

UN SISTEMA PARA EL MONITOREO DEL TRÁNSITO VEHICULAR, EL CONTROL Y EL AUMENTO DE LA SEGURIDAD DE LOS ACTORES VIALES

CAMPO DE LA INVENCIÓN

La presente invención está relacionada con un sistema para el monitoreo del tránsito vehicular, el control y el aumento de la seguridad de los actores viales basado en 3 componentes, uno de lectura digital de placas para la identificación de un vehículo (ALPR localizado), otro de verificación óptica de caracteres (OCV) y un último componente que permite incrementar la detección de infracciones de tránsito. La interacción y sinergia entre estos componentes da origen a dos módulos que cubren propósitos específicos: predicción efectiva en la lectura de las placas y detección adicional de infracciones de tránsito no detectadas por la tecnología en sitio.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

La población urbana a nivel mundial ha presentado un crecimiento importante pasando de 751 millones en 1950 a 4.200 millones en 2018. Esta representa el 55% de la población mundial, y se proyecta un aumento al 68% para 2050 que agregará 2.500 millones de personas a las áreas urbanas (United Nations 2018a, 2018b). De igual manera, el DANE estimó que el 77% de la población en Colombia se concentra en cabeceras municipales, mostrando un alto asentamiento de la población en zonas urbanas (DANE 2018). Este crecimiento acelerado de la población en las zonas urbanas supone un reto para las ciudades en materia de movilidad, siendo esta un pilar de las ciudades inteligentes enfocadas en la incorporación de tecnologías de la información y comunicación (TIC), como herramienta que estimula la generación de ciudades planificadas, eficientes y sostenibles (Benevolo, Dameri, and Auria 2016; Bouskela et al. 2016; Correa 2020).

Dentro de la movilidad inteligente se busca la conexión entre usuarios, infraestructura y vehículos mediado por la tecnología, con el fin de reducir la congestión vehicular, la contaminación ambiental y mejorar la seguridad de las personas (Mahrez et al. 2021). Esta última se ha convertido en una preocupación a nivel mundial, debido al registro de más de 1,2 millones de muertes cada año por accidentes de tránsito en todo el mundo. Este tipo de accidentes representa la octava principal causa de muerte en personas de todas las edades y la primera causa de muerte en niños y adultos jóvenes entre 5 y 29 años. Adicionalmente, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha reportado que los países de ingresos bajos y medios comprenden el 90% de todas las muertes por accidentes de tránsito en el mundo, donde más del 50% de las muertes involucran a peatones, ciclistas y motociclistas (Mahrez et al. 2021; Toroyan, Peden, and Laych 2015; World Health Organization 2018). Por ejemplo, en Colombia durante el 2022 fallecieron 8 mil 32 personas en las vías del país equivalente a un crecimiento del 13,1% con respecto al 2021. Los motociclistas fueron las mayores víctimas de acuerdo con un informe del Observatorio de la Agencia Nacional de Seguridad vial. De las más de 8 mil víctimas fatales, seis de cada 10 fallecidos por siniestros viales en las vías colombianas en 2022 eran motociclistas. Señala la información que se identificó la velocidad como uno de los factores que más incide en la letalidad de los siniestros viales. De manera particular, los usuarios de moto representaron el 60% de las víctimas fatales en las vías al registrar 4.808 muertes. También, el peatón fue el segundo actor vial más afectado, con el 21% de las muertes en las vías, dado que 1.715 murieron atropellados. El informe también destaca una disminución en las cifras de accidentes de ciclistas del 5% al registrar 437 víctimas fatales (Agencia de noticias caracol; 2023/02/01).

Debido a lo anterior y a la importancia de la conservación de la vida de las personas, la seguridad vial hace parte de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, incentivando a los países a desarrollar buenas prácticas y políticas relacionadas al uso del cinturón y casco de seguridad, control del límite de velocidad y evitar la conducción en estado de embriaguez, principales factores de riesgo que afectan la seguridad vial (Toroyan, Peden, and Laych 2015; World Health Organization 2018).

En Colombia, se han implementado estrategias orientadas a salvaguardar la seguridad de los diferentes actores viales, tales como: la reglamentación del Sistema Inteligente de Transporte (SIT) bajo el decreto 2060 de 2015, orientado al mejoramiento de la operación, la gestión y la seguridad del transporte y el tránsito. Este incentiva el uso de dispositivos tecnológicos como apoyo a la labor de control y vigilancia de las autoridades de tránsito. En ese sentido, bajo la ley 1843 de 2017 y la resolución 718 de 2018, se reglamentó la puesta en marcha y los criterios técnicos para la instalación

y operación de medios técnicos o tecnológicos para la detección de presuntas infracciones de tránsito, dando origen a los sistemas de detección electrónica de Infracciones de tránsito (DEI). Estos sistemas están conformados por una serie de puntos de detección previamente aprobados por la autoridad competente, desde los cuales se realiza el monitoreo de comportamientos viales que implican un incumplimiento de la normatividad desencadenando en presuntas infracciones de tránsito (Congreso de la República de Colombia 2017; Gobierno Nacional de la Republica de Colombia 2002, 2015; Ministerio de Transporte 2018).

La evolución de las ciudades hacia ciudades inteligentes, además de la necesidad de mejorar la seguridad vial en las mismas, ha impulsado el desarrollo de aplicaciones SIT que responden tanto al monitoreo del tránsito vehicular como a la detección de infracciones de tránsito. Este tipo de aplicaciones incorporan sistemas de reconocimiento automático de las placas de identificación del vehículo (ALPR, por sus siglas en inglés) cuya efectividad en la detección e identificación de la placa asociada a una infracción de tránsito, en combinación con su búsqueda en listas de deudores, por ejemplo, de requisitos de debida circulación del vehículo como condiciones, especificaciones o regulaciones de tránsito que el vehículo debería cumplir, inducen a altos niveles de falsos positivos que obligan la revisión manual de las evidencias.

En estudios previos, se evaluó la eficiencia del ALPR de 3 tecnologías de foto detección en el mercado frente al reconocimiento de infracciones de tránsito por vencimiento de condiciones, especificaciones o regulaciones de tránsito que el vehículo debería cumplir. Estas tecnologías presentaron una efectividad entre el 17% – 55% en el reconocimiento de infracciones de este tipo, notándose la necesidad de intervención humana para filtrar del total de estas infracciones de tránsito aquellas que han sido identificadas correctamente. Este escenario ocasiona la revisión manual de las evidencias aumentando los tiempos de notificación al actor vial de la infracción cometida.

Las infracciones de tránsito por vencimiento de condiciones, especificaciones o regulaciones de tránsito que el vehículo debería cumplir, al igual que infracciones por transitar en sitios restringidos o en horas prohibidas por la autoridad competente, tránsito por el carril izquierdo de los camiones de más de 3,5 Ton, exceder los límites de velocidad permitidos, invadir las demarcaciones peatonales, y pasarse un semáforo en rojo, son monitoreadas por medio de dispositivos tecnológicos, los cuales generaron en 2018 a través de los sistemas DEI, infracciones que representaron el 36,5% del total de

infracciones de tránsito impuestas a nivel nacional en Colombia (Federación Colombiana de Municipios 2021).

En general, la efectividad del ALPR incorporado en la tecnología de foto detección combinada con largas listas de búsqueda de deudores, aumenta los errores en la detección de infracciones de tránsito impactando la eficiencia operativa. Asimismo, el potencial de explotación de más del 99% del registro de los vehículos detectados, permite la identificación de nuevas infracciones de tránsito que la tecnología de foto detección no ha identificado. Además de la necesidad de disminución del tiempo de procesamiento de las evidencias, que muestra la oportunidad de generar sistemas automáticos de monitoreo y detección de infracciones de tránsito tendientes a la disminución de la carga operativa, mejorando el tiempo de procesamiento y generando independencia de otras tecnologías.

Por otro lado, los ALPR se componen de etapas de recolección de imágenes, detección de objetos, y segmentación y reconocimiento óptico de caracteres (OCR, por sus siglas en inglés) (Hendry and Chen 2019). Su eficiencia y eficacia es afectada por variaciones en el tipo de placa o variaciones ambientales. En el primer caso, las variaciones pueden deberse a la ubicación y cantidad de placas en la imagen, al tamaño de la placa en la imagen, cambios en el color y el tipo de letra de la placa, la inclinación, la oclusión, la presencia de marcos y tornillos en la placa y el estándar regular bajo el cual fue creada la secuencia de la placa. En cuanto a las variaciones ambientales, la iluminación de la vía y del vehículo juegan un papel importante, además de la presencia de estampados en el vehículo que presenten patrones similares a los de la placa (Du et al. 2013).

Estas limitaciones suelen condicionar la creación de los ALPR a características específicas ocasionando que haya un margen de error en la efectividad de detección e identificación de la placa. Por esto, en 2020 a través de una investigación básica se evaluó el comportamiento de algunos ALPR de naturaleza comercial y académica, para conocer las debilidades generales en este tipo de tecnología relacionadas con la eficiencia global en el reconocimiento de placas, según el formato de placa y por tipo de carácter, encontrándose una variación significativa en la eficiencia de reconocimiento por carácter. Paralelamente, el conocimiento generado fue complementado con la evaluación del desempeño de tecnologías de foto detección y el análisis del sistema DEI de Medellín - Colombia. En primer lugar, la evaluación se enfocó en la determinación del desempeño de la tecnología en la detección de vehículos que circulan por el punto de monitoreo, en la detección de placas y en la eficiencia del OCR en el reconocimiento de placas por infracción (vencimiento de

requisitos de debida circulación del vehículo, y exceso de velocidad). En segundo lugar, el análisis del sistema DEI permitió identificar desde la estadística descriptiva, el nivel de exigencia y eficiencia en el cual se encuentra cada cámara de foto detección, identificando los puntos de alto tránsito vehicular.

En consecuencia, las debilidades observadas en los ALPR comerciales a nivel de eficiencia y eficacia, combinado con márgenes de error de más del 40% en la eficiencia del OCR en el reconocimiento de placas en función de la infracción cometida, así como el efecto negativo ocasionado en el volumen de detecciones que requieren ser revisadas manualmente, además de la baja explotación del registro de vehículos detectados donde más del 90% de las detecciones son descartadas, han propiciado la necesidad de suministrar soluciones en materia de seguridad vial que mejoren las debilidades observadas; de tal manera que es necesario suministrar un ALPR robusto que combinado con un esquema de operación de validación de placas, aumente la efectividad en la identificación y verificación de la placa sin necesidad de intervención humana, favoreciendo la eficiencia operativa y la correcta imposición de la infracción asociada a la placa del vehículo. Asimismo, se hace necesario proveer soluciones con mayor cobertura de monitoreo de las ciudades que permitan detectar nuevas infracciones de tránsito que la tecnología de foto detección no ha identificado, mejorando la labor de control y supervisión del tránsito vehicular.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Las siguientes figuras se incluyen para mayor comprensión de la invención. Estas hacen parte de las especificaciones de la misma e ilustran ejemplos de uso de la presente divulgación. Por lo tanto, estas figuras no representan una limitación del funcionamiento, especificaciones, aplicabilidad o alcance de la presente invención.

La **Figura 1** presenta una vista ilustrativa de la interacción de los componentes del sistema propuesto.

La **Figura 2** presenta una vista que ejemplifica el uso del componente de lectura digital de placas para la identificación de un vehículo (ALPR localizado).

La **Figura 3** presenta una vista que ejemplifica el uso del componente de verificación óptica de caracteres (OCV).

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCIÓN

Los estudios realizados mostraron las falencias del ALPR incorporado en las cámaras de foto detección, mostrando un margen de mejora en la optimización del reconocimiento correcto de las placas, principalmente desde la correcta individualización del vehículo en función de la infracción cometida. También, se identificó el potencial de la tecnología de foto detección desde el punto de vista del monitoreo del tránsito vehicular (mayor detección de vehículos), y el uso limitado del registro de vehículos detectados para la supervisión y control del cumplimiento de las normas de tránsito, tendientes a salvaguardar la vida de las personas. El conocimiento anterior desencadenó en la construcción de un sistema basado en 3 componentes, el componente ALPR localizado, el componente OCV y el componente que identifica nuevas infracciones de tránsito.

En general, el sistema que se propone con la presente invención apoya desde el monitoreo, control y seguridad la movilidad de los actores viales, optimizando los sistemas DEI a través de la medición tanto del tránsito vehicular como de la detección automática de la comisión de infracciones de tránsito. El sistema se desarrolla en 3 aspectos claves: 1) Monitoreo de la totalidad de las capturas del flujo vehicular. 2) Detección e identificación de vehículos infractores de las normas de tránsito. 3) Verificación de la correcta identificación de los caracteres de la placa, y conformación del documento soporte de la infracción de tránsito cometida para su notificación al infractor.

Particularmente, el sistema propuesto interactúa con un proceso convencional de procesamiento de evidencias de infracciones de tránsito, el cual hace parte de los sistemas DEI, logrando una sinergia entre el proceso y el sistema propuesto. El sistema inicialmente recolecta datos del proceso, para personalizar su desempeño a las características propias del contexto obtenido desde los datos. Luego, en un corto periodo de tiempo, el proceso logra ser automatizado y eficiente frente a la validación de evidencias de infracciones de tránsito. Lo anterior se debe a que el sistema ha sido estructurado con un enfoque automático para proporcionar soluciones efectivas e inteligentes que no requieran la intervención humana, favoreciendo la eficiencia operativa, y permitiendo que las personas se ocupen de actividades que generen mayor valor a los procesos de monitoreo del tránsito vehicular y la detección de infracciones de tránsito.

El sistema es flexible y modular, es decir, sus componentes pueden operar individualmente o en sinergia facilitando la incorporación del monitoreo de nuevas infracciones de tránsito. Por lo tanto,

dada la flexibilidad de los componentes desarrollados es posible detectar otras infracciones de tránsito de manera centralizada, sin necesidad de intervenir la tecnología de foto detección instalada en las vías de la ciudad, es decir, infracciones como el no uso del casco y cinturón de seguridad que hacen parte de los principales factores de riesgo que afectan la seguridad vial (Toroyan, Peden, and Laych 2015; World Health Organization 2018), pueden ser implementadas en un sistema DEI existente sin intervención del hardware instalado en sitio.

La interacción y sinergia entre estos componentes conforma dos módulos enfocados en: 1) La predicción y mejora de la efectividad en la lectura de las placas para disminuir o recomendar la intervención humana, minimizando los falsos negativos o falsos positivos. 2) La detección automática de nuevas infracciones de tránsito no detectadas por la tecnología en sitio, sin necesidad de intervenir la tecnología instalada (cámaras y sensores). El primer módulo incluye el componente OCV el cual puede operar utilizando múltiples ALPR, además del componente ALPR localizado que ha sido entrenado considerando las particularidades del contexto. El segundo módulo incluye el componente identificador de nuevas infracciones de tránsito que interacciona con el ALPR localizado y el OCV para una correcta integración del sistema y cumplimiento de los propósitos específicos. Este último módulo responde a la necesidad de explotar más del 90% del registro de los vehículos detectados por los sistemas DEI que no es empleado para la supervisión y control de la movilidad y la seguridad vial. A continuación, se describe cada componente:

El componente ALPR localizado es un componente basado en algoritmos bajo arquitectura *Deep Learning* que permiten la identificación automática de vehículos. Consta de dos elementos, uno de detección de objetos y otro de reconocimiento de caracteres. El primer elemento implementa visión artificial y la cuarta versión del algoritmo YOLO (Redmon et al. 2016), reentrenado para detectar diferentes tipos de vehículos y elementos propios de cada actor en la vía distribuidos en 15 clases, logrando una personalización a las características del sector movilidad con una efectividad en la detección de más del 98%. El segundo elemento realiza la lectura de texto en escena natural basado en el framework desarrollado por Baek y colaboradores (Baek et al. 2019), con una efectividad alrededor del 96%. La lógica modular del componente permite optimizar la red de acuerdo con las necesidades particulares de uso. Esta estima un puntaje que determina la exactitud en la identificación de la placa considerando las condiciones o características de la misma. Dicho puntaje es un indicativo de la efectividad en la identificación global de la placa y de la asociación al vehículo correspondiente,

asegurando la conservación del contexto que describe la infracción de tránsito cometida, como evidencia probatoria del hecho.

De igual manera, ambos elementos del componente son independientes entre sí y se articulan dentro de un servicio. Para ello, el componente utiliza un algoritmo que permite asociar los elementos detectados para poder identificar un vehículo de manera correcta. Este asocia la placa, los caracteres de la misma y los elementos de seguridad al vehículo que corresponde.

La flexibilidad del componente permite que el elemento de detección de objetos interactúe con un algoritmo basado en inteligencia artificial para la identificación de otros tipos de infracciones de tránsito, cuya implementación no requiere la intervención de la tecnología de foto detección instalada, generando así independencia de la misma.

El componente OCV es un componente que permite validar la identificación o lectura correcta de las placas a partir de las imágenes capturadas por la tecnología instalada en las ciudades (cámaras y sensores). Este componente utiliza múltiples ALPR, además de algoritmos predictivos y estadística probabilística para predecir el ALPR que presentará el mejor comportamiento de acuerdo con la evidencia usada. El OCV está en la capacidad de predecir cuando la lectura de una placa se encuentra correcta, siendo capaz de corregir la predicción si identifica alta probabilidad de error, evitando la intervención humana en la verificación de las evidencias. Este componente proporciona un apoyo fundamental en el procesamiento de las evidencias permitiendo la disminución del tiempo de notificación de la infracción al actor vial.

El componente identificador de nuevas infracciones de tránsito es una herramienta basada en *machine learning* que actúa sobre el registro de vehículos detectados. Esta permite incrementar aproximadamente entre el 20 – 50% de la detección de infracciones relacionadas con el vencimiento de las condiciones, especificaciones o regulaciones de tránsito que el vehículo debería cumplir, dependiendo del proveedor de la tecnología, al igual que infracciones por transitar en sitios restringidos o en horas prohibidas por la autoridad competente. Es de anotar que el componente no excluye la detección automática de otras infracciones de tránsito relacionadas con el uso de los elementos de seguridad por parte de los actores viales, además de comportamientos inseguros en la vía.

Este componente se apoya en el ALPR localizado para la detección de diferentes tipos de vehículos y elementos propios de cada actor en la vía, además de la identificación de la placa del vehículo. Estos elementos en combinación con un algoritmo basado en inteligencia artificial que hace parte del

componente determinan la comisión de una infracción de tránsito. Paralelamente, el componente adiciona sobre las evidencias de la infracción de tránsito la meta data necesaria para mantener las condiciones de tiempo, modo y lugar como evidencia probatoria del hecho. La aplicación de esta herramienta permite la identificación de nuevas infracciones no detectadas por la tecnología instalada en las ciudades (cámaras y sensores) aumentando la eficiencia en el monitoreo y control del tránsito vehicular.

Enseguida se presentará con base en las figuras 1 a 3, una aplicación práctica del sistema para el monitoreo del tránsito vehicular, el control y el aumento de la seguridad de los actores viales, inicia desde la recepción de las imágenes capturadas por la tecnología instalada en las ciudades (cámaras y sensores) **2**, menos del 1% de estas imágenes son consideradas como infracciones por parte de la tecnología en sitio **1**, siendo directamente enviadas al módulo de predicción y mejora de la efectividad en la lectura de las placas **18**. Todas las imágenes capturadas por la tecnología que no han sido identificadas como infracciones por parte de la misma **2**, pasan a través de la cuarta versión del algoritmo YOLO re-entrenado para la detección de diferentes tipos de vehículos y elementos propios de cada actor en la vía **3**. Luego, se realiza la extracción de texto a partir de la placa empleando un algoritmo OCR (*Optical Character Recognition*) para la lectura de texto en escena natural **5**, asociando paralelamente por medio de un algoritmo los elementos detectados al vehículo correspondiente **4**. Estas tres etapas hacen parte del componente de lectura digital de placas para la identificación de un vehículo **6**. Posteriormente, combinando la placa detectada y un algoritmo basado en inteligencia artificial **7**, el sistema determina la comisión de una infracción de tránsito **8**. Si la infracción de tránsito detectada supera el puntaje umbral establecido por el sistema **9**, se procede a la predicción de la efectividad en la lectura de la placa **18**, de lo contrario es enviada a revisión operativa **15**. Después, para aquellas imágenes o evidencias de infracciones de tránsito que superaron el umbral, se estima la probabilidad de que los caracteres de la placa hayan sido identificados de forma correcta **11,12**, apoyándose en el uso de múltiples ALPR **13,14** incluyendo el componente de lectura digital de placas para la identificación de un vehículo **6**. Finalmente, aquellas evidencias que no superaron el puntaje umbral en la lectura correcta de la placa son enviadas a revisión operativa **15**, ya sea para su anulación **17** o envío al proceso de procesamiento de evidencias según el criterio de la operación **16,22**. En este proceso **22**, las imágenes o evidencias que soportan la infracción de tránsito **19** son combinadas en un documento soporte con la información del infractor y las características del vehículo **21**, previamente obtenida por medio de integración con los sistemas de información pertinentes **20**.

El sistema para el monitoreo del tránsito vehicular, el control y el aumento de la seguridad de los actores viales contiene un componente de lectura digital de placas para la identificación de un vehículo, uno de sus elementos es la detección de objetos que utiliza visión artificial y YOLO versión 4, entrenado para detectar diferentes tipos de vehículos y elementos propios de cada actor en la vía **23**. Paralelamente, el sistema activa el proceso de identificación de la placa para la lectura de texto en escena natural basado en el framework desarrollado por Baek y colaboradores (Baek et al. 2019) **25**. La lógica modular del algoritmo que hace parte del componente permite optimizar la red de acuerdo con las necesidades de uso, donde el elemento de identificación de la placa ha sido entrenado para identificar 36 caracteres. Ambos elementos son independientes entre sí y se articulan dentro de un servicio **28**. Lo anterior provee flexibilidad al componente permitiendo que el elemento de detección de objetos interactúe con un algoritmo basado en inteligencia artificial para la identificación de otras infracciones de tránsito **26**. Asimismo, el elemento de identificación de la placa contempla un puntaje que determina la exactitud en la lectura considerando las condiciones y características de la placa **25**. Esto le permite actuar como validador en procesos de verificación de la correcta lectura de una placa **27**. Finalmente, la salida de la interacción de ambos elementos junto con un algoritmo, entrega la correspondencia de cada objeto al vehículo asegurando la conservación del contexto del hecho **24**.

Una aplicación práctica del componente de verificación óptica de caracteres (OCV) presenta como punto de partida la placa identificada por la tecnología en sitio **29**. Inicialmente, según el contexto de la imagen el componente estima la probabilidad de la correcta identificación de dicha placa bajo un puntaje umbral **30,31**. En caso de que la lectura no sea satisfactoria, el componente utiliza ALPR adicionales para predecir la placa correcta **32,33**, realizando modificaciones a la misma si es el caso. El componente bajo técnicas de *machine learning* se enfoca en disminuir o recomendar la intervención humana, minimizando los falsos negativos o falsos positivos, entregando a un proceso de procesamiento de evidencias de tránsito aquellas imágenes cuya placa del vehículo infractor ha sido identificada correctamente **35**, y en otra vía entrega al proceso aquellas imágenes que no superaron el puntaje umbral para la correspondiente revisión operativa **34**.

En conclusión, la interacción y sinergia de los componentes descritos conforman un sistema que potencia el monitoreo del tránsito vehicular, apoyando una labor efectiva en la identificación de comportamientos viales para salvaguardar la vida de las personas.

Aunque la presente invención ha quedado descrita con las realizaciones preferentes mostradas, queda entendido que las modificaciones y variaciones que conserven el espíritu y el alcance de esta invención se entienden dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

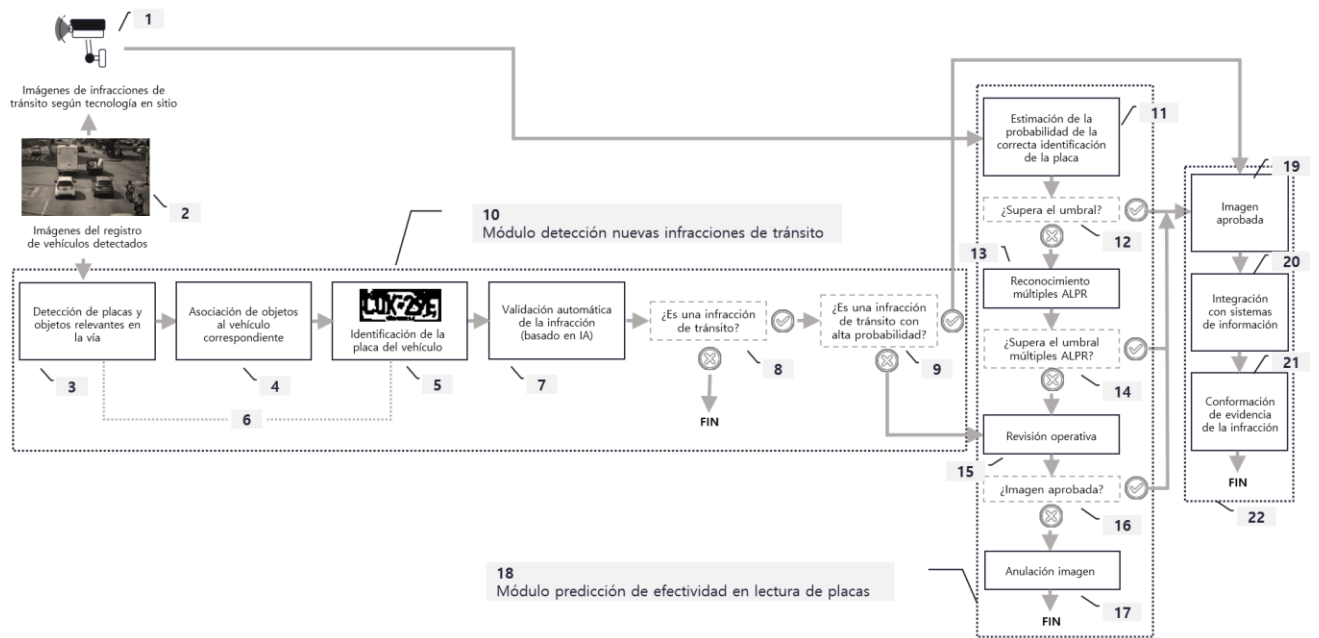


FIGURA 1

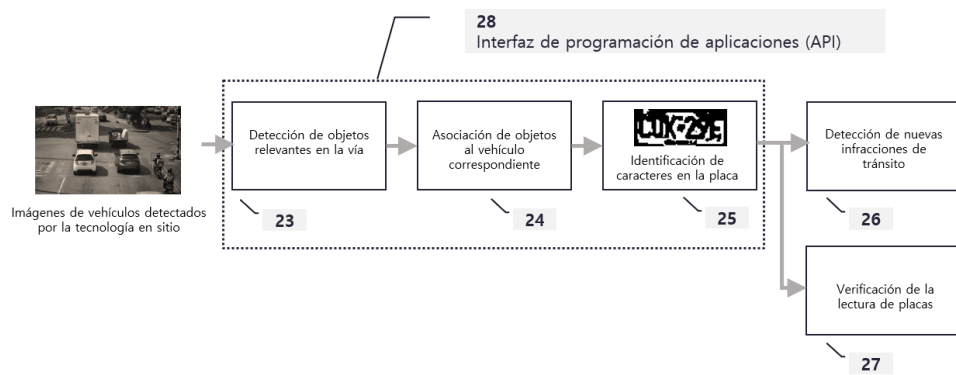


FIGURA 2

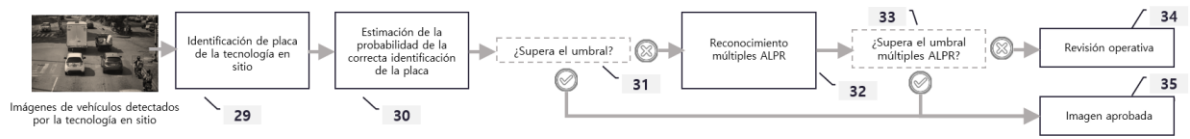


FIGURA 3

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para el monitoreo del tránsito vehicular, el control y el aumento de la seguridad de los actores viales caracterizado porque comprende dos módulos:
 - a) El primero es un módulo de la predicción y mejora de la efectividad en la lectura de la placa de un determinado vehículo; dicho módulo comprende un componente de verificación óptica de caracteres (OCV) el cual puede operar utilizando múltiples ALPR, además se incluye un componente de lectura digital de placas para la identificación de un vehículo (ALPR localizado).
 - b) El segundo es un módulo de detección automática de nuevas infracciones de tránsito no detectadas por la tecnología en sitio sin necesidad de intervenir la tecnología instalada (cámaras y sensores); dicho módulo incluye un componente identificador de nuevas infracciones de tránsito. Este módulo interacciona con el componente de lectura digital de placas para la identificación de un vehículo (ALPR localizado), y con el componente de verificación óptica de caracteres (OCV), permitiendo la detección efectiva de una o varias infracciones no detectadas inicialmente por dicha tecnología en sitio
2. El sistema para el monitoreo del tránsito vehicular, el control y el aumento de la seguridad de los actores viales de la reivindicación 1 caracterizado porque dicho componente de lectura digital de placas para la identificación de un vehículo (ALPR localizado) es un componente que está construido en algoritmos bajo arquitectura *Deep Learning* que permiten la identificación automática de vehículos.
3. El sistema para el monitoreo del tránsito vehicular, el control y el aumento de la seguridad de los actores viales de las reivindicaciones 1 y 2 caracterizado porque dicho componente de lectura digital de placas para la identificación de un vehículo (ALPR localizado) comprende dos elementos; el primer elemento es uno de detección de objetos y el segundo elemento es de reconocimiento de caracteres, ambos elementos interactúan con un algoritmo basado en inteligencia artificial que permite asociar los objetos detectados para la correcta identificación

de un vehículo. Dicho primer elemento presenta un nivel de efectividad superior al 98% en el reconocimiento de objetos viales, tales como motos, carros, placas, camiones, personas, vehículos de emergencia y buses y en general cualquier vehículo que sea capaz de desplazarse por una vía u objetos que pertenecen al contexto del entorno de monitoreo. Dicho segundo elemento de reconocimiento de caracteres presenta un nivel de efectividad del 96% empleando imágenes capturadas por la tecnología instalada en las ciudades (cámaras y sensores).

4. El sistema para el monitoreo del tránsito vehicular, el control y el aumento de la seguridad de los actores viales de las reivindicaciones anteriores caracterizado porque dicho primer elemento de detección de objetos y dicho segundo elemento de reconocimiento de caracteres, en interacción con el componente identificador de nuevas infracciones, identifica otros tipos de infracciones cuya implementación no requiere la intervención de la tecnología instalada en las ciudades (cámaras y sensores) generando así independencia de la misma.
5. El sistema para el monitoreo del tránsito vehicular, el control y el aumento de la seguridad de los actores viales de la reivindicación 1 caracterizado porque el componente de verificación óptica de caracteres (OCV) del primer módulo de la predicción y mejora de la efectividad de la lectura de la placa de un vehículo, posee un esquema de operación para la validación de la identificación o lectura correcta de las placas a partir de las imágenes capturadas por la tecnología instalada en las ciudades (cámaras y sensores), empleando múltiples ALPR, además de algoritmos predictivos y estadística probabilística para predecir el ALPR que presentará el mejor comportamiento de acuerdo con la evidencia usada. Dicho componente de verificación óptica de caracteres (OCV) es automático y de acuerdo a umbrales predefinidos (por entrenamiento del algoritmo), está en la capacidad de predecir cuando la lectura de una placa se encuentra correcta corrigiendo la placa si identifica alta probabilidad de error, evitando la intervención humana en la verificación de las evidencias y disminuyendo el tiempo de notificación de la infracción al actor vial.
6. El sistema para el monitoreo del tránsito vehicular, el control y el aumento de la seguridad de los actores viales de la reivindicación 1 en donde dicho identificador de nuevas infracciones de tránsito de dicho módulo de detección automática de nuevas infracciones de tránsito permite incrementar entre el 20 al 50%, dependiendo del proveedor de la tecnología, la

detección de infracciones relacionadas con el vencimiento de características o requisitos que debe portar el vehículo y en general toda condición, especificación o regulación de tránsito que el vehículo debería cumplir”. El componente no excluye la detección automática de otras infracciones de tránsito relacionadas con el uso de los elementos de seguridad por parte de los actores viales, además de comportamientos inseguros en la vía.

7. El sistema para el monitoreo del tránsito vehicular, el control y el aumento de la seguridad de los actores viales de la reivindicación 6 en donde dicho identificador de nuevas infracciones de tránsito de dicho módulo de detección automática de nuevas infracciones de tránsito se apoya en el ALPR localizado para la detección de objetos y reconocimiento de caracteres identificando nuevas infracciones, condiciones, especificaciones o regulaciones de tránsito que el vehículo debería cumplir y que no fueron detectadas por la tecnología instalada en las ciudades (cámaras y sensores) aumentando la eficiencia en el monitoreo y control del tránsito vehicular.
8. El sistema para el monitoreo del tránsito vehicular, el control y el aumento de la seguridad de los actores viales de la reivindicación 1 que además tiene un elemento integrador de sistemas de información con la capacidad de elaborar un documento soporte de la infracción de tránsito realizada para su comunicación al usuario infractor. Este esquema integrador extrae la información de bases de datos de conductores y vehículos, para la debida comunicación de las infracciones a los ciudadanos

Resumen

El objeto de la invención está relacionado con un sistema para el monitoreo del tránsito vehicular, el control y el aumento de la seguridad de los actores viales basado en 3 componentes, uno de lectura digital de placas para la identificación de un vehículo (ALPR localizado), otro de verificación óptica de caracteres (OCV) y un último componente que permite incrementar la detección de infracciones de tránsito, cuya interacción y sinergia conforman dos módulos que cobijan propósitos específicos: predicción y mejoramiento de la efectividad en la lectura de las placas y detección automática de nuevas infracciones de tránsito no detectadas por la tecnología instalada en las ciudades (cámaras y sensores) .