación de percepción antes y después del ensayo. Se basará respecto la literatura de los artículos (Kemeny & Panerai, 2003; Bella, 2014).

En cuanto a los diferentes perfiles de participantes, examinaremos cómo estos factores influyen en su interacción con los sistemas de ayuda L2. Esto nos proporcionará información valiosa sobre cómo diferentes grupos de usuarios pueden percibir y utilizar estas tecnologías de manera distinta.

Por otro lado, centrándonos en el aspecto técnico de la prueba, analizaremos los datos relacionados con los eventos.

Durante los distintos tramos de la prueba se medirá el tiempo de colisión (TTC) de cada participante, lo que nos permitirá realizar comparaciones entre ellos y llevar a cabo un análisis detallado de sus ensayos realizados.

También extraeremos datos objetivos que nos proporcionarán una visión detallada de la dinámica de la prueba. Incluyendo el tiempo transcurrido durante el ensayo, la posición y la simulación del participante en cada momento. Además, analizaremos el tiempo de reacción ante los eventos y tareas específicas, y finalmente la respuesta del participante frente al vehículo en el instante del evento crítico.

Los datos nos brindarán una comprensión más completa de cómo los participantes interactúan con el sistema y cómo se desempeñan en situaciones desafiantes durante la prueba.

5. Conclusiones y Trabajo Futuro

A través del riguroso proceso aplicado en este estudio, se ha logrado desarrollar una metodología innovadora que representa una evolución significativa respecto a los ensayos previos. Esta metodología no solo ha perfeccionado los procedimientos existentes, sino que también ha introducido nuevas intervenciones de eventos durante la prueba, lo que ha generado una riqueza de reacciones y datos para analizar y considerar.

La integración de estas nuevas tareas y eventos en los escenarios de conducción, permitirá recoger datos más amplios y realistas de las interacciones entre la conducción con sistemas ADAS y su entorno, lo que a su vez, proporcionará una base sólida para identificar áreas de mejora en los sistemas de asistencia y en el diseño de vehículos automatizados.

Este avance no solo mejora nuestra capacidad para evaluar y optimizar la seguridad vial, sino que también nos impulsa hacia un futuro de transporte más seguro, eficiente y automatizado.

6. Propuestas de futuro

La metodología descrita en este artículo se encuentra en constante evolución, y lo que se ha implementado hasta el momento ha demostrado ser altamente efectivo en la evaluación del compromiso de los conductores y en la recopilación de información. Además, permitiendo la realización de ensayos más detallados y arriesgados gracias al uso del simulador. Es crucial destacar que actualmente se está trabajando en una adaptación específica de esta metodología para su aplicación en pruebas en el simulador de conducción, con el objetivo de implementarla en China a lo largo del presente año 2024.

Los próximos pasos se enfocan en la reproducción del entorno de una pista de pruebas en diversos campos de ensayo, donde se introducirá una amplia variedad de vehículos simulados, cada uno con sus propias características distintivas en términos de potencia, sistemas, seguridad y confort, entre otros aspectos. Además, se contempla la expansión del estudio y la metodología a diferentes contextos culturales, así como la transferencia del proyecto a los Estados Unidos para llevar a cabo un análisis comparativo exhaustivo entre Europa, China y los Estados Unidos.

Este enfoque integral garantiza que la metodología no solo se adapte a diversas condiciones y entornos, sino que también permita una comprensión más completa y global del comportamiento del conductor en diferentes contextos y con diferentes tipos de vehículos simulados.

Agradecimientos

En primer lugar, cabe mencionar que este proyecto ha sido basado respecto al desarrollo de mi trabajo de fin de grado. El agradecimiento se lo debo a mis compañeros de Human Factors, por proponerme la opción de realizar esta investigación y abrirme las puertas a su ayuda, desde el primer día de mi incorporación, frente a cualquier duda o inconveniente.

Finalmente agradezco además la confianza de mi tutor de universidad, Daniel Guasch, que ha estado detrás del proyecto dando soporte y guiándome hacia el mejor resultado.

Referencias

Applus. Último acceso: junio 2024). Sobre Applus+ IDIADA | Applus+ IDIADA. https://www.applusidiada.com. https://www.applusidiada.com/global/es/about-us/inbrief

Applus. (s. f.-a). Pistas de prueba en España. https://www.applusidiada.com. https://www.applusidiada.com/global/es/what-we-do/services/pistas-de-prueba-en-espa%C3%B1a

Bella, F. (2014). Driver perception hypothesis: Driving simulator study. Transportation Research. Part F, Traffic Psychology And Behaviour, 24, 183-196. https://doi.org/10.1016/j.trf.2014.04.007

Castro, M., Durán, D., & Cantón, D. (2006). La conducción vista por los psicólogos cognitivos. Boletín de psicología, 87, 35-60.

Deiana, F., Roig, A., Jackson, J., Periago, C., & Ferrer, C. C. (2023). Driver engagement. AHFE International. https://doi.org/10.54941/ahfe1003821

De la Torre, E. H., & González-Miguel, S. (2020). Análisis de datos cualitativos a través del sistema de tablas y matrices en investigación educativa. Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 23(3). https://doi.org/10.6018/reifop.435021

González Díaz J. (2017) Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación, U. De Valladolid (2017). Simulación de conducción con realidad virtual para el estudio de la seguridad y eficiencia del conductor. Universidad de Valladolid. http://uvadoc.uva.es/handle/10324/27572

Jian, J., Bisantz, A. M., & Drury, C. G. (2000). Foundations for an Empirically Determined Scale of Trust in Automated Systems. International Journal Of Cognitive Ergonomics, 4(1), 53-71. https://doi.org/10.1207/s15327566ijce0401_04

Juan, S., & Roussos, A. (2010). El focus group como técnica de investigación cualitativa. http://repositorio.ub.edu.ar/handle/123456789/4781

Kemeny, A., & Panerai, F. (2003). Evaluating perception in driving simulation experiments. Trends In Cognitive Sciences, 7(1), 31-37. https://doi.org/10.1016/s1364-6613(02)00011-6

Li, S. y. W., Magrabi, F., & Coiera, E. (2012). A systematic review of the psychological literature on interruption and its patient safety implications. Journal Of The American Medical Informatics Association, 19(1), 6-12. https://doi.org/10.1136/amiajnl-2010-000024

Pacheco, F. D. R., & Salazar, V. G. P. (2020). Grupos de enfoque: Marco de Referencia para su Implementación. Dialnet. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7878893

Pickup, L., Wilson, J. R., Norris, B. J., Mitchell, L., & Morrisroe, G. (2005). The Integrated Workload Scale (IWS): A new self-report tool to assess railway signaller workload. Applied Ergonomics/Applied Ergonomics, 36(6), 681-693. https://doi.org/10.1016/j.apergo.2005.05.004

Plux (Último acceso: junio 2024) biosignalsplux. (s. f.). PLUX Biosignals. https://www.pluxbiosignals.com/collections/biosignalsplux

SAE Mobilus (Último acceso: junio 2024) J3016_202104: Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles - SAE International. (s. f.). https://www.sae.org/standards/content/j3016_202104/

Smart Eye. (Último acceso:20 marzo 2024). Driver Monitoring System (DMS) - Smart Eye. https://www.smarteye.se/solutions/automotive/driver-monitoring-system/

Stanton, N. A. (2023). Applying ergonomics. Applied Ergonomics/Applied Ergonomics, 109, 103983. https://doi.org/10.1016/j.apergo.2023.103983

Vi-Grade (Último acceso: junio 2024) DIM50 DYNAMIC Simulator | VI-Grade. (s. f.). https://www.vi-grade.com/en/products/dim50_dynamic_simulator/