



Revisión de modelos algebraicos lineales de sistemas de conducción; y recomendaciones de seguridad

Review of linear algebraic models of conduction systems; and security recommendations

Revisão de modelos algébricos lineares de sistemas de condução; e recomendações de segurança

Víctor Miguel Toalombo-Vargas ^I
victor.toalombo@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-9479-6307>

Carlos Ernesto Donoso Vinueza ^{II}
carlosdonoso@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-0626-2469>

José Hernán Negrete Costales ^{III}
josenegrete@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-2678-761X>

Correspondencia: victor.toalombo@esPOCH.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 23 de mayo de 2022 * **Aceptado:** 12 de junio de 2022 * **Publicado:** 8 de julio de 2022

- I. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.
- II. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.
- III. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.

Resumen

El presente artículo se basa en la evidencia del desarrollo de sistemas de ayuda a la conducción, ADAS (Advanced Driver Assistance Systems), que dado un lugar muy importante descenso en el número de accidentes. Los fabricantes de automóviles han desarrollado sistemas para facilitar la labor al conductor en circulación a altas velocidades o de alguna manera avisar al conductor antes situaciones de peligro, bien mediante señales visuales o sonoras. Pero cada uno de estos sistemas presentan el inconveniente de la dependencia de la respuesta al estímulo por parte del conductor o por parte de su entorno al medio. El objetivo básico del trabajo ha consistido en la evidencia científica y recomendación según análisis crítico de cada documento sistemático, tesis de grado y posgrado y artículos científico publicados, con cada una de sus adaptaciones, generando un diferente tipo de metodología y resultados a nivel porcentual para realizar en si mejoras científicas, y adaptaciones extras de sistemas de seguridad tanto a su sistema principal como para cada una de sus metodologías de adaptación. Puede señalarse que con un valor del 98% de las mediciones realizadas por parte de los estudios señala como mejor adaptación la fusión sensorial en la que está inmerso redes neuronales neuronal y visión artificial. La información será utilizada para avisar al conductor o para la actuación automática sobre el freno y la dirección del vehículo, para evitar la colisión.

Palabras Clave: Asistencia; Conducción; Detección; Conductor; Peatones; Sistemas.

Abstract

This article is based on the evidence of the development of driving assistance systems, ADAS (Advanced Driver Assistance Systems), which has given a very important decrease in the number of accidents. Automobile manufacturers have developed systems to facilitate the driver's work while driving at high speeds or in some way warn the driver before dangerous situations, either through visual or audible signals. But each of these systems have the drawback of the dependence of the response to the stimulus by the driver or by his environment to the environment. The basic objective of the work has been the scientific evidence and recommendation according to the critical analysis of each systematic document, undergraduate and postgraduate theses and published scientific articles, with each of their adaptations, generating a different type of methodology and results at a percentage level for carry out scientific improvements, and extra adaptations of security systems both to its main system and to each of its adaptation methodologies. It can be pointed out

that with a value of 98% of the measurements made by the studies, the sensory fusion in which neural networks and artificial vision are immersed is indicated as the best adaptation. The information will be used to warn the driver or for automatic action on the brake and direction of the vehicle, to avoid a collision.

Keywords: Attendance; Driving; Detection; Driver; pedestrians; systems.

Resumo

Este artigo baseia-se na evidência do desenvolvimento de sistemas de assistência à condução, ADAS (Advanced Driver Assistance Systems), que permitiu uma diminuição muito importante do número de acidentes. Os fabricantes de automóveis desenvolveram sistemas para facilitar o trabalho do motorista ao dirigir em alta velocidade ou de alguma forma alertar o motorista sobre situações perigosas, seja por meio de sinais visuais ou sonoros. Mas cada um desses sistemas tem a desvantagem da dependência da resposta ao estímulo do motorista ou de seu ambiente ao ambiente. O objetivo básico do trabalho tem sido a evidência científica e recomendação de acordo com a análise crítica de cada documento sistemático, teses de graduação e pós-graduação e artigos científicos publicados, com cada uma de suas adaptações, gerando um tipo diferente de metodologia e resultados em nível percentual para realizar melhorias científicas e adaptações extras dos sistemas de segurança tanto ao seu sistema principal como a cada uma das suas metodologias de adaptação. Pode-se apontar que com um valor de 98% das medidas feitas pelos estudos, a fusão sensorial na qual as redes neurais e a visão artificial estão imersas é indicada como a melhor adaptação. As informações serão utilizadas para alertar o motorista ou para atuação automática no freio e direção do veículo, para evitar uma colisão.

Palavras-chave: Comparecimento; Dirigindo; Detecção; Condutor; pedestres; sistemas.

Introducción

Debido al crecimiento de la población mundial, y con ello el aumento de vehículos motorizados, los mismos que se han hecho indispensables en el desarrollo de la vida cotidiana es muy necesario tomar en cuenta los accidentes de tránsito producidos en las carreteras, ya que alrededor de 3500 personas fallecen a diario en las carreteras, decenas de millones de personas sufren heridas o discapacidades cada año.[1] En la vía pública los usuarios más vulnerables son los niños, adultos

mayores, peatones y ciclistas. [2],[3]. En vista a esta problemática y a la evolución tecnológica de los sistemas de seguridad, aplicada al mundo automovilístico como al desarrollo de la electrónica y los microprocesadores,[4] se ha considerado el siguiente proyecto de revisión, para la interacción rápida precisa de los sistemas del automóvil para la acción necesaria ante algún peatón.

Los sistemas automáticos de asistencia al conductor, desempeñan una función muy importante dentro del ámbito de seguridad vehicular, es por ello que, por medio de sistemas electrónicos de alerta y acción automática para el reconocimiento de señales de peligro ante algún transeúnte, el mismo que pretende aportar a la seguridad tanto a sus ocupantes como a los peatones. [5]

Dicho proyecto será capaz de tomar decisiones en el vehículo sin la actuación activa del conductor, como los sistemas de frenado automático, alarma o diferentes acciones frente a somnolencia o tipos biológicos sensoriales, todos estos sistemas necesitan de la implementación de sensores en los vehículos; tales como: sensores de posición, de proximidad, cámaras o sensores láser entre otros.[3]

Como objetivo principal es la revisión de los sistemas de detección de peatones mediante visión artificial, el mismo que posea la capacidad de detección de su entorno, adaptación y toma de decisiones bajo un dominio operacional dado, buscando que con cada avance en la tecnología de automatización de vehículos la interacción humana sea cada vez menor.[6]

Por otro lado, en la actualidad, los sistemas de asistencia a la conducción basados en visión artificial son muy empleados en el desarrollo de sistemas de seguridad pasiva, utilizando diversos algoritmos de reconocimiento de patrones. Los mismos actúan bajo estas premisas el trabajo de investigación desarrollado, en el cual describe la utilización de las técnicas de visión artificial mediante descriptores y clasificadores Haar Cascades pre-entrenados para el reconocimiento de patrones especificados en la investigación como peatones y líneas de cruce de carril, lo cual interactúa con el prototipo del sistema avanzado de asistencia al conductor con el objetivo de reducir la cantidad de accidentes de tránsito producidos por el factor humano. El prototipo construido dispone de una base de datos para la documentación de las contravenciones cometidas y accionar alertas.[2]

Metodología

2.1. Diseño: Se realizó una revisión sistemática de documentos dedicados a los sistemas de asistencia a la condición, así como de revisiones sistemáticas y estudios científicos.

2.2. Estrategia de búsqueda: Como primer paso, se llevó a cabo una búsqueda en Google Scholar sobre documentos, artículos y tesis publicados por diferentes sociedades, asociaciones profesionales y profesionales independientes en el contexto internacional sobre métodos sistemas de asistencia a la conducción para mitigar los accidentes en las carreteras, dicha búsqueda se la realizó en el idioma español. Posteriormente, se realizó una búsqueda de un informe mundial sobre prevención de los traumatismos ocasionados por accidentes de tráfico. Para la búsqueda de estudios originales se consultó la base de datos de la Organización Mundial de la Salud Ginebra. No se limitó por año de publicación, aunque se limitó como lengua de los estudios al español. Adicional se analizaron las referencias bibliográficas de los artículos elegidos, con la finalidad de rescatar otros estudios aptos e incluibles para la revisión. Dichos artículos fueron localizados a través de Google Scholar.[7]

2.3. Criterios de inclusión y exclusión: En la búsqueda de información se incluyó todo tipo de documentos contribuidos por las diferentes sociedades y asociaciones profesionales como independientes que explicaban los sistemas inteligentes de transporte en los sistemas de asistencia a la conducción. Con respecto a las revisiones sistemáticas y los estudios científicos se aplicó como criterio de inclusión que los estudios realizados sobre visión artificial, fusión sensorial, Espectro Visible e Infrarrojo, y mediante radar en el que incorporaran conclusiones sobre la disminución de accidentes para la realización de sistemas de asistencia a la conducción.[7],[8],[9],[10], [11]

2.4. Extracción de datos. Tras la búsqueda inicial se localizaron 55 estudios, aunque se excluyeron 30 que no fueron relevantes para el objetivo de esta revisión. Finalmente se seleccionaron 3 revisiones sistemáticas, 22 tesis de grado y postgrado y 10 artículos, en los cuales aparecían métodos y resultados de diversas sociedades profesionales. Para iniciar con la selección, se verificaron los resúmenes y de ser necesario los artículos completos con el fin de decidir si la información que contenían estaba o no relacionada con nuestro objetivo.[7]

2.5. Análisis de los datos. La información analizada se organizó en dos subapartados: uno dedicado a la detección mediante imágenes por distracción del conductor y otro dedicado a la detección de obstáculos o imágenes externas. Del conjunto de estudios analizados se extrajo, para cada grupo de población, información de diferentes variables. En los documentos de revisiones sistemáticas sobre informes de accidentes las variables fueron: índice de mortalidad, heridas y discapacidades debido a accidentes automovilísticos. De las tesis de grados y post-gradó se extrajo información sobre metodología en sistemas inteligentes y aplicación de fórmulas estadísticas y

físicas para la colaboración de los resultados. De los artículos científicos originales se tomó información sobre autoría, revista en la que estaba publicado y año de publicación, país donde se efectuó el estudio, tipo de estudio, sujetos y origen, medida de resultado, y conclusiones.[7]

Desarrollo y discusión

3.1. Detección de imágenes por distracción conductor: En esta tesis doctoral presenta un sistema para la detección de la somnolencia del conductor, basado en análisis de los ojos, en el cual dictamina la capacidad de adaptarse a cualquier persona, trabajando en tiempo real, bajo condiciones de iluminación y reales de conducción, generando en cada instante un índice de somnolencia que mide el estado de vigilia del conductor. [10]

De igual manera en otra tesis doctoral se ha desarrollado un sistema de aparcamiento automático ante la detección de somnolencia del conductor, el cual se ha realizado la implementación de un robot tipo car-like, el cual es controlado por el usuario de manera inalámbrica a lo largo de la pista. [12]. Lo mismo se desarrolla un sistema que detecta somnolencia en conductores, este sistema forma parte de los llamados sistemas avanzados de asistencia al conductor (S.A.A.C), el mismo que posee tres labores relevantes: detectar rostros, detectar ojos, y analizar el estado del conductor. [13]. De la misma forma en México se realizó esta tesis que presenta el desarrollo de un sistema de asistencia no intrusivo para la detección de somnolencia en tiempo real, que alerta al usuario si es necesario, todo esto como método de reducción en el número de accidentes causados por somnolencia. El dispositivo desarrollado está basado en el monitoreo de ritmo cardiaco debido a que el sistema nervioso autónomo afecta el latido del corazón de una persona con somnolencia, basando sus estudios en la metodología seis sigma para el desarrollo de productos. [14] En otro país de igual forma se presenta este estudio que plantea una técnica, basada en el procesado de imágenes monoculares, teniendo como objetivo principal la detección, seguimiento y caracterización de la apertura de los ojos, que trabaja automáticamente con distintos usuarios y en situaciones de conducción real. A partir de esta información y de otras señales relativas a la conducción, se infiere la somnolencia del conductor. Las señales relativas al usuario se han conseguido de una extensa colección de videos de la cara de diferentes conductores, en simulación y en condiciones reales, en estado normal y de privación de sueño.[15]

En Ecuador se presentó este estudio se ha creado un prototipo de un sistema de control del estado de somnolencia en conductores de vehículos, el sistema aplica la visión por artificial o visión por

computador y la oximetría de pulso, él se creó utilizando C++ con OpenCV para la detección de ojos abiertos o cerrados, distracción y orientación, esto mediante técnicas de visión artificial, y se usa la oximetría de pulso que está compuesto por un fotodiodo que detecta la cantidad de luz que incide un led rojo (660nm) y un led infrarrojo (940nm) al atravesar el tejido del dedo de la mano la cual posibilita calcular la oxigenación de la sangre y el ritmo cardíaco.[16]

En resumen, la mayoría de las asociaciones y profesionales independientes recomiendan detección de imágenes del rostro, o de ojos para procesarlos y realizar alguna acción como frenado automático o reducción de velocidad a larga distancia, con el objetivo de evitar algún accidente en la carretera, de la misma forma se encuentran evidencias suficientes para hacer esta recomendación (tabla 1).

Tabla 1. Metodología sobre detección de rostro en el conductor

Organización/Institución/Academia	Metodología	Profesional que realiza proyecto
Universidad Carlos III de Madrid/ Carrera de Ingeniería Industrial y Automática	Procesamiento de imágenes e Inteligencia Artificial.	Marco Javier Flores Calero
Escuela Politécnica Nacional/ Ingeniería Eléctrica y Electrónica	Procesamiento de imágenes e Inteligencia Artificial con mapeo de rutas	Jhon Ivan Pilataxi Pilataxi
Universidad Nacional de Trujillo/ Escuela de Informática	Visión Artificial para detección de rostros, ojos y analizar el estado del conductor.	Juan Carlos Crespín Luis
Universidad Autónoma de Querétaro	Sensor de ritmo cardíaco y oxímetro	Juana Guadalupe Herrera Pérez
Universidad de Alcalá/ Escuela Politécnica superior/ Departamento de Electrónica	Sistemas ADAS, mediante visión por computador	Iván García Daza

Universidad Técnica de Ambato/ Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones	Fusión sensorial, visión artificial, sensor de ritmo cardiaco y oxímetro	Wilfrido Leonel López Romero
Universidad Politécnica de Madrid/Departamento de Informática, Ingeniería Eléctrica y Electrónica	Sensores de monitorización de entorno median inteligencia artificial	Alvaro Belloso Esteban
Universidad Carlos III de Madrid/ Carrera de Ingeniería Industrial y Automática	Sistemas ADAS, mediante visión por computador	Juan Luis Cazorla Aláez

3.2. Detección de obstáculos o imágenes externas: Durante el estudio a través de la conducción de un coche semiautónomo con nivel de automatización entre 2 y 3 muestra dos casos de estudio desarrollados a través de aproximación experimental sobre la capacidad de la infraestructura viaria urbana para acoger los sistemas semiautónomos de conducción en el que se registra en diversas configuraciones las anchuras de carril, tomando en cuenta si cumplen con el mantenimiento del control automatizado o la cesión de este al conductor.[6]

En cuanto a la detección de peatones se está convirtiendo en un foco de creciente interés dentro del ámbito automotriz, al permitir incrementar la seguridad vial de los elementos más vulnerables de la carretera, si se dotase de esta capacidad a los vehículos, a través de sistemas de detección de peatones basados en visión, pueden jugar un papel importante dentro del ámbito de seguridad vial en el cual el elemento fundamental es la cámara embarcada en el vehículo, ya que proporciona la información del entorno en base a la cual se decide si existe o no riesgo de colisión.[11] De igual forma un proyecto se centra en desarrollar una metodología para la evaluación de los nuevos sistemas avanzados de asistencia a la conducción PRE-CRASH que incorporan los vehículos basados en sistemas electrónicos de detección de vehículos y peatones. Estos innovadores sistemas permiten mejorar la seguridad activa de los vehículos anticipándose a cualquier posible riesgo de colisión y avisando al conductor en el caso que exista dicho riesgo.[17]. En España se presentó este proyecto que trata de abordar el problema de la detección automática de peatones en un contexto automovilístico utilizando diferentes sensores, los mismos cuentan con dos cámaras y un LRF

(laser rangefinder o telémetro láser). El sensor láser que se utilizará es capaz de medir distancias en tiempo real. Combinando esta información de distancias con la información obtenida de las cámaras procesada usando técnicas de visión artificial, se espera poder establecer patrones de información sensorial correspondientes a los peatones y por tanto detectarlos.[18]. De igual manera este proyecto trata sobre la misma metodología que tiene como fin el estudio de los distintos sistemas de detección y seguimiento de peatones que existen actualmente y el diseño de un sistema de detección y seguimiento de la trayectoria de peatones en las vías públicas, a partir de los datos proporcionados por un escáner láser y una cámara de visión estéreo, para su posterior procesamiento y ejecución de acciones tales como seguimiento y predicción de la trayectoria de los peatones y avisar al conductor de una posible colisión si fuera necesario.[19]. Sin recabar se presenta otro proyecto en España que se centra prioritariamente en proteger a los peatones de las vías urbanas, pues son los mayores afectados en los accidentes producidos en este tipo de carreteras. El objetivo es diseñar un algoritmo basado en la visión estéreo capaz de detectar a los usuarios de vías urbanas complejas de forma rápida y precisa de tal forma que el conductor tenga constancia en todo momento de los peatones que se encuentran delante de su vehículo. [20].

Una de las acciones fundamentales para la seguridad del conductor, en el cual todos los sistemas de frenado actuales cuentan con circuitos independientes que permiten frenar con seguridad en caso de que alguno falle. Entre los mejores se encuentran los antibloqueo (ABS) que reducen la distancia de frenado manteniendo la capacidad de cambiar de dirección para evadir obstáculos, ya que no bloquean las ruedas. [4]. En el país de Ecuador se desarrolló un trabajo se describe el análisis, desarrollo y creación de un prototipo de sistema avanzado de asistencia al conductor empleando visión artificial en vehículos de transporte público para la prevención de accidentes de tránsito en la ciudad de Ambato, para lo cual se analizaron las tecnologías empleadas en sistemas avanzados de asistencia al conductor (SAAC) vigentes en el mercado, como también se estudiaron los algoritmos aplicados con visión artificial en SAAC, basado en la utilización de software libre mediante la programación en Open CV, Phyton y el apoyo de herramientas para el reconocimiento de patrones empleando técnicas de visión artificial, con el uso de dichos elementos se realiza el procesamiento necesario para la detección de obstáculos definidos como peatones, líneas de carril y la activación de alertas visuales y sonoras en caso de que se presenten infracciones en el recorrido de los autobuses, para el reconocimiento de estos obstáculos se utiliza una cámara propia de Raspberry pi.[2]

Proyectos importantes se han desarrollado en Ecuador en el cual el siguiente proyecto de investigación se diseñó, e implementó un sistema electrónico de alerta automática para el reconocimiento de señales de tránsito en tiempo real, denominado SERSETRA; cuya estructura cuenta con librerías de visión artificial, las cuales son muy potentes en la interpretación, detección de objetos en tiempo real, el prototipo detecta y reconoce las señales de tránsito, ya sea del grupo de señales reglamentarias, preventivas o informativas. El objetivo de SERSETRA, es proporcionar mayor seguridad al momento de conducir un automóvil, otorgando al conductor la ventaja de recibir una alerta audible ante la presencia de una señal de tránsito. Además de la advertencia sonora, el prototipo detalla la distancia a la que se encuentra el vehículo con respecto a la señal de tráfico y el respectivo nombre de la señal.[21]

Tabla 2. Metodología sobre detección de obstáculos y peatones

Organización/Institución/Academia	Metodología	Profesional que realiza proyecto
Universidad Carlos III de Madrid/ Ingeniería Industrial	Algoritmo basado en la visión estéreo	Natalia Morán Cruz
Univesitat Politècnica de València/ Escuela Técnica superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	Visión artificial y mapeo de rutas de caminos	Erick Miguel Marte Collado
Univesitat Politècnica de Catalunya	Análisis de las tecnologías y sensórica en sistemas Pre-Crash.	Muñoz Zoilo
Universidad Carlos III de Madrid/ Ingeniería Informática	Dos cámaras y un LRF (laser rangefinder o telémetro láser).	Almudena Domínguez Fernández
Universidad Técnica de Ambato/ Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones	Visión artificial par programación en Open CV, Phytion	Pico Aponte Grecia Magaly

Universidad Carlos III de Madrid/ Ingeniería Técnica Industrial. Especialidad en Electrónica industrial	Escáner láser y una cámara de visión estéreo	Jorge Guerra del Castillo
Universidad Técnica de Ambato/ Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones	Reconocimiento de señales de tránsito en tiempo real, denominado SERSETRA	Fausto Eduardo Sailema Chicaiza
Universidad Carlos III de Madrid/ Carrera de Ingeniería Industrial y Automática	Visión artificial con sensores LiDAR (Light Detection and Ranging), y sistema de tracking,	Carlos Melero Vilches
Universidad Carlos III de Madrid/ Carrera de Ingeniería Industrial y Automática	Sistema antibloqueo de Frenos ABS, por tacómetro o control de velocidad	Jaime Álvarez Pérez
Universidad Carlos III de Madrid/ Carrera de Ingeniería Industrial y Automática	Procesado de imágenes y nubes de puntos mediante visión artificial.	Diego Martínez González
Universidad Carlos III de Madrid/ Carrera de Ingeniería Industrial y Automática	Detección de peatones mediante aplicación Haar-like, seguimiento APP.	Jéssica Cecibel Arrobo

El propósito es la determinación de una interfaz del conductor que faculte transmitir la información de manera clara y eficaz, con especial empeño en conjuntos de individuos con algún tipo de capacidad limitada, incluyendo a personas denominadas como adultos mayores, indagando, además que posea un diseño accesible y utilizable para todos los usuarios. El diseño de esta interfaz

resulta complejo como salida de los sistemas ADAS para que sean verdaderamente eficiente. El procedimiento de priorización también se ha tomado en cuenta, debido a que la interfaz se debe adaptarse a diferentes modelos de usuarios, con diferentes características. Aquello envuelve que las prioridades Cambiarán en función del tipo de conductor, debido a que sus tipologías determinarán que información resulta más importante para cada uno de ellos. También se verifican las primordiales técnicas y recomendaciones usadas para el diseño. En lo concerniente a la presentación de información toma en cuenta que no se deben ubicar demasiados objetos en la pantalla, y los ya existentes deben estar muy bien distribuidos. Cada uno de los elementos visuales influye en el conductor no sólo por sí mismo, sino también por su mezcla con el resto de los elementos.

Elementos de diseño de pantalla y su percepción visual - Análisis de Color: Es probablemente el elemento de la interfaz que con más frecuencia es mal utilizado. El color comunica información, como, por ejemplo, reforzar mensajes de error. El color debe atraer la atención, pero no cansar después de un tiempo visualizándolo. Análisis de Audio: El sonido debe utilizarse para avisar, no cuando no añade nada nuevo. Debe considerarse cuándo es más adecuado que la información visual, identificar el sonido adecuado y la personalización (volumen y desactivación). En referencia a la usabilidad y accesibilidad de la interfaz para los usuarios se debe conocer el tipo de conductor e identificar las características que los distinguen resulta esencial para poder efectuar un sistema usable y accesible. Para las tareas se debe conocer la manera en la cual el conductor las tareas que debe hacer y las influencias que se presentan en el entorno. La participación resulta de suma importancia contar con los usuarios en todo momento, para así facilitar la evaluación del diseño final. En el uso equitativo se procura conseguir la mayor igualdad entre todos los conductores que vayan a utilizar la aplicación. Las características funcionales como la flexibilidad para la utilización para evitar errores y facilitar modalidades de uso. La flexibilidad hace alusión a la adaptación de la herramienta en las situaciones que rodean al conductor y al uso adecuado de la aplicación. Para el uso sencillo e intuitivo del diseño de la aplicación debe ser sencillo de manejar, indiferente de la experiencia que posea el usuario con la misma, debido a que una aplicación intuitiva merma el proceso de aprendizaje de esta. El principio de la información perceptible hace referencia a que la aplicación debe ser eficiente al momento de comunicar la información necesaria para el conductor, subsanando las condiciones ambientales o las capacidades sensoriales, desde el diseño de otras interfaces de usuario, se han implementado las siguientes normas como > accesibilidad la cual no debe usarse el color como única fuente de información,

también se debe evitar presentar componentes que parpadeen o destellen con una frecuencia entre 2 y 50 Hz, la interfaz de usuario debe ser adaptable a la configuración de contraste como el color, tamaño y sobre todo atributos de visualización que haya precisado el usuario, por otra parte debe establecerse al menos un modo de presentación de información visual que sea comprensible sin estar en manos del sonido, y por último deben proporcionarse mezclas de colores que hayan sido diseñadas tomando en cuenta las necesidades de las personas con deficiencias visuales. En las revisiones sistemáticas de estudios científicos se analiza los comportamientos de los conductores a nivel psicológico y biológico en el que recomiendan acciones de tipo personalidad y física: tales como trabajar en horas establecidas y mitigar los problemas en aspectos sociales, económicos, familiares, etc. [22],[1],[23]

Con respecto a los estudios originales y artículos científicos publicados, se encontró un sistema avanzado de asistencia a la conducción (SAAC) diseñado para detectar automáticamente la somnolencia y la distracción del conductor mediante visión artificial. Este sistema tiene como objetivo principal localizar el rostro y los ojos del conductor para analizarlos a través del tiempo y generar un índice de somnolencia y uno de distracción. [24]. De igual forma en otro proyecto como objetivo básico del trabajo ha consistido en la detección automática, mediante técnicas de radar y redes neuronales, de cuerpos que se encuentren delante de un vehículo, tanto vehículos como peatones, para aumentar la seguridad.[25]. En IEEE Latin American se desarrolló este proyecto que trata sobre un nuevo clasificador para discriminar entre la persona y el fondo, bajo parcial oclusión. Para construir el clasificador, el HOG (Histograma de gradientes orientados) junto con el SVM (Support Vector Machine) e IL (Logic Inference) algoritmos.[26]. En España se realizó un proyecto para la detección de peatones se divide en dos algoritmos principales que hacen uso de información visual en el dominio visible y en el infrarrojo lejano, para poder hacer frente a las distintas iluminaciones del entorno. En el algoritmo basado en luz visible, los obstáculos que sobresalen del suelo son detectados mediante técnica de v-disparity, y posteriormente clasificados.[27]

En el caso de limitación sensorial que existen en la asistencia a la conducción proyectos cuyo objetivo es proteger a los peatones puede deberse a que detectar peatones con un sistema artificial es una tarea muy complicada, en el que los sensores de distancias, como el radar o el láser, tienen la ventaja de ofrecer medidas de distancias directas. Entre sus desventajas destacan su baja

resolución y la tendencia a interferir con otros sensores próximos, esto como desventaja de los sistemas. [28]

Tabla 3. Metodología sobre detección del rostro en el conductor

Organización/Institución/Academia	Metodología	Profesional que realiza proyecto
ELSEVIER/ Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial	Visión por Computador e Inteligencia Artificial	Marco J.Floresa, José M. Armingol M, Arturo de la Escalera
Grupo de investigación en Interfaz multimodal para asistencia de conducción (ComVIDAS)	Procesamiento de imágenes e Inteligencia Artificial con mapeo de rutas	Juan Pablo Torres Buitrago, Richard Fabian Londoño Arango, Víctor Manuel Peñeñory.Phd, Andrés Hurtado Banguero,

Tabla 4. Metodología sobre detección de obstáculos y peatones

Organización/Institución/Academia	Metodología	Profesional que realiza proyecto
Universidad de Cantabria	Sistemas ADAS, mediante visión por computador	F. Viadero Monasterio, J. Pérez Oria, L. Alonso Rentería
IEEE Latin America transactions	HOG (Histograma de gradientes orientados) junto con el SVM (Support Vector Machine) e IL (Logic Inference) algoritmos	M. Flores-Calero, M. Aldaz, J. Lázaro, A. Gardel, N. Onofa, and B. Quinga

Universidad Carlos III de Madrid/ Carrera de Ingeniería Industrial y Automática / ResearchGate	Algoritmo de detección de peatones basado en visión estéreo y contornos deformables.	C. Hilario, J. M. Collado, J. M Armingol, A. de la Escalera
Universidad Técnica de Ambato/ Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones	Visión Artificial, con Haar Cascades que trabaja bajo la herramienta de Open CV,	Grecia M. Pico A; Franklin W. Salazar L.
Universidad Técnica de Ambato/ Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones	Análisis y sistemas SERSETRA	Fausto E. Sailema C., Marco A. Jurado L.

Resultados

Una vez analizado la metodología de cada una de la tesis, artículos científicos y documentos sistemáticos se realizó un promedio de resultados para cada detección de imágenes tanto para el conductor como para detección de obstáculos que pueden ser peatones o automóviles en sí; se llegó a los resultados de sistema porcentual expresada en la tabla 5.

Tabla 5. Resultados en porcentaje de metodologías sobre detección de obstáculos y peatones

Metodología	Resultados		Conclusiones
	Detección de imágenes al conductor	Detección de obstáculos y peatones	
Visión Artificial/ Visión por computadora	96.50%	85%	Los resultados se obtuvieron a partir de un promedio en cada uno de los proyectos, y se obtuvo que en la detección de fatiga o somnolencia del conductor es probable mitigar o eliminar un accidente en a carretera que la detección de obstáculos, debido a muchas interferencias físicas (día, noche).
Análisis y sistemas SERSESTRA		70%	3000 muestras positivas y 4000 muestras negativas, dando como resultado que no es factible este tipo de sistema debido a la complejidad de detección en entornos de señales y privaciones de actos de los peatones
Fusión sensorial	99%	98%	Se puede exhibir que este tipo de metodología es la que mejores resultados se obtuvo, debido a que contiene la combinación de cámaras y sensores analógicos, dando como resultado una mejor respuesta del sistemas y más precisión para la acción.
HOG y SVM		96%	Es un método muy factible, pero limitante para detección de entornos
Inteligencia Artificial con mapeo de rutas		90%	Resultado esperado en mapeo de rutas mediante GPS pero su respuesta no es tiempo real, tiene retrasos en el sistema, con una adaptación de mejora podría mejor su respuesta

Sistema antibloqueo de Frenos ABS, por tacómetro o control de velocidad		98%	Este sistema se limita al control d velocidad para la protección pasiva, es decir solo para las personas dentro del vehículo, no es aconsejable para el tema de estudio
Fusión sensorial, visión artificial, sensor de ritmo cardiaco y oxímetro	98%		Resultado esperado debido a la fusión de sensores, para la detección de ánimo del conductor, ambiente y percepción del conductor.
Sistemas de detección por radar		85%	En las comunicaciones mediante radar se observa un porcentaje alto, pero con algunas desventajas debido a distorsiones y recolección e datos erróneos

Discusión

Como recomendaciones explícitas se puede obtener la conclusión que para la asistencia a la conducción mediante métodos inteligentes existen recomendaciones tanto restrictivas como laxas sobre la inserción de metodologías inteligentes en la asistencia a la conducción. Las asociaciones profesionales con intereses en la asistencia suelen ser más prácticas y con mejores resultados en la interpretación y detención tanto de obstáculos como de ánimo del conductor. En la actualidad hay un gran auge de algoritmos o programas de asistencia a la conducción mediante plataformas de programación (Arduino, RaspBerry, microchips, etc), en concreto, en países como España, existe gran entusiasmo respecto a estos proyectos, especialmente en los referidos a la detección de obstáculos y carriles para la acción predeterminada. Se trata además de uno de los países que albergan gran número de accidentes automovilísticos según la Organización Mundial de la Salud Ginebra la misma que según documentos sistemáticos se realizan recomendaciones estrictamente sobre el conductor y sus niveles de ánimos, sociológicos, familiares y económicos. Sin embargo, los argumentos de las sociedades profesionales están basados en intereses corporativos más que en la evidencia científica.[7],[29],[30]

Aunque las bases de datos consultadas albergan un volumen importante de información sobre resultados positivos, probablemente exista información científica sobre el tema objeto de estudio que no haya sido identificada en ellas. Por otra parte, la búsqueda manual realizada para identificar

parte de los documentos incluidos ha permitido establecer un promedio estadístico para el análisis de los resultados según su importancia. [7]

Los accidentes automovilísticos aumentan debido a niveles sociológicos, económicos y familiares de los conductores, provocando en muchas veces pérdidas de la razón. En un estudio llevado a cabo en la Organización Mundial de la Salud Ginebra dio como resultado que 3500 personas fallecen a diario en las carreteras, decenas de millones de personas sufren heridas o discapacidades cada año. Cabe recalcar que aún no hay datos de alguna organización verídica sobre los resultados comprobados en accidentes automovilísticos con la adaptación de alguno d estos proyectos, por lo que es muy factible realizar más eventos y muestras de cada resultado y obtener un promedio estadístico real y fehaciente. [7]

Además, cuando no se realiza los suficientes sistemas de seguridad para cada uno de proyectos puede provocar mayor nivel de accidentes, debido a que cada adaptación manipula los sistemas de los automotores, tal como los frenos ABS, los sistemas de iluminación y eléctricos, por lo que debe existir una restricción para los niveles de seguridad tanto activa como pasiva para la adaptación de los mismos al entorno social automotriz. No se puede pensar que los procesos y adaptaciones pueden ser 100% seguras y confiables, hay que tener en cuenta que estos proyectos se dirigen a automotores con ningún daño mecánico, eléctrico o electrónico, ya que de lo contrario las consecuencias de la prevención también pueden ser perjudiciales, puesto que ninguna que no existirá seguridad medular o principal por lo que es necesario ser cautos a la hora de recomendar en la marca de automóvil. Los continuos procesos de investigación dan lugar a que se produzcan modificaciones en los en lo algoritmos y mejorarlos, esto es una buena opción y ventaja antes de producirlo al mercado recurrente. Por ejemplo, en un proyecto de Toyota company se adaptó la detección de obstáculos dando como resultado la disminución de velocidad, dando buenos resultados, pero una vez realizado muchos métodos de prueba y error, aunque en nuestro país aún no llegan dichos automotores con esa tecnología. Otro de los aspectos importantes a la hora de realizar el test utilizado, los test deben no deben ser simples, al contrario, deben ser complejos, seguros y precisos. También se sugiere que los test utilizados sean rápidos, muy coordinados y se puedan realizar fácilmente por los distintos profesionales de la investigación e ingeniería, siendo necesario realizar un estudio exhaustivo antes y después d e las pruebas para la facilidad de comprensión intervención de mejoras. Hay mucha menos información sobre los test de accidentes automovilísticos después de la adaptación de alguna organización mundial o regional, debido a que

en la población no existe cooperación y no se han encontrado estudios comparativos entre cada uno de los proyectos. [7]

En conclusión, la adaptación de proyectos con Fusión sensorial es la mejor adaptación para evitar un accidente automovilístico, con un porcentaje de validez del 98% en cuanto a test interno. Cabe recalcar que no existe evidencia por alguna organización territorial o mundial que permita recomendar una adaptación 100% al medio, pero si como temas de investigación y análisis de mejora. El que no exista suficiente evidencia no quiere decir que el que las adaptaciones al medio no tengan valor, sino que este valor no se ha identificado y cuantificado de manera adecuada, al igual que tampoco se han encontrado mucho desfase entra datos positivos y negativos al momento de realizar los respectivos test durante el turn on de cada proyecto. Como se ha señalado previamente, la adaptación se debe siempre regir a la marca, modelo y situación mecánica del automotor, sobre todo en autos de uso público. Sería recomendable, además, que las diferentes asociaciones se centrasen en realizar recomendaciones basadas en una base a organizaciones estadísticas de accidentes y no simplemente en base científica. También sería necesario identificar el personal especializado más apropiado para realizar estos test más apropiada con los que se consigan obtener mejores resultados.[7]

Conclusiones

En conclusión, la adaptación de proyectos con Fusión sensorial es la mejor adaptación para evitar un accidente automovilístico, con un porcentaje de validez del 98% en cuanto a test interno. Cabe recalcar que no existe evidencia por alguna organización territorial o mundial que permita recomendar una adaptación 100% al medio, pero si como temas de investigación y análisis de mejora.

Sistema antibloqueo de Frenos ABS, por tacómetro o control de velocidad es una buena opción, pero tiene limitaciones al momento de alguna falla electrónica en la recolección de datos a través del tacómetro, lo que es aconsejable un buen sistema de seguridad para controlar tanto la adaptación con el sistema principal de automóvil.

En las comunicaciones mediante radar se observa un porcentaje alto, pero con algunas desventajas debido a distorsiones y recolección de datos erróneos, al momento de cambios físicos al medio, pero en conclusión es una buena adaptación al rango científico.

Resultado esperado en mapeo de rutas mediante GPS pero su respuesta no es tiempo real 100%, tiene retrasos en el sistema, con una adaptación de mejora podría mejorar su respuesta.

Análisis y sistemas SERSESTRA se obtuvo 3000 muestras positivas y 4000 muestras negativas, dando como resultado que no es factible este tipo de sistema debido a la complejidad de detección en entornos de señales y privaciones de actos de los peatones.

Agradecimientos

Agradezco a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por permitirme formar parte de este proceso académico, así mismo a los organizadores de la SECTEI 2021 que contribuyen al crecimiento científico de los participantes y de la Institución.

Referencias

1. Organización Mundial de la Salud, “Informe Mundial Sobre Prevención De Los Traumatismos Causados Por El Tránsito,” World Heal. Organ., pp. 52–53, 2004, doi: 10.1016/S1131-3587(07)75236-6.
2. G. M. P. A and F. W. S. L, “Sistema Avanzado de Asistencia al Conductor Empleando Visión Artificial en Vehículos de Transporte Público,” 2019.
3. D. M. González, ““ Desarrollo de Interfaz para Visualización de Algoritmos de Asistencia a la Conducción ,”” 2018.
A. Sergio and S. Rábano, “Detección de Vehículos en Entornos Viarios Índice General,” p. 103, 2015.
4. F. E. Sailema and M. A. Jurado, “Reconocimiento De Señales De Tránsito Reglamentarias ,” pp. 1–9.
5. E. Tecnica, S. D. E. Ingenieros, and C. Y. Puertos, “Sistemas de conducción semiautónoma en vías urbanas,” 2018.
6. E. M. L. Andújar, C. Álvarez-Dardet, and D. Gil-González, “Evidencia científica y recomendaciones sobre cribado de agudeza visual. Revisión bibliográfica,” *Rev. Esp. Salud Publica*, vol. 86, no. 6, pp. 575–588, 2012.
7. J. Álvarez Pérez, “Aplicación para seguridad vial en vehículo inteligente,” 2013.
8. T. F. De Grado, ““ Aplicación Android para Seguimiento de Peatones en Entornos Viarios ’ Viarios Jéssica Cecibel Arrobo Sarango,” 2016.

9. M. J. Flores Calero, “Sistema avanzado de asistencia a la conducción mediante visión por computador para la detección de la somnolencia,” p. 219, 2009.
10. C. Hilario, “Detección de Peatones en el Espectro Visible e Infrarrojo para un Sistema Avanzado de Asistencia a la Conducción,” Tesis Dr., pp. 1–245, 2008.
11. M. Edy Susanto, “~~濟無~~No Title No Title,” J. Chem. Inf. Model., vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2019, doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
12. E. I. Gutierrez Ruiz and R. T. Velasquez Vasquez, “Ca At C Ic As Ca,” p. 128, 2019.
13. “No Title 复杂产品数字样机多性能耦合分析与仿真的若干关键技术研究 及其应用.”
- I. García Daza, “Detección de fatiga en conductores mediante fusión de sistemas ADAS,” Univ. Alcala, Esc. Politec. Super., p. 130, 2011.
14. W. L. López Romero, “SISTEMA DE CONTROL DEL ESTADO DE SOMNOLENCIA EN CONDUCTORES DE VEHÍCULOS Trabajo,” Univ. Técnica Ambato, p. 122, 2016.
- I. Para et al., “Projecte fi de carrera,” 2012.
15. “Autor : Almudena Domínguez Fernández,” 2011.
16. Jorge Guerra del Castillo Fernando, “Detección y seguimiento de peatones mediante fusión sensorial.”
17. N. M. Cruz, “INGENIERÍA INDUSTRIAL Autora : Natalia Morán Cruz,” 2013.
 - A. Villarroel and J. Ortiz, “Universidad Técnica De Ambato,” Repo.Uta.Edu.Ec, vol. 593, no. 03, p. 130, 2011.
18. L. I. Herr, “Trabajo de Fin de Grado SaferAuto Sistema de asistencia a la conducci ´,” 2019.
19. F. J. Alonso, J. E. Naranjo, J. G. Zato, M. Ariza, and F. Aparicio, “Integración de diferentes sistemas ADAS en un interfaz de usuario adaptado a las características del conductor.”
20. M. J. Flores, J. M. Armingol M, and A. de la Escalera, “Sistema avanzado de asistencia a la conducción para la detección de la somnolencia,” RIAI - Rev. Iberoam. Autom. e Inform. Ind., vol. 8, no. 3, pp. 216–228, 2011, doi: 10.1016/j.riai.2011.06.009.
21. F. V. Monasterio, G. D. I. De Control, U. De Cantabria, G. D. I. De Control, U. De Cantabria, and L. A. Rentería, “DETECCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE PEATONES Y VEHÍCULOS MEDIANTE RADAR PARA AYUDA A LA CONDUCCIÓN,” pp. 5–7, 2018.

22. M. J. Flores Calero, M. Aldas, J. Lazaro, A. Gardel, N. Onofa, and B. Quinga, “Pedestrian detection under partial occlusion by using logic inference, HOG and SVM,” *IEEE Lat. Am. Trans.*, vol. 17, no. 9, pp. 1552–1559, 2019, doi: 10.1109/TLA.2019.8931190.
23. D. Olmeda, B. Musleh, and L. D. S. Inteligentes, “Detección de Peatones para Sistemas de Asistencia a la Conducción,” pp. 985–990, 2012.
24. C. Hilario, J. M. Collado, J. M. Armingol, and A. de la Escalera, “Detección de peatones para vehículos inteligentes basada en modelos de contornos activos y visión estéreo,” no. November 2014.
25. M. Velásquez and J. Andrés, “Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30400711>,” 2005.
26. R. D. E. L. Estado, J. Luis, and C. Aláez, “UTILIZANDO TÉCNICAS DE VISIÓN POR COMPUTADOR ”,” 2018.