

Estado del arte: Reconocimiento del camino para Vehículos Autónomos.

Camacho José, Pascarella Gibel, Pérez Bustos Luis y Vizcaya Joderick

En el marco de la materia electiva: “Procesamiento de Imágenes”

Abstract—El desarrollo en Vehículos Autónomos se encuentra en auge y con ello se plantean cada vez más soluciones a los distintos problemas que se deben enfrentar. En este trabajo se hablará un poco sobre algunas de las vertientes que han seguido los autores con respecto al reconocimiento de caminos para vehículos autónomos basados en algoritmos de procesamiento de imágenes.

Index Terms—Procesamiento de imágenes, Vehículos autónomos, Visión por computador.

II. TÉCNICAS DE RECONOCIMIENTO DE CAMINOS.

I. INTRODUCCIÓN

EN este estudio se presentarán algunas técnicas que dotan al vehículo con la capacidad de conocer qué parte del área donde se mueve puede ser o no transitada, es decir, detectar cuales son las zonas libres que admitan un movimiento en un tiempo cercano sin que exista una colisión. El reconocimiento de zonas transitables (figura 1) pasa a ser uno de los retos más importantes a superar ya que tiene un efecto directo sobre las decisiones en la navegación y a su vez está influenciado por las condiciones del entorno altamente cambiante como pueden ser la presencia de sombras, reflejos, luces externas, luz diurna, nocturna o artificial, niebla, lluvia, la presencia de objetos en movimiento (otros vehículos o peatones) o la presencia de objetos fijos (infraestructuras, vegetación, etc).

Este problema ha sido enfrentado utilizando diferentes tipos de sensores (par estéreo, LIDAR, IMU, GPS, Mapas digitales, etc) y algoritmos que manejan esos datos, el costo de estos sensores puede llegar a ser muy elevado. Por su parte, el desarrollo en el mundo de la electrónica nos ha llevado a obtener cámaras de alto rendimiento y bajo costo, logrando un buen balance entre la percepción de la escena (al generar datos similares a los que utiliza el humano para conducir) y la relación costo/beneficio. Así bien procedemos a limitarnos a comparar los trabajos que han utilizado cámaras como sistema de adquisición.



Figure 1. El objetivo es determinar cuáles son los píxeles pertenecientes a las zonas transitables sobre la imagen. [2]

Las claves más relevantes respecto a la visión de un humano mientras conduce se mantienen en el color del camino, su textura, sus bordes y las marcas del pavimento si las hubiera[3]. En tanto los vehículos autónomos pretenden compartir el camino con conductores humanos, se debería dar igual importancia a estos componentes.

Tal como es de esperarse, el problema del reconocimiento de caminos ha sido abordado desde diferentes puntos de vista que pueden ser catalogados en tres categorías [7]: Basados en la actividad, basado en las características y basado en el modelo. Al hablar de las técnicas basadas en la actividad se parte del hecho de que el vehículo está en movimiento y luego se procede a contextualizar qué partes de la escena se encuentran activas o inactivas respecto a esa referencia. Luego se habla de técnicas basadas en las características (*features*, en inglés). Se extraen ciertos descriptores de la imagen que permitan reconocer la vía o sus límites (bordes). La última categoría se refiere a particionar la imagen y buscar cuáles son los fragmentos que coinciden con un modelo predeterminado para el camino.

Adicionalmente, éstas técnicas pueden enfocarse en la resolución del problema para caminos estructurados o no estructurados. Se puede definir un camino estructurado como aquellos que por lo general pertenecen a zonas urbanas, usualmente pavimentos con marcas de canales y líneas a ambos lados para indicar fin del pavimento. Por tanto, los no estructurados serán aquellos que no están demarcados pero aún así, el ojo humano es capaz de discernir si puede o no transitarlos (figura 2), por ejemplo, los caminos de tierra, en zonas agrícolas, cuyo límite suele ser la vegetación a ambos lados tal como los presentes en la carrera de robots *DARPA Grand Challenge*[4].



Figure 2. El ojo humano está bien entrenado para reconocer zonas transitables en caminos no-estructurados [5]

En [7] se hace un resumen sobre algunos de los métodos utilizados dentro de las categorías de Características y Basadas en el Modelo.

Toma como referencia un serie de trabajos y los engloba en cinco enfoques:

a Basado en texturas

Centran su atención en la extracción de los límites y determina la porción de camino entre dos límites. Estos trabajos utilizan técnicas como flujo óptico, detección de bordes seguida de la transformada de *Hough*, características de color, textura y la textura combinada con información de color.

b Basado en similitud

Se divide la imagen en un conjunto de muestras a las que se les evalúa su similitud respecto a una base de datos de segmentos de caminos. [8]. Éste método tiene como desventaja la aparición de falsos positivos, es decir, píxeles dentro de la imagen que tienen gran similitud con alguna de las muestras del banco de imágenes.

c Invariancia de iluminación

Uno de los problemas con los que hay que enfrentarse al ejecutar algoritmos de reconocimiento es la variabilidad causada por las condiciones de iluminación, en particular, la aparición áreas bajo sombra [1]. El trabajo de algunos autores ha revelado que la textura y el color son características muy importantes a tener en cuenta para determinar el área del camino. Adicionalmente se trabaja en conjunto con el modelo del camino, que se puede realizar en vivo para hacerlo más robusto e independiente de un conjunto de imágenes prefijadas.

d Caminos no-estructurados

Los caminos no-estructurados presentan una serie de elementos nuevos a estudiar que difieren de los caminos estructurados; entre ellos se habla de la falta de límites, bajo contraste en los bordes del camino, forma no definida sin contar con los cambios climáticos. Algunos autores han logrado generar un vector de camino utilizando procesamientos de imagen basados en la posición inicial, la dirección y el nivel de intensidad de gris. Otros se han basado en el histograma RGB combinando *SVM*, *KNN*, *Bayesian framework* y bajo la ayuda de un mapa generado con datos de un *GPS*. En principio, considera que es realmente difícil determinar la región de un camino no estructurado sin tener más información sobre el mismo.

e Punto de desvanecimiento

La mayoría de los métodos de detección del punto de desvanecimiento yacen sobre el filtro de *Gabor*[6], su uso permite conocer la orientación de la textura en cada píxel y de esa manera saber en qué lugar termina el camino. El problema con éste método aparece cuando la diferencia entre el camino y la región no considerada como tal es muy poca.

El trabajo de [9] propone una solución al reconocimiento de áreas transitables usando un video monocular, a diferencia de otros trabajos que logran este objetivo basados en par estereó y *LIDAR*. Proponen una reducción a una representación en una gráfica 1-D donde cada nodo representa una columna en la imagen y su valor es la distancia de espacio libre entre el vehículo y un obstáculo. Ese valor es obtenido de muchas imágenes y características geométricas basadas en bordes, color y homografía.

Debido a que utiliza información temporal (cuadro actual y al menos el cuadro anterior) el algoritmo arroja problemas en pavimentos marcados y con sombras.

III. CONCLUSIONES

Uno de los principales problemas a los que hay que enfrentarse es que el algoritmo de reconocimiento debe ser lo suficientemente rápido para que sea coherente con la velocidad del vehículo, ya que se utilizará como navegación a una escala fina.

El uso de cámaras implica una serie de problemas que pueden afectar en mayor o menor intensidad el algoritmo utilizado; por ejemplo, obstáculos que se encuentren muy cercanos al lente, pueden generar problemas graves de oclusión. Las sombras pueden generar falsos bordes y/o texturas sobre el camino, los cambios abruptos de iluminación (como la salida de un túnel) pueden generar cambios importantes en la exposición de la imagen.

Finalmente se puede evidenciar que independientemente de la técnica que se utilice hay algunos factores comunes a alcanzar en la búsqueda de un algoritmo ideal para reconocimiento de caminos:

- Ser completamente autónomo, sin necesidad de que el usuario deba determinar un área de muestra.
- Funcionar tanto en caminos estructurados como no-estructurados.
- Ser robusto a cambios del entorno.
- Responder suficientemente rápido para que, dentro de las referencias de velocidades del vehículo, pueda considerarse tiempo real.

REFERENCES

- [1] Olusanya Y Agunbiade, Tranos Zuva, Awosejo O Johnson, and Keneilwe Zuva. Enhancement Performance of Road Recognition System of Autonomous Robots in Shadow Scenario. *Signal & Image Processing: An International Journal*, 4(6):1–12, 2013.
- [2] José M. Álvarez and Antonio M. Ázquez. Road detection based on illuminant invariance. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 12(1):184–193, 2011.
- [3] Aharon Bar, Hillel Ronen, Lerner Dan, and Levi Guy. Recent progress in road and lane detection a survey.pdf. *Machine Vision and Applications*, 25(3):727–745, 2014.

- [4] Hendrik Dahlkamp, Adrian Kaehler, David Stavens, Sebastian Thrun, and Gary Bradski. Self-supervised Monocular Road Detection in Desert Terrain. *Proc of Robotics Science and Systems RSS*, 2006.
- [5] Raia Hadsell, Pierre Sermanet, Jan Ben, Ayse Erkan, Marco Scoffier, Koray Kavukcuoglu, Urs Muller, and Yann LeCun. Learning long-range vision for autonomous off-road driving. *Journal of Field Robotics*, 26(2):120–144, 2009.
- [6] TS Lee. Image representation using 2D Gabor wavelets. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 18(10):959–971, 1996.
- [7] VH Mistry and R Makwana. Survey: Vision based Road Detection Techniques. *International Journal of Computer Science & . . .*, 5(3):4741–4747, 2014.
- [8] Roman Stoklasa and Petr Matula. Road Detection Using Similarity Search. *2nd International Conference on Robotics in Education*, pages 95–102, 2011.
- [9] Jian Yao, Srikumar Ramalingam, Yuichi Taguchi, Yohei Miki, and Raquel Urtasun. Estimating drivable collision-free space from monocular video. *Proceedings - 2015 IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision, WACV 2015*, pages 420–427, 2015.