

December 2006

Sistema Adaptable para el Seguimiento de Camino Aplicado a Sistemas de Transporte Inteligentes

Isaías Romero
ITESM-CEM

Rodolfo Ibarra
ITESM-CEM

Miguel Mendoza
ITESM-CEM

Jaime Vargas
ITESM-CEM

Follow this and additional works at: <http://aisel.aisnet.org/amcis2006>

Recommended Citation

Romero, Isaías; Ibarra, Rodolfo; Mendoza, Miguel; and Vargas, Jaime, "Sistema Adaptable para el Seguimiento de Camino Aplicado a Sistemas de Transporte Inteligentes" (2006). *AMCIS 2006 Proceedings*. 508.
<http://aisel.aisnet.org/amcis2006/508>

This material is brought to you by the Americas Conference on Information Systems (AMCIS) at AIS Electronic Library (AISeL). It has been accepted for inclusion in AMCIS 2006 Proceedings by an authorized administrator of AIS Electronic Library (AISeL). For more information, please contact elibrary@aisnet.org.

Sistema Adaptable para el Seguimiento de Camino Aplicado a Sistemas de Transporte Inteligentes

Isaías Enrique González Romero
ITESM-CEM
isaias@itesm.mx

Rodolfo Ibarra
ITESM-CEM
rodolfo.ibarra@itesm.mx

Miguel González Mendoza
ITESM-CEM
mgonza@itesm.mx

Jaime Mora Vargas
ITESM-CEM
jmora@itesm.mx

RESUMEN

Mediante el uso de nuevos sensores, los automóviles son capaces de obtener una serie de referencias del ambiente que los rodea, obteniendo de esta forma información que es procesada por una red de sistemas informáticos. Estos sistemas proveen a los conductores automovilísticos una retroalimentación inmediata de información crítica, como su comportamiento al manejar, peligros del camino o del desempeño mecánico. Este tipo de sensores está basado en los avances de los sistemas de visión, radar, tecnología ultrasónica combinados con el continuo avance en el uso de sistemas computacionales.

En el proceso de la adquisición de datos para el vehículo, se pueden cometer algunos errores, que pueden ser ocasionados por fallas en los sensores ó por las condiciones ambientales. La robustez del sistema depende de un alto desempeño de los sistemas de detección y una apropiada corrección de fallas.

En este artículo, se propone un sistema de detección de camino adaptable. Para demostrar la necesidad de una mejora en el captor de posición lateral (distancia del vehículo a la línea divisora de su carril) que se usó el proyecto AWAKE (*System for Effective Assessment of Driver Vigilance and Warning According to Traffic Risk Estimation*), [Bekiaris], se realiza un análisis de los errores. Este análisis es llevado a cabo mediante el uso del algoritmo de minería de datos C4.5, [Winston, 1992]. Los resultados del análisis se muestran en tres bases de datos obtenidas dentro del proyecto.

Palabras Clave

Análisis estadísticos, minería de datos, vehículos inteligentes, sistemas de información.

Adaptable System for Road Detection Applied to Systems of Intelligent Transport

ABSTRACT

Through the use of new sensor technology, cars are able to obtain references on their environment. The obtained data is processed by a net of information systems. These systems give to drivers an instant feedback about their driving behavior, dangers on the road or car's mechanical performance indicators. . These kinds of sensors are based on the development of artificial vision systems, radar, ultrasonic technology and computer systems.

In the process of data acquisition for the vehicle, some mistakes can take place. They occur by sensors failures or by the environmental conditions. Robustness of the systems depends on a high performance of detection systems and a correct management of failures.

In this article, we propose an adaptive road detection system. To show the necessity of an improvement in the lateral position detector (distance from the vehicle to a white line in the road) that has been used in the AWAKE project (*System for Effective Assessment of Driver Vigilance and Warning According to Traffic Risk Estimation*), [Bekiaris], we made an analysis of errors in databases. The results of the analysis are from three databases obtained in the AWAKE project.

Keywords

Statistical analysis, data mining, intelligent vehicles, information systems.

INTRODUCCIÓN

En México, durante el año 2001, los accidentes viales fueron la causa de la muerte de 14,996 personas, ocasionaron más de 70,000 discapacidades y demandaron más de 3 millones de consultas del Sistema Nacional de Salud, [Coordinación General de Planeación y Centros SCT, 2004].

La importancia de las tecnologías de la información dentro de los automóviles, radica en la seguridad que aportan al conductor a través del control y regulación de los procesos. Nuevas investigaciones, siguiendo la tendencia del mercado de crear vehículos cada vez más seguros, intentan crear sistemas de alerta para evitar colisiones y sistemas de alerta acerca de comportamiento inadecuado del conductor tales como falta de atención por fatiga, como se señala en [Hernández-Gress et al., 1999; González y Estève, 2002], dependiendo muchas de ellas de los avances en visión artificial, [Sun et al., 2004].

Dentro del proyecto AWAKE, se realizaron investigaciones para diseñar sistemas de alerta al conductor que le permitan reducir el riesgo al conducir. En estas investigaciones, se realizaron experimentos en los que se obtuvieron bases de datos con algunos parámetros tales como la velocidad, el ángulo del volante, la posición lateral, etc.

La investigación descrita en este artículo evalúa el sistema informático utilizado para obtener la posición lateral, definido dentro del marco de investigación del proyecto AWAKE. Esta evaluación ha permitido detectar posibles causas de errores y, en consecuencia, proponer el uso de un nuevo algoritmo de detección de camino para corregir dichos problemas.

TRABAJO RELACIONADO

Existen investigaciones previas las cuales tienen por objetivo determinar el carril por el cual circula el vehículo y/o su posición lateral. Algunos ejemplos y sus características son presentados a continuación:

El sistema RALPH, [Pomerleau, 1995], extrae una región trapezoidal de la imagen del camino frente al vehículo, transformándola en una vista plana. a la que se le aplica una transformación lineal para poder encontrar los carriles a través de la información de la intensidad obtenida.

AURORA, [Chen et al., 1995], es un sistema de alerta para un vehículo que se aleja de su carril. Emplea un sistema de visión que consiste en una cámara de color que mira hacia abajo (en dirección del camino). Se aplica un método de correlación bi-normalizado por plantilla ajustable. El sistema es capaz de encontrar y seguir marcadores del carril a 60 Hz. Este sistema sólo funciona bien para caminos que tienen poca variación o que varían lentamente y no es posible predecir la siguiente posición del vehículo.

El sistema LOIS, [Kluge y Lakshmanan, 1995], es un método que usa una plantilla deformable, para manejar las situaciones donde los bordes del carril en una imagen tienen un contraste local relativamente débil o donde son difíciles de detectar. En este sistema, se resuelve un problema de optimización a través de un algoritmo estocástico con un número fijo de iteraciones. El algoritmo no es capaz de saber cuándo ha alcanzado el óptimo global o al menos una buena solución.

El sistema GOLD, [Bertozzi y Broggi, 1998], es un sistema de visión estéreo que usa hardware en paralelo. Gracias a una transformación geométrica, se remueve el efecto de perspectiva de ambas imágenes. La izquierda es usada para detectar las marcas del carril con una serie de filtros morfológicos, mientras que ambas son usadas para la detección de espacio libre en frente del vehículo. La desventaja de este sistema es que solo trabaja con carriles marcados.

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA USADO EN AWAKE.

El sistema con el que fueron obtenidas las bases de datos de la posición lateral cuenta con una cámara montada sobre un espejo lateral y apuntando hacia abajo. Su objetivo es encontrar la línea blanca de ese lado. Esto tiene varios inconvenientes como la dificultad de conocer la posición lateral cuando el vehículo rebasa a otros vehículos o cuando realiza un cambio de carril, además tiene problemas para las líneas discontinuas y sólo se conoce la posición lateral actual, sin permitir estimaciones de la posición lateral futura.

Las bases de datos contienen los siguientes campos con información:

- Distancia lateral reconstruida
- Distancia lateral filtrada
- Angulo del volante instantáneo
- Angulo del volante filtrado

- Velocidad instantánea
- Velocidad filtrada

Estas mediciones fueron tomadas en situaciones reales de tráfico en experimentos llevados a cabo en el auto Laguna. Las pruebas fueron realizadas por 4 conductores no profesionales. La ruta de ida y vuelta que fue cubierta fue de Toulouse a Carcassone, Francia dos veces al día, durante cuatro días. Cada recorrido es de 184 Km. Se les ordenó a los conductores mantener el automóvil a una velocidad constante de 90 Km/h. El ángulo del volante y la velocidad del vehículo fueron muestreadas a una frecuencia de 20 Hz. Finalmente las mediciones fueron filtradas para reducir aquellas variaciones repentinas originadas por señales de ruido aditivo.

EVALUACIÓN DEL SISTEMA USADO EN AWAKE.

Esta evaluación se realizó con la ayuda del algoritmo de minería de datos C4.5, que permite identificar, mediante un árbol de decisión, qué atributos tienen mayor información del proceso y qué factores influyen de manera significativa al momento de que existe un error en la adquisición de los datos.

Se analizaron 3 bases de datos, con aproximadamente 30,000 instancias cada una. En ellas se encuentran dos tipos de errores: errores clasificados directamente como tales en la base de datos y errores por variaciones instantáneas en las mediciones.

La primera base de datos contiene 46302 instancias de las cuales el 30.1952% están clasificadas como errores y el 0.0022% son errores por variaciones.

La segunda base de datos contiene 29002 instancias de las cuales el 0% está clasificado como errores y el 21.5778 son errores por variaciones.

La tercera base de datos contiene 30587 instancias de las cuales el 0% están clasificadas como errores y el 20.2275% son errores por variaciones.

Este análisis demuestra que una gran parte de la base de datos se clasifica como errores de medición y que se requiere un método que nos aporte confianza en la adquisición de datos.

Para encontrar las causas de estos errores se realizó un análisis de los datos con el algoritmo C4.5. Los resultados son mostrados en la figura 1a.

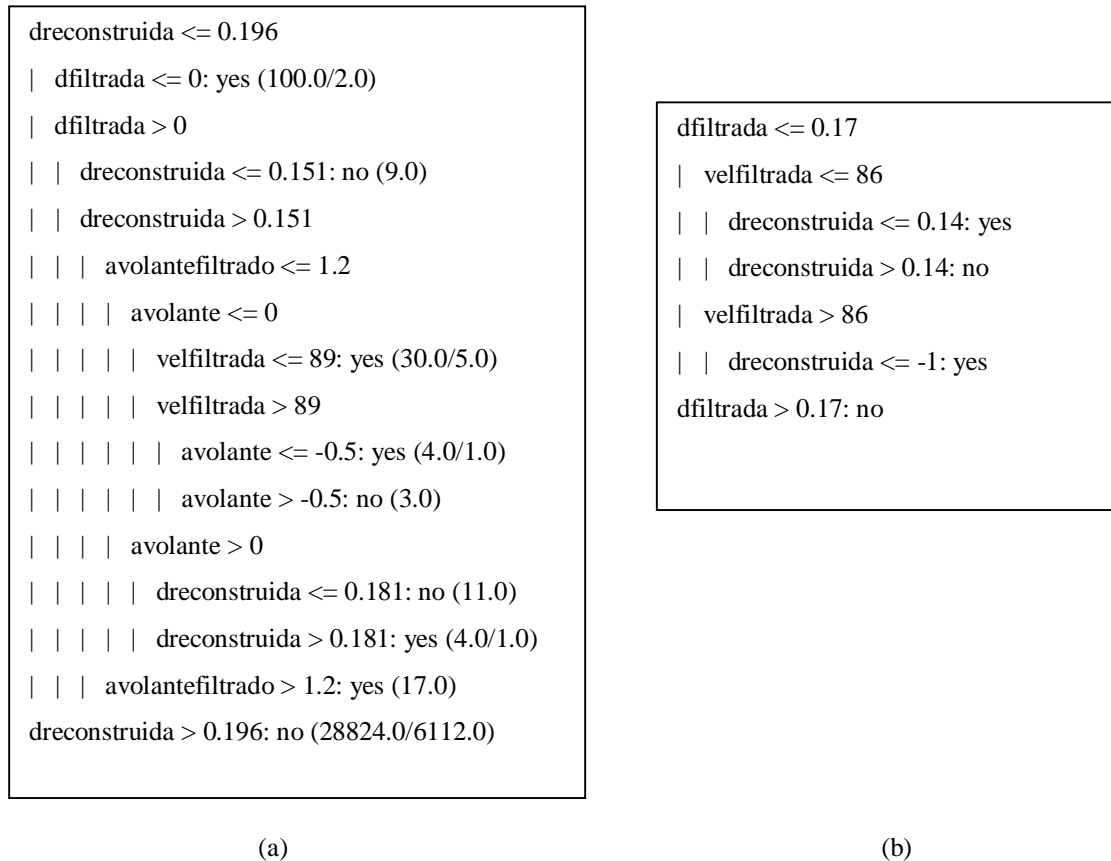


Figura 1. Causas de los errores en la reconstitución de la posición lateral, utilizando el algoritmo C4.5.

SOLUCIÓN PROPUESTA

Actualmente se está desarrollando un método que realiza una detección y seguimiento adaptables, para extraer desde una cámara de video instalada dentro de un automóvil y con vista frontal, información acerca de la posición del vehículo en la carretera. La vista frontal permite tener una perspectiva más amplia del camino y tomar en cuenta una sección de la imagen para la detección posiciones futuras del vehículo.

La detección consiste en: determinar el número de carriles de la carretera, por cuál de ellos se circula, así como las distancias desde el vehículo hasta los límites derecho e izquierdo del carril –líneas blancas. Todo esto a partir de una sola imagen y sin conocimiento previo de la posición del vehículo en la carretera.

El método es robusto a los cambios de iluminación, al deterioro de las marcas de la carretera - tales como las líneas blancas divisoras de los carriles por efectos del medio ambiente o desgaste - y funciona en tiempo real.

Cada imagen obtenida por la cámara es dividida en cuatro regiones horizontales a partir de la zona en que podemos obtener información. La primera zona permite crear un modelo de las rectas que dividen a la carretera a través de una estimación de su pendiente.

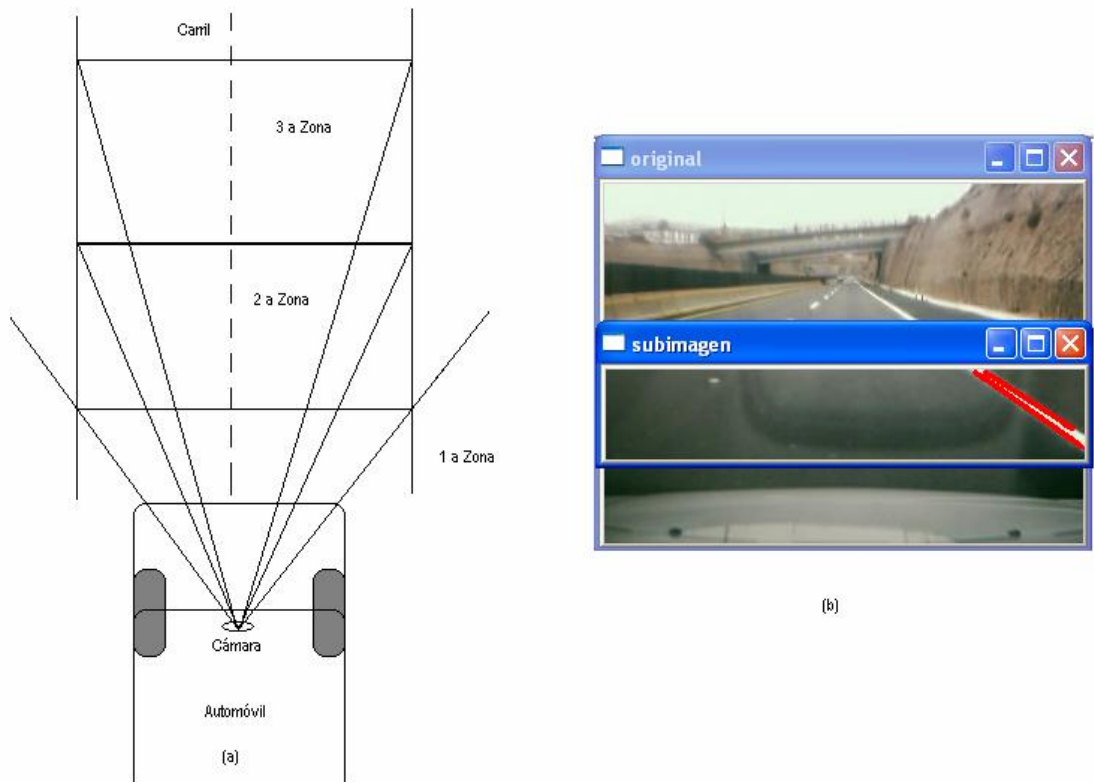


Figura 2. a) Regiones de búsqueda, b) imagen original y subimagen con la detección de línea blanca.

La figura 2 (a) muestra un esquema de vista superior del automóvil, con la cámara montada sobre el espejo retrovisor y las secciones en las que se dividen las imágenes obtenidas. La figura 2 (b) muestra una parte del proceso en la primera sección donde se realiza la detección de las rectas a través de una estimación de su pendiente.

Existen investigaciones previas que utilizan un método por división en zonas, algunas de ellas realizan únicamente una división horizontal y su propósito es crear un modelo con curvaturas del camino, [Pomerleau, 1995]. En este trabajo, se aprovechan estas divisiones para encontrar características de la imagen que nos permitan realizar un seguimiento, así como realizar subdivisiones en la primera y segunda zona para diferentes propósitos.

Esta primera zona es subdividida en cuatro regiones iguales que permite un mejor desempeño bajo condiciones de poco contraste y, al conocer en cual de estas regiones se ha detectado una línea blanca, se puede determinar cuando ocurre un cambio de carril, figura 3.



Figura 3. Subdivisión de la primera zona.

La imagen de color que obtiene la cámara se transforma a escala de grises y para la detección de líneas rectas se aplica un algoritmo de umbral adaptable que limpia la imagen de ruidos tales como sombras, reflejos, etc. En esta nueva imagen se aplica la transformada de Hough probabilística, que obtiene un conjunto de las mejores rectas, según una distribución de probabilidad y, finalmente, el método de los mínimos cuadrados para obtener una sola recta por subregión.

Para poder determinar si existe un cambio de carril es necesario definir una serie de heurísticas. Primero se necesita saber en cuales de las subregiones hay una recta en el tiempo t . Si se conoce dónde se encuentra la recta en el tiempo $t+1$, se puede inferir si existió un cambio de carril.

Con la información obtenida en la segunda zona: se detectan el número de carriles de la carretera, las líneas blancas que permiten determinar en cual carril circula el automóvil, y se ubican marcas o características en la imagen para realizar el seguimiento.

Los primeros resultados de este nuevo método muestran que es posible mejorar la detección de los carriles y sus líneas blancas divisorias a través del análisis por secciones de la imagen. De esta manera, se puede mantener la medición de la distancia lateral aproximada a su valor real durante más tiempo y estimándola cuando no sea posible obtenerla directamente de las imágenes.

TRABAJO FUTURO

La detección del camino es forma la primera parte de esta investigación. La segunda parte consiste en implementar el seguimiento del camino, cuya idea reside en utilizar información previa para predecir la siguiente posición y de esta forma acelerar el proceso.

El seguimiento de las características de una imagen permite conocer o estimar donde se encontrarían dichas características en el futuro inmediato con eso se evitan los fallos en la detección en aquellas imágenes donde los algoritmos de detección no se puedan realizar con facilidad. Para llevarlo a cabo, se requiere información que podemos obtener de la tercera región de la imagen, pues permite calcular los puntos de fuga, que son las intersecciones entre las rectas calculadas (fig 4).

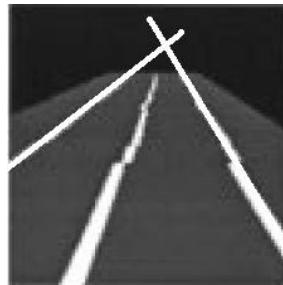


Figura 4.

CONCLUSIONES

La robustez en la detección y seguimiento del camino es un requerimiento importante en el manejo automático basado en técnicas de visión artificial, pues cualquier error podría causar un accidente. También lo es en el manejo supervisado, pues de ello depende que se alerte al conductor en caso de que esté abandonando el carril o se esté realizando algún comportamiento que lo ponga en peligro.

El método propuesto es diferente a los métodos previos existentes, debido a su enfoque de dividir por zonas la imagen, ya que se buscan características específicas en cada una de ellas. Esto permite obtener buenos resultados bajo diferentes condiciones de iluminación, variaciones en las marcas de las carreteras por efectos del clima o deterioro, así como en las carreteras en las que las características cambian rápidamente –como el número de carriles, obstáculos, marcas en el pavimento, pintura vieja, etc.

REFERENCIAS

1. Bekiaris., "AWAKE Deliverable 10.1 Project presentation".
2. Bertozzi, M., Broggi, A. (1998), GOLD: a parallel real-time stereo vision system for generic obstacle and lane detection, *Image Processing*, IEEE Transactions on Volume 7, 62 - 81
3. Chen, M., Jochem, T., Pomerleau, D. (1995), AURORA: A vision-based roadway departure warning system *in Proceedings of the IEEE Intelligent Robots Systems*, 243-248.
4. Coordinación General de Planeación y Centros SCT (2004), Cuarto Informe de Labores 2003-2004 de la S.C.T, México, 107
5. González, M., Estève, D. (2002), Driver Hypovigilance diagnosis using wavelets and statistical analysis, *Intelligent Transportation Systems*
6. Hernández-Gress, N., Giralt, A., Reyna-Rojas, R. (1999), Hypovigil Le capteur de position laterale, *Rapport LAAS No 99357. Project Regional "Hypovigil"*
7. Kluge, K. y Lakshmanan, K. (1995), A deformable-template approach to lane detection, *in Proc. IEEE Intelligent Vehicle Symposium*, 54.59.
8. Pomerleau, D. (1995), RALPH: Rapidly adapting lateral position handling, *in Proceedings of the IEEE Intelligent Vehicle Symposium*, 506-511
9. Sun, Z., Bebis, G., and Miller, R. (2004), On-Road Vehicle Detection using optical sensors: A review, *IEEE Intelligent Transportation Systems Conference*
10. Wang, Y., Teoh, E., Shen, D. (2004), Lane detection and tracking using B-Snake, *Elsevier Computer Science*, 269-280.
11. Winston, P. (1992). C4.5 Tutorial. <http://www2.cs.uregina.ca/~hamilton/courses/831/notes/ml/dtrees/c4.5/tutorial.html>, último acceso: Febrero 2006.