

Estimación de Trayectorias en Espacio Libre para Conducción Asistida a partir de un Par Estereoscópico a Bordo

Proyecto de Tesis de Maestría en Ingeniería Electrónica

Asesores: Dres. Ruth Mariela Aguilar Ponce y Javier Flavio Vigueras Gómez

Motivación

El registro estereoscópico de imágenes es una de las tareas más comunes en la reconstrucción tridimensional (3D) de escenas mediante sistemas ópticos (parejas o ternas de cámaras, sistemas cámara-proyector, etc). Se emplea para encontrar los puntos o regiones de interés correspondientes en un par de imágenes, lo que permite la reconstrucción 3D por triangulación, utilizando la orientación intrínseca y extrínseca conocida de las cámaras. Desafortunadamente, el problema está matemáticamente “mal planteado”, ya que las imágenes localmente pueden presentar ambigüedades (dualidad convexa-cóncava, oclusiones, discontinuidades en la profundidad, patrones periódicos, *ventaneo* ('windowing'), etc), por lo que se han propuesto muchas técnicas en fotogrametría y también en visión artificial para resolverlo. Este registro tiene una gran cantidad de aplicaciones en diferentes ámbitos de la ciencia, la ingeniería y otras ramas del conocimiento humano, particularmente a través del problema de reconstrucción tridimensional visual: reingeniería en procesos de diseño, replicación y conservación de piezas u obras con valor de patrimonio histórico.

Una de las aplicaciones que se beneficia del registro estereoscópico es la navegación. Los sistemas de asistencia en la navegación para vehículos inteligentes requieren que el sistema sea advertido de los objetos estáticos y dinámicos que se encuentran en el espacio de conducción. Los sistemas de visión estéreo juegan un rol primordial en la asistencia para la detección y reconocimiento de objetos en el espacio de manejo. Una de las tareas fundamentales de los sistemas de asistencia en la navegación es extraer y dar seguimiento a todos los objetos de interés capturados por el sistema de vídeo estéreo.

La detección de objetos de interés ha utilizado diferentes técnicas y primitivas, entre ellas los *stixels* (*stick pixels*) [1]. Los *stixels* son prismas rectangulares que se colocan verticalmente en el suelo con una altura definida (ver Figura 1a). Cada *stixel* limita el espacio libre para conducción (ver Figura 1b) y aproxima los límites del objeto detectado. El filtro de Kalman ha sido utilizado para el seguimiento de movimiento de los *stixels*, determinando el movimiento lateral y longitudinal [2]. Por medio del uso de este filtro se determinan tanto los *stixels* estáticos y dinámicos y permite la agrupación de estos.

Los escenarios de tráfico se componen por un espacio libre relativamente plano con textura y colores uniformes limitados por obstáculos tridimensionales generalmente con una postura vertical. Una forma de determinar el espacio libre es realizando el cálculo de la disparidad densa usando un par de imágenes obtenidas mediante un par estéreo. El espacio libre se obtiene calculando los puntos base de los obstáculos verticales. Sin embargo, no se han explotado del todo las características estadísticas y coplanares del asfalto que se encuentra presente en la mayoría de los escenarios de navegación de vehículos terrestres.

Las características del suelo en los escenarios de navegación terrestre pueden ser utilizadas para determinar el espacio libre utilizando técnicas de segmentación tales como *superpíxeles*. Esta técnica agrupa los píxeles de una imagen en regiones perceptualmente homogéneas [3]. Determinar la localización del suelo nos permitiría establecer el cálculo del espacio libre y por lo tanto el inicio de los *stixels* que nos permitirían determinar la localización de los obstáculos para la navegación.

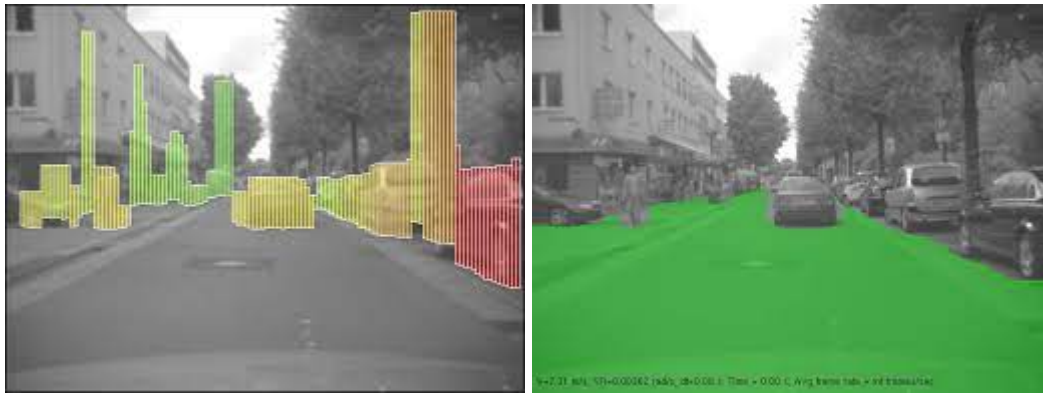


Figura 1. (a) Descripción de una escena urbana mediante *stixels* y (b) determinación del espacio libre para un vehículo basado en la evasión de *stixels* [2].

Objetivo

Establecer un algoritmo para la determinación del espacio libre por medio del uso de superpixels bajo restricciones de coplanaridad para la estimación del suelo en escenarios de navegación terrestre. La estimación del suelo nos permitirá establecer los puntos base de los *stixels* que determinarán la localización de los obstáculos a la navegación.

Metodología

Se propone la siguiente metodología basada en tareas fundamentales de la visión por computadora y que buscan lograr el objetivo planteado:

1. Calibración del par estéreo: estenopeica (proyectiva), distorsión radial (intrínseca a los lentes), epipolar (ya que probablemente los planos de imagen y los ejes focales de las dos cámaras del par no estén perfectamente alineadas). Lo anterior implica encontrar las matrices fundamentales y la homografía de corrección para una de las dos cámaras del par.
2. Cálculo de la disparidad densa en imágenes estéreo calibradas, ya sea mediante alguna técnica local eficiente (CENSUS), semi-global (SemiGlobal Matching) o global (alineación mediante información mutua).
3. Determinación del potencial espacio libre (asfalto) por medio de superpíxeles [4] incluyendo condiciones de coplanaridad y normalidad por gravedad.
4. Determinación del espacio libre por medio de *stixels* [5].
5. Fusión de información de los resultados de las etapas 3 y 4.
6. Evaluación mediante un benchmark para vehículos autónomos (e.g. KITTI [6]).

Materias sugeridas:

1. Topics Selectos de Ingeniería Electrónica: Visión Computacional.
2. Optimización.

Calendario de actividades

Actividades	Duración en meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Revisión bibliográfica	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Calibración del sistema estéreo para obtener líneas epipolares alineadas.		■	■									
Cálculo de la disparidad densa en imágenes estéreo calibradas.				■	■							
Determinación del espacio libre por medio de superpíxeles.						■	■	■				
Establecimiento de la base de los stixels con base en la determinación del espacio libre y la disparidad.								■	■			
Escritura de la tesis.						■	■	■	■	■	■	■
Escritura de un artículo.										■	■	■
Examen previo.												■

Bibliografía

1. Pfeiffer, D., Erbs, F., & Franke, U. (2012). Pixels, stixels, and objects. In Computer Vision–ECCV 2012. Workshops and Demonstrations: Florence, Italy, October 7-13, 2012, Proceedings, Part III 12 (pp. 1-10). Springer Berlin Heidelberg.
2. D. Pfeiffer and U. Franke, "Efficient representation of traffic scenes by means of dynamic stixels," *2010 IEEE Intelligent Vehicles Symposium*, La Jolla, CA, USA, 2010, pp. 217-224, doi: 10.1109/IVS.2010.5548114.
3. David Stutz, Alexander Hermans, Bastian Leibe, Superpixels: An evaluation of the state-of-the-art, *Computer Vision and Image Understanding*, Vol. 166, pp 1-27, 2018, ISSN 1077-3142, <https://doi.org/10.1016/j.cviu.2017.03.007>.
4. Achanta, R., Shaji, A., Smith, K., Lucchi, A., Fua, P., & Süsstrunk, S. (2012). SLIC superpixels compared to state-of-the-art superpixel methods. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 34(11), 2274-2282.
5. Hernandez-Juarez, D., Schneider, L., Cebrian, P., Espinosa, A., Vazquez, D., López, A. M., ... & Moure, J. C. (2019). Slanted stixels: A way to represent steep streets. *International Journal of Computer Vision*, 127(11-12), 1643-1658.
6. Fritsch, J., Kuehnl, T., & Geiger, A. (2013, October). A new performance measure and evaluation benchmark for road detection algorithms. In the 16th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC 2013) (pp. 1693-1700). IEEE.