

Informe Final en Lenguaje no Técnico

TÉCNICAS ROBUSTAS DE VISIÓN ARTIFICIAL Y SU APLICACIÓN A LOS SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE PARA LA MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, LA MOVILIDAD Y LA GESTIÓN DEL TRÁFICO.

REF. SPIP2014-1507

**FINANCIANDO POR LA DIRECCIÓN GENERAL DE TRÁFICO
RESOLUCIÓN DE 19 DE DICIEMBRE
(B.O.E. NÚM. 309, DE 23 DE DICIEMBRE DE 2014)**

FERNANDO DÍAZ DE MARÍA
DEPARTAMENTO DE TEORÍA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES
UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
OCTUBRE DE 2015

Índice

Índice	2
Datos del proyecto	3
Título.....	3
Referencia.....	3
Entidad Financiadora	3
Introducción	4
Resumen de resultados	4
Principales contribuciones del proyecto	5
Futuras líneas de investigación.....	6
Potenciales aplicaciones a medio/largo plazo	6
Página web y vídeos demostrativos.....	7

Datos del proyecto

Título: Técnicas Robustas de Visión Artificial y su Aplicación a los Sistemas Inteligentes de Transporte para la Mejora de la Seguridad Vial, la Movilidad y la Gestión del Tráfico.

Referencia: SPIP2014-1507

Entidad Financiadora: Dirección General de Tráfico, Resolución de 19 de diciembre, (B.O.E. núm. 309, de 23 de Diciembre de 2014).

Introducción

Con el progreso de la visión artificial, las cámaras de vídeo se han convertido en un sensor de bajo coste, de bajo mantenimiento y con un enorme potencial para proporcionar información muy rica sobre el tráfico en comparación con otros sensores. Como consecuencia de ello, los sistemas basados en visión artificial han cobrado una enorme importancia en el ámbito de los sistemas inteligentes de transporte, cuyo objetivo es mejorar la seguridad vial e incrementar la movilidad y la sostenibilidad a partir de la monitorización y gestión del tráfico.

Si bien es cierto que en los últimos años la aplicación de técnicas de visión artificial en el ámbito de la seguridad vial ha experimentado grandes avances a todos los niveles, la automatización de dichas tareas, especialmente las de más alto nivel, sigue demandando soluciones robustas y eficientes en escenarios reales. **En este contexto, el resultado global del proyecto es un prototipo que permite monitorizar automáticamente las cámaras actualmente instaladas por la DGT y generar alertas cuando se producen incidentes**, permitiendo, como elemento innovador más destacado, que los operadores puedan mover las cámaras remotamente y dejar éstas en posiciones distintas de las originales, siendo el sistema capaz de adaptarse, sin calibraciones, al nuevo punto de vista.

Resumen de resultados

La Dirección General de Tráfico (DGT) posee un elevado número de cámaras de vídeo instaladas cuya monitorización durante 24 horas y 7 días a la semana requiere el uso de sistemas automáticos que dirijan la atención de los operadores hacia los eventos de interés. Así, el objetivo fundamental de este proyecto ha sido desarrollar un sistema de detección automática de incidentes específicamente diseñado para funcionar con las cámaras ya instaladas (en particular, teniendo en cuenta la calidad de vídeo y resolución que éstas proporcionan). Más concretamente, se ha pretendido proporcionar una solución robusta en el ámbito de la detección automática de incidentes en escenarios reales, donde abundan las fuentes de ruido y aparecen problemas como la oclusión, la falta de iluminación, las sombras, las inclemencias climatológicas. etc.

En este contexto, se han desarrollado subsistemas para la detección de vehículos y su seguimiento, un modelo del comportamiento normal de los vehículos y un sistema preliminar de detección de anomalías. Se han diseñado e implementado en alto nivel los subsistemas necesarios para el desarrollo de un sistema automático de detección de incidentes de tráfico; en particular:

- 1) El vídeo se pre-procesa para mejorar su calidad (**estabilización de cámara** – que se mueve afectada por el viento) y para **detectar movimientos de cámara por parte del operador** (en cuyo caso, el aprendizaje del sistema se detiene temporalmente hasta que el movimiento de cámara se estabilice). En la página web del proyecto

pueden verse dos vídeos demostrativos en relación con este primer subsistema: “*Camera Stabilization*” y “*Operator Action Detection*”.

- 2) A continuación se aprende el modelo de fondo (“background”), esto es, **se identifica el fondo de la imagen** atendiendo a características de movimiento, y se hace de una manera dinámica (adaptándose a las condiciones de iluminación y campo de visión de la cámara).
- 3) Se resta el fondo de la imagen original para **obtener los objetos en movimiento, esto es, los vehículos**. Las máscaras que localizan los vehículos imagen a imagen pueden utilizarse para generar de forma incremental una **estimación de la carretera** (cuantos más vehículos pasan por una zona, más verosímil es que sea una carretera). En la página web del proyecto pueden verse un vídeo demostrativo en relación con este subsistema: “*Road Modeling*”.
- 4) Se extraen características para modelar la apariencia de los vehículos y apoyándose en ellas y en las máscaras generadas por el subsistema de detección de vehículos se realiza un **seguimiento de cada vehículo, con el fin de caracterizarlo dinámicamente (velocidad y dirección instantáneas y trayectoria)**. En la página web del proyecto pueden verse dos vídeos demostrativos en relación con este subsistema: “*Vehicle tracking (1/2)*” y “*Vehicle tracking (2/2)*”.
- 5) **Detección de anomalías**. En este punto se dispone de un conjunto de un conjunto de vídeos que definen el comportamiento “normal” (sin incidentes) de los vehículos. Las trayectorias generadas se almacenan con el fin de generar modelos de trayectorias “normales” (en contraposición a las “anómalas”). Una vez generados los modelos, el sistema observará las trayectorias en tiempo real determinando la verosimilitud de que dichas trayectorias hayan sido generadas por los modelos, generando una alarma cuando la verosimilitud sea baja. En la página web del proyecto pueden verse tres vídeos demostrativos en relación con este subsistema: “*Indicent detection: A2 accident*”, “*Indicent detection: out of road*” e “*Indicent detection: congestion*”.

Principales contribuciones del proyecto

La mayor novedad aportada por el proyecto consiste en que tiene en cuenta la posibilidad de que los operadores puedan mover las cámaras y dejar éstas en posiciones distintas de las originales, de modo que el sistema deba adaptarse, sin calibraciones, al nuevo punto de vista. En este sentido, las contribuciones del proyecto han sido las siguientes:

- Adaptaciones de los métodos originales de detección y seguimiento de vehículos para funcionar con vídeo de baja calidad y baja resolución.

- Detección automática de movimiento de cámara por parte del operador.
- Dado un punto de vista de la cámara, se ha desarrollado un técnica para determinar si existe un modelo de trayectorias para dicho punto de vista.
- Mecanismos de corrección geométrica para adaptar puntos de vista similares.

Futuras líneas de investigación

Adicionalmente, la investigación realizada ha permitido identificar aquellos aspectos técnicos que cobran especial relevancia en nuestro caso particular, y en los que debe enfocarse la investigación futura con el fin de mejorar los resultados alcanzados en este proyecto. Concretamente, deben dedicarse recursos de investigación a los siguientes aspectos críticos:

- **Pre-procesado para la mejora de calidad del vídeo.** Concretamente, merecen especial mención tres aspectos: 1) disponemos de vídeo de muy baja resolución (352x288); 2) la captura es ruidosa cuando la iluminación es pobre (especialmente, durante la noche); y 3) se producen cambios significativos en la intensidad media debido al control automático de ganancia de las cámaras.
- Propuesta de modelos de apariencia de los vehículos (color, textura, forma) adecuados a las condiciones anteriores (baja resolución y ruido) y adaptativos (los modelos de apariencia deben cambiar en función las condiciones de ruido e iluminación).
- Dado el elevado número de cámaras desplegadas, se requiere una **selección de algorítmica muy orientada a reducir el coste computacional**, de modo que puedan monitorizarse automáticamente el mayor número de cámaras posibles con una misma máquina.

Potenciales aplicaciones a medio/largo plazo

Pensando en el posible impacto de los resultados a medio y largo plazo, sobre las innovaciones desarrolladas podrían construirse algunas otras que aporten mayor valor y diferenciación en al ámbito de los sistemas inteligentes de transporte; en particular:

- Sistema de seguimiento de vehículos que proporcione datos de velocidad y aceleración instantáneas que puedan utilizarse para generar modelos estadísticos que permitan mejorar la seguridad vial.
- Asimismo, a partir del seguimiento de los vehículos que circulan por el mismo carril, se pueden generar **alertas en zonas en las que la distancia media de seguridad sea baja.**

- Sistema de **detección de incidencias climatológicas y generación de alertas**: la detección temprana de fuertes lluvias, granizo o nieve puede dirigir la atención a tramos de carretera temporalmente peligrosos por estas causas.
- Modelos de trayectorias que proporcionen información sobre el uso que se hace de las carreteras (uso de los carriles, trazadas habituales en curvas, etc.), con lo que esto supondría para mejorar la seguridad de las mismas.
- Detección de puntos y franjas horarias en los que se producen congestiones e información sobre sus causas (cómo evolucionan las trayectorias para generar estas congestiones).
- Software de mejora de la calidad del vídeo, que podrá utilizarse más allá de los objetivos de este proyecto (por ejemplo, para enviar vídeos de más calidad a medios de comunicación).

En términos generales, el impacto tecnológico previsto será grande en la medida en que las innovaciones desarrolladas dotan de mayor flexibilidad (no se requieren cámaras fijas) a los actuales sistemas de detección automática de accidentes basados en visión artificial.

Adicionalmente, la detección de incidentes permite el **archivo automático de las secuencias de vídeo correspondientes para su estudio posterior**, lo que abriría las puertas a otros usos y aplicaciones de las imágenes captadas, que pueden ir desde el análisis “a posteriori” de los incidentes hasta la generación de modelos de comportamiento normal en los diferentes tramos de carretera monitorizados, pasando por la posibilidad de considerar las cámaras disponibles como una red conectada con el fin de extraer información útil para la planificación y gestión de la seguridad vial a nivel global.

Página web y vídeos demostrativos

Se han realizado numerosos vídeos ilustrativos sobre los resultados del proyecto, que están disponibles en la página web del proyecto (<http://gpm.webs.tsc.uc3m.es/projects/dgt-2014/>).