

## Laboratorio de Investigación en Procesamiento Digital de Imágenes y Visión por Computador (IPCV-LAB)

### Prof. Dr.-Ing. Geovanni Martínez

Escuela de Ingeniería Eléctrica, Departamento de Electrónica y Telecomunicaciones

Email: [geovanni.martinez@ucr.ac.cr](mailto:geovanni.martinez@ucr.ac.cr)

LinkedIn: [www.linkedin.com/in/geovanni-martinez-b46bb2248](http://www.linkedin.com/in/geovanni-martinez-b46bb2248)



### ¿Qué hacemos?

En el IPCV-LAB realizamos investigación básica para el desarrollo de nuevas tecnologías basadas en visión por computador, que a partir del procesamiento de señales de vídeo y profundidad sean capaces de estimar automáticamente la forma, color, posición, orientación y movimiento de objetos reales, para aplicaciones como robótica autónoma para exploración espacial, teleoperación de robots espaciales humanoides, compresión de vídeo, monitorización on-line de procesos biológicos, e inspección on-line para las industrias de semiconductores y alimentaria.

### Biografía corta

Geovanni Martínez obtuvo el título de Doctor en Ingeniería (Dr.-Ing.) por la Universidad de Hannover, Alemania, en 1998. En su tesis doctoral investigó un algoritmo basado en visión por computador para estimar la forma, el movimiento y el color de seres humanos mediante el procesamiento de una señal de vídeo, y su aplicación en la compresión de dicha señal a muy bajos bit-rates. Su director de tesis fue el Prof. Dr.-Ing. H.-G. Musmann. De agosto de 2000 a junio de 2002, continuó sus investigaciones sobre estimación del movimiento humano mediante el procesamiento de una señal de vídeo para la teleoperación por inmersión tridimensional de un robot espacial humanoide llamado ROBONAUT en un trabajo postdoctoral que realizó en la Universidad de Houston y el Centro Espacial Johnson de la NASA. En 1997 se incorporó al cuerpo docente de la Universidad de Costa Rica, donde actualmente es profesor catedrático. Es fundador y coordinador del Laboratorio de Investigación en Procesamiento de Imágenes y Visión por Computador (IPCV-LAB). Actualmente investiga un algoritmo basado en visión por computador, conocido como algoritmo de odometría NIR ToF monocular, capaz de determinar la posición y orientación de un robot de exploración planetaria a partir del procesamiento de dos señales, una señal de vídeo monocular en infrarrojo cercano (NIR) y una señal de profundidad en tiempo de vuelo (ToF), ambas proporcionadas por una cámara NIR ToF fijada rígidamente al lado del robot mirando hacia la superficie, y también lo está ampliando para construir un mapa simultáneamente de la superficie por la que ha pasado el robot, con el fin de transformarlo en un algoritmo monocular de localización y mapeo simultáneos, a que ha denominado SLAM NIR ToF monocular. También tiene experiencia en investigación y desarrollo de algoritmos para la monitorización de procesos biológicos mediante el procesamiento de una señal de vídeo proporcionada por un microscopio in-situ y en la inspección en línea de productos mediante el procesamiento de señales de vídeo para las industrias de semiconductores y alimentaria. En 2002, el Gobierno de Costa Rica le concedió el Premio Nacional de Tecnología Clodomiro Picado Twilight por su destacada trayectoria en el ámbito de la investigación tecnológica. En 2010 recibió el Premio al Investigador de la Universidad de Costa Rica por sus contribuciones al desarrollo tecnológico del país.

### Proyecto de investigación principal

La exploración de superficies planetarias con rovers o helicópteros autónomos o semiautónomos requiere de tecnología a bordo que pueda proporcionar su posición y orientación exactas (pose) para detectar y corregir desviaciones con respecto a las trayectorias planificadas previamente hacia los objetivos científicos. Para contribuir en la solución de ese problema, actualmente esta-

mos investigando un algoritmo capaz de determinar la pose de un robot de exploración a partir del procesamiento de dos señales, una señal de vídeo en el infrarrojo cercano (NIR) y una señal de profundidad por tiempo de vuelo pulsado (ToF), ambas proporcionadas por una cámara NIR ToF fijada rígidamente a un costado de un robot mirando hacia el terreno. Queremos demostrar que sí es posible obtener la pose del robot mediante el procesamiento de una señal de vídeo monocular y que, si además se considera en el procesamiento la señal de profundidad, también es posible determinarla con mucha precisión en terrenos irregulares. Además, como la cámara trabaja en la región del infrarrojo cercano del espectro electromagnético, el algoritmo también es capaz de trabajar en la oscuridad y no se ve afectado por los cambios de iluminación locales debidos a las sombras en movimiento. Por otro lado, el algoritmo no intenta estimar la pose del robot en una sola etapa, como se hace tradicionalmente con técnicas de estimación no lineal que suelen requerir muy buenas condiciones iniciales y el establecimiento de correspondencias entre puntos característicos, sino en dos etapas, estimando primero el movimiento del robot entre imágenes, y luego integrando el movimiento estimado a lo largo del tiempo utilizando reglas de composición. Para estimar el movimiento del robot entre imágenes, se minimiza el error fotométrico en los puntos de observación, que se expresa en forma lineal permitiendo realizar la minimización mediante un estimador de máxima verosimilitud iterativo y compacto, que no requiere condiciones iniciales especiales ni establecer ninguna correspondencia entre puntos de observación. Se han llevado a cabo cientos de experimentos sobre terreno irregular, obteniendo excelentes errores absolutos medios de posición y orientación inferiores al 1 % de la distancia y el ángulo recorridos, respectivamente, que se deben principalmente al conocimiento más preciso de la profundidad que proporciona la cámara NIR ToF. El algoritmo corre en tiempo real y puede procesar hasta 50 fps a resolución VGA en un computador portátil convencional. También estamos ampliando el algoritmo para mapear simultáneamente la ubicación por la que ha pasado el robot, con el fin de transformarlo en un algoritmo de localización y mapeo simultáneo NIR ToF monocular, que hemos llamado SLAM NIR ToF monocular.



Figura 1: Robots usados para probar la nueva tecnologías de odometría y SLAM NIR ToF monocular desarrolladas por el IPCV-LAB para sistemas de navegación de robot autónomos de exploración.

### Premios

- Premio Nacional de Tecnología Clodomiro Picado Twilight 2002
- Premio al Investigador de la Universidad de Costa Rica 2010