



Universidad Rey Juan Carlos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática

Departamento de Ciencias de la Computación

INGENIERÍA INFORMÁTICA

CURSO ACADÉMICO 2009/2010

**BusVigía: Análisis en tiempo real de la circulación para
el control de un Carril-Bus**

Trabajo Fin de Carrera

— Autor —

David Fernández López

—Tutores—

Juan José Pantrigo Fernández

Antonio Sanz Montemayor

20 de mayo de 2010

Agradecimientos

Un PFC es como una carrera de F1, largo, pero te produce una gran satisfacción llegar a la meta. Yo soy el piloto, pero no haría nada sin “mi equipo”, sin ellos hubiese sido imposible llegar a la meta que es presentar este proyecto.

- Gracias a mis tutores, Juanjo y Antonio, ellos son mis ingenieros y mis jefes de equipo.
- Gracias a GAVAB, que sería de un equipo sin infraestructura.
- Gracias a mis amigos, ellos son la afición que me jalea en cada curva.
- Gracias a mis compañeros de laboratorio por esas horas de entrenamientos.
- Gracias a Antoñito, mi compañero de equipo.
- Gracias Noelia por animarme desde el muro en cada curva.
- Y como en el anterior proyecto, los últimos serán los primeros, gracias a mis padres por ser los dueños del equipo.

Gracias a todos he llegado a la meta, esta claro que en esta carrera hemos arrasado. ¡Nos merecemos descorchar la botella!

GRACIAS

Gracias a la Cátedra de Ecotransporte, Tecnología y Movilidad, así como a Marisa Delgado Jalón

Resumen

La ocupación indebida del carril-bus en Madrid es uno de los problemas que más entorpece el tráfico diario de la capital. Para intentar solucionarlo existe un servicio municipal llamado Servicio de Apoyo al Control de Estacionamiento (SACE) que se dedica a sancionar a los conductores estacionados en el carril-bus. Sin embargo este servicio cuenta con un número de efectivos limitado por lo tanto no pueden cubrir todas las infracciones.

Bajo esta necesidad nace este proyecto, BusVigía [BUS], que forma parte de la Cátedra de Ecotransporte, Tecnología y Movilidad [ETM] entre la Universidad Rey Juan Carlos y la Empresa Municipal de Transportes (EMT) de Madrid. El proyecto BusVigía busca controlar mediante un sistema basado en Visión Artificial la ocupación indebida del carril-bus.

La idea principal es crear un sistema capaz de identificar el tipo de carril por el que circula el autobús y si es un carril-bus detectar posibles vehículos infractores. En una primera fase del proyecto sólo se busca la identificación de un vehículo y la generación de un evento en caso de que ese vehículo este cometiendo una infracción, pero en fases futuras se podrían generar informes de estado del carril-bus por zonas o franjas horarias e incluso se podría llegar a contemplar la posibilidad de mediante un sistema de reconocimiento de caracteres gestionar la sanción a los vehículos infractores.

Los resultados experimentales muestran un 90 % de acierto para secuencias de video en carretera y un 93 % para secuencias de video grabadas en ciudad.

Índice general

Agradecimientos	I
Resumen	III
1. Introducción	1
1.1. La visión artificial	1
1.2. Video-vigilancia	2
1.3. Herramientas utilizadas	3
1.3.1. Microsoft Visual Studio 2008	3
1.3.2. OpenCV	3
1.3.3. Microsoft Foundation Classes	4
2. Estado del arte	5
2.1. Técnicas de visión artificial para la detección de cambios de carril	5
2.2. Técnicas de visión artificial en la industria automovilística actual	6
3. Objetivos	9
4. Descripción algorítmica de los modelos de medida propuestos	11
4.1. Modelos de color	11

4.1.1.	El modelo RGB	11
4.1.2.	El modelo HSV	12
4.1.3.	Conversión entre espacios de color	13
4.2.	Técnicas utilizadas	14
4.2.1.	Segmentación del color	14
4.2.2.	Umbralizado	15
4.2.3.	Substracción de fondo	16
4.2.4.	Detección de bordes	17
4.2.5.	Detección de movimiento	17
5.	Descripción Informática	19
5.1.	Especificación de requisitos	19
5.1.1.	Requisitos funcionales	19
5.1.2.	Requisitos no funcionales	20
5.2.	OpenCV	20
5.3.	Vista completa del sistema	22
5.4.	Interfaz para la definición de ROIs (<i>RoiMaker</i>)	24
5.5.	Librería para ROIs	24
5.6.	Filtro de color adaptativo	32
5.7.	Método detección de cambio de carril	35
5.8.	Método para la detección de la distancia con el vehículo precedente	37
5.9.	Eventos de red	40
5.10.	Interfaz de la aplicación	40

6. Resultados Experimentales	43
6.1. Librería ROI	44
6.1.1. Experimento 1: Umbralizado o detección de blancos	45
6.1.2. Experimento 2: Modelo de Fondo	45
6.1.3. Experimento 3: Diferencia de fondo	46
6.1.4. Experimento 4: Movimiento	47
6.1.5. Experimento 5: Filtro de color	47
6.1.6. Análisis de la librería ROI	50
6.2. Experimento 6: Detección cambio de carril	51
6.2.1. Análisis detección cambio de carril con imágenes en autopista	52
6.2.2. Análisis detección cambio de carril con imágenes en ciudad	53
6.3. Experimento 7: Detección vehículo de delante	54
6.3.1. Análisis detección vehículo de delante con imágenes en autopista	55
6.3.2. Análisis detección vehículo de delante con imágenes en ciudad	55
6.4. Experimento final: Aplicación a un caso real	56
6.4.1. Análisis de la ejecución con imágenes en autopista	56
6.4.2. Análisis de la ejecución con imágenes en ciudad	57
7. Conclusiones y trabajos futuros	69
7.1. Conclusiones	69
7.2. Trabajos futuros	70
Anexo A. Caso de uso de la aplicación <i>RoiMaker</i>	71

Bibliografía**75**