



Laboratorio de Investigación en
Procesamiento Digital de Imágenes
y Visión por Computador

Universidad de Costa Rica

**Laboratorio de Investigación en Procesamiento Digital de Imágenes y
Visión por Computador (IPCV-LAB)**
<http://ipcv-lab.eie.ucr.ac.cr>

Departamento de Electrónica y Telecomunicaciones
Escuela de Ingeniería Eléctrica
Universidad de Costa Rica

Prof. Dr.-Ing. Geovanni Martínez Castillo
Coordinador
geovanni.martinez@ucr.ac.cr

Resumen

El IPCV-LAB fue fundado en el año 2002 y su principal actividad es la **investigación** básica de la relación geométrica entre una escena tridimensional y las imágenes bidimensionales de la escena capturadas por una cámara de video, con el objetivo de definir nuevos modelos que permitan describir el proceso de formación de las imágenes. Con base a esos modelos se **desarrollan** luego nuevas tecnologías (algoritmos), que a partir del análisis de señales provenientes de cámaras de video y sensores de profundidad, sean capaces de estimar (extraer) automáticamente la forma, el color, la posición, la orientación y el movimiento de objetos reales presentes en la escena. Estas nuevas tecnologías pueden aplicarse en robótica autónoma (de exploración planetaria, de atención médica de pacientes, de cuidado de ancianos, de manufactura, etc.), la estabilización digital de video, la teleoperación de robots humanoides, el análisis de imágenes biomédicas para la detección de enfermedades, el monitoreo de procesos biológicos utilizando microscopía in-situ, la inspección en línea de productos industriales para la industria 4.0, la telecomunicación por inmersión 3D, la compresión de video a muy bajos índices de transmisión, la animación de avatares por captura de movimiento para redes sociales y juegos electrónicos, entre muchas otras aplicaciones.

Biografía corta del coordinador del laboratorio



El Dr. Martínez obtuvo el grado académico de Doctor en Ingeniería (Dr.-Ing.) en el "Institut fuer Theoretische Nachrichtentechnik und Informationsverarbeitung" (Instituto de Telecommunicación Teórica y Procesamiento de Información) de la Universidad de Hannover, Alemania, en el área de compresión de video a muy bajos bit-rates para prestar los servicios de videotelefonía y videoconferencia, bajo la tutela del Prof. Dr.-Ing. H.-G. Musmann, en el año 1998. De agosto del 2000 a junio del 2002 realizó estudios posdoctorales en la Universidad de Houston y el Centro Espacial Johnson de la NASA, en el área de teleoperación de robots humanoides por inmersión tridimensional haciendo uso de una única cámara de video. Actualmente su principal área de interés es la Visión por Computador y sus aplicaciones en robótica autónoma, biomedicina, industria 4.0, telecomunicaciones, juegos electrónicos y redes sociales. Es Profesor Catedrático en la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Costa Rica y en el año 2002 fundó el Laboratorio de Investigación en Procesamiento Digital de Imágenes y Visión por Computador (IPCV-LAB), para facilitar el aprendizaje y la investigación en el área de Visión por Computador, justo después de que le otorgaran el Premio Nacional de Tecnología Clodomiro Picado Twilight. También es premio al Investigador de la Universidad de Costa Rica, 2010, en el área de Ingeniería.



Información de contacto

 <p>UNIVERSIDAD DE COSTA RICA</p> <p>www.ucr.ac.cr</p>	<p>IPCV-LAB Laboratorio de Investigación en Procesamiento Digital de Imágenes y Visión por Computador</p> <p>Dr.-Ing. Geovanni Martínez Profesor Catedrático</p> <p>Escuela de Ingeniería Eléctrica Universidad de Costa Rica 2060 San José, Costa Rica Tel: 2511-2631 / Cel: 87041559 Fax: 2511-3920 geovanni.martinez@ucr.ac.cr http://ipcv-lab.eie.ucr.ac.cr</p>	<p>IPCV-LAB Image Processing and Computer Vision Research Laboratory</p> <p>Prof. Dr.-Ing. Geovanni Martínez</p> <p>School of Electrical Engineering University of Costa Rica 2060 San José, Costa Rica</p> <p>Tel: (506) 2511-2631 / Cel: (506) 87041559 Fax: (506) 2511-3920 geovanni.martinez@ucr.ac.cr http://ipcv-lab.eie.ucr.ac.cr</p>
--	--	---

Principales líneas de investigación del IPCV-LAB

Línea de investigación principal I

Investigación y desarrollo de nuevos algoritmos para la estimación automática de la forma, el color, la posición, la orientación y el movimiento tridimensional de objetos reales, a partir del análisis de imágenes capturadas por cámaras de video y sensores de profundidad, así como su aplicación en robótica autónoma (de exploración planetaria, de atención médica a pacientes, de cuidado de ancianos, de manufactura, etc.), la estabilización digital de video, la teleoperación de robots humanoides, la telecomunicación por inmersión 3D y la compresión de video a muy bajos índices de transmisión, así como en la animación de avatares por captura de movimiento para redes sociales y juegos electrónicos.

Resultados de la línea de investigación principal I

Los resultados que hemos obtenido en esta línea de investigación ya se han aplicado con éxito en el desarrollo de nuevos sistemas de navegación para robots autónomos de exploración planetaria (ver Fig. 1) [1-4, 6-7], la teleoperación de robots humanoides para la exploración espacial [12-14], la estabilización digital de video [5] y la compresión de video a muy bajos índices de transmisión [8-11, 15-25].

Por los trabajos realizados en esta línea de investigación y por el éxito obtenido en la misma, en el año 2002 nos otorgaron el Premio Nacional de Tecnología Clodomiro Picado Twilight".

Publicaciones relacionadas con la línea de investigación principal I

[1] G. Martinez, "Extending the Measurement Error Model of a Direct Visual Odometry Algorithm to Improve its Accuracy for Planetary Rover Navigation", IEEE International Conference on Applied Science and Advanced Technology (IEEE iCASAT 2019), Queretaro, Mexico, November 27-29, 2019.

[2] G. Martinez, "Improving the Robustness of a Direct Visual Odometry Algorithm for Planetary Rovers", IEEE International Conference on Electrical Engineering, Computing Science and Automatic Control (IEEE CCE-2018), Mexico, City, Mexico, September 5-7, 2018.

[3] G. Martinez, "Experimental results of testing a direct monocular visual odometry algorithm outdoors on flat terrain under severe global illumination changes for Planetary Exploration Rovers", Computación y Sistemas, an International Journal of Computing Science and Applications, Vol. 22, No. 4, pp. 1581-1593, 2018.

[4] G. Martinez, "Field tests on flat ground of an Intensity-difference Based Monocular Visual Odometry Algorithm for Planetary Rovers", 15th IAPR International Conference on Machine Vision Applications (IAPR MVA-2017), Nagoya, Japan, May 08-12, 2017.



- [5] G. Martinez, "Intensity-Difference Based 3D Video Stabilization for Planetary Robots", IEEE International Conference on Electrical Engineering, Computing Science and Automatic Control (IEEE CCE-2016), Mexico, City, Mexico, September 26-30, 2016.
- [6] G. Martinez, "Intensity-Difference Based Monocular Visual Odometry for Planetary Rovers", New Development in Robot Vision, Book Series: Cognitive Systems Monographs, Vol. 23, Springer, ISBN: 978-3-662-43858-9, pages 1181-198, 2014.
- [7] G. Martinez, "Monocular Visual Odometry from Frame to Frame Intensity Differences for Planetary Exploration Mobile Robots", IEEE Workshop on Robot Vision (IEEE WoRV 2013), Tampa Bay, Florida, USA, 16-17 January, 2013.
- [8] M. Hess and G. Martinez, "Automatic Adaptation of a Human Face Model for Model-Based Coding", Picture Coding Symposium 2004 (PCS 2004), San Francisco, California, USA, 15-17 December 2004.
- [9] M. Hess and G. Martinez, "Facial Feature Extraction Based on the Smallest Univalue Segment Assimilating Nucleus (SUSAN) Algorithm", Picture Coding Symposium 2004 (PCS 2004), San Francisco, California, USA, 15-17 December 2004.
- [10] G. Martinez, "Improving the Speed of Convergence of a Maximum-Likelihood Motion Estimation Algorithm of a Human Face", IEEE International Conference on Multimedia and Expo (IEEE ICME 2004), Taipei, Taiwan, June, 2004.
- [11] G. Martinez, "Maximum-Likelihood Motion Estimation of a Human Face", IEEE International Conference on Multimedia and Expo (IEEE ICME 2003), Baltimore, USA, 2003.
- [12] G. Martinez, I. Kakadiaris and D. Magruder, "Teleoperating ROBONAUT: A case study", IAPR British Machine Vision Conference (IAPR BMVC 2002), Cardiff, England, 2002.
- [13] G. Martinez, I. A. Kakadiaris and D. Magruder, "Teleoperating ROBONAUT: A case study", Technical Report UH-CS-02-01, Department of Computer Science, University of Houston, 46 pages, March 2002.
- [14] A. Kakadiaris, K. Grigoriadis, D. Magruder, K. Baker, G. Martinez, "Optical Tracking for Telepresence/Teleoperation Space Applications", Institute for Space Systems Operations (ISSO), Annual Report, pp. 42-48, 2001.
- [15] G. Martinez, "Maximum-Likelihood Motion Estimation of Articulated Objects for Object-Based Analysis-Synthesis Coding", Picture Coding Symposium (PCS-2001), Seoul, Korea, 2001.
- [16] G. Martinez, "Joint Position Estimation for Object-Based Analysis-Synthesis Coding", Visual Communications and Image Processing, Perth, Australia, 2000.
- [17] G. Martinez, "Modelos Tridimensionales Utilizados en la Codificación de Análisis-Síntesis Basada en Objetos", X International Conference on Electronics, Communications and Computers (CONIELECOMP 2011), Puebla, México, 2000.
- [18] G. Martinez, "Analysis-Synthesis Coding Based on the Model of Articulated Three-Dimensional Objects", Picture Coding Symposium (PCS 1999), Portland, Oregon, 1999.
- [19] G. Martinez, Analyse-Synthese-Codierung basierend auf dem Modell bewegter dreidimensionaler, gegliederter Objekte, PhD. Thesis, University of Hannover, Germany, 1998.
- [20] M. Kampmann and G. Martinez, "Automatic Adaptation of Face Models in Videophone Sequences with more than one Person", International Workshop on Coding Techniques for very low bit-rate video coding, Linkoeping, Sweden, 1997.
- [21] G. Martinez, "Shape Estimation of Articulated Objects for Object-Based Analysis-Synthesis Coding (OBASC)", Signal Processing: Image Communications, Vol. 9, No. 3, 1997.
- [22] G. Martinez, "Shape Estimation of Articulated 3D Objects Considering Mutual Occlusions for Object-Based Analysis-Synthesis Coding (OBASC)", Picture Coding Symposium (PCS 1996), Melbourne, Australia, 1996.



[23] G. Martinez, "3D Motion Estimation of Articulated Objects for Object-Based Analysis-Synthesis Coding (OBASC)", International Workshop on Coding Techniques for Very Low Bit-rate Video, Shinagawa, Tokyo, Japan, 1995.

[24] G. Martinez, "A Robust Algorithm for 3D Motion Estimation of an Small Surface Patch of a 3D Object", Workshop in Image Analysis and Synthesis in Image Coding, Berlin, Germany, 1994.

[25] G. Martinez, "Automatic Analysis of Flexibly Connected Rigid 3D Objects for Object-Based Analysis-Synthesis Coding (OBASC)", Picture Coding Symposium (PCS 1994), Sacramento, USA, 1994.

Imagen ilustrativas de la línea de investigación principal I



Fig. 1 Robots utilizados para validar los sistemas de navegación desarrollados en el IPCV-LAB para robótica autónoma de exploración

Línea de investigación principal II

Investigación y desarrollo de nuevos algoritmos para encontrar (segmentar) las regiones que contienen células en imágenes capturadas por microscopios, y para contar el número de células que contiene cada región, así como su aplicación en la estimación de la densidad celular dentro de reactores biológicos, sin la intervención de un operador y sin peligro de contaminar los cultivos.

Resultados de la línea de investigación principal II

Los resultados que hemos obtenido en este línea de investigación, ya se han aplicado con éxito en la determinación de la densidad celular dentro de reactores biológicos [27-28, 32-40], para la producción de fármacos, haciendo uso de microscopios in-situ (ver Fig. 2), los cuales pueden capturar imágenes de las células dentro de los reactores, sumergiendo su zona de muestreo, sin peligro de contaminar los cultivos celulares y sin la intervención de un operador.

También hemos realizado investigación y desarrollo de nuevos algoritmos para la estimación del tamaño de cristales en procesos de cristalización de insulina humana, con el objetivo de limitar el crecimiento de los cristales en la producción de fármacos para el tratamiento de la diabetes [26, 29-31].



Por los trabajos realizados en esta línea de investigación y por el éxito obtenido en la misma, en el año 2010 nos otorgaron el Premio al Investigador de la Universidad de Costa Rica en el área de ingeniería.

Publicaciones relacionadas con la línea de investigación principal II

- [26] G. Martinez, P. Lindner, A. Bluma, T. Schepers, "Algorithm to Extract the Shortest Linear Edge and the Longest Diagonal of Single Isolated Human Insulin Crystals for In-Situ Microscopy", IEEE International Conference on Electrical Engineering, Computing Science and Automatic Control (IEEE CCE 2015), Mexico City, Mexico, October 26-27, 2015.
- [27] P. De-Ford, G. Martinez, "Maximum Likelihood Thresholding Based on Four-Parameter Gamma Distribution", IEEE International Conference on Electrical Engineering, Computing Science and Automatic Control (IEEE CCE 2014), Ciudad del Carmen, Campeche, Mexico, September 29 – October 3, 2014.
- [28] L. D. Rojas, G. Martinez, T. Schepers, "Cell Counting on Local Intensity Maxima Grouping for In-Situ Microscopy", IEEE International Symposium on Biomedical Imaging (IEEE ISBI 2014), Beijing, China, April 28 – May 2, 2014.
- [29] G. Martinez, P. Lindner, A. Bluma, T. Schepers, "Accurate Segmentation of Single Isolated Human Insulin Crystals for In-Situ Microscopy", 24th IEEE International Conference on Electronics, Communications and Computers (IEEE CONIELECOMP 2014), Cholula, Puebla, Mexico, February 26 – 28, 2014.
- [30] G. Martinez, P. Lindner, A. Bluma, T. Schepers, "Detection of Single Isolated Human Insulin Crystals for In-Situ Microscopy", IEEE Electronics, Robotics and Automative Mechanics Conference (IEEE CERMA-2012), Cuernavaca, Morelos, Mexico, November 19-23, 2012.
- [31] G. Martinez, P. Lindner, T. Schepers, "Foreground Segmentation of Human Insulin Crystal Images for In-Situ Microscopy", 21st IEEE International Conference on Electronics, Communications and Computers (IEEE CONIELECOMP 2011), February 28th - March 2nd, 2011, Puebla, Mexico.
- [32] G. Martinez, J.-G. Frerichs, T. Schepers, "Bubble Segmentation Based on Shape from Shading for In-Situ Microscopy", 21st IEEE International Conference on Electronics, Communications and Computers (IEEE CONIELECOMP 2011), February 28th - March 2nd, 2011, Cholula, Puebla, Mexico.
- [33] G. Rudolph, P. Lindner, A. Bluma, K. Joeris, G. Martinez, B. Hitzmann and T. Schepers, "Optical Inline Measurement Procedures for Counting and Sizing Cells in Bioprocess Technology", Optical Sensor Systems in Biotechnology, Book Series: Advances in Biochemical Engineering Biotechnology, Vol. 116, Springer (2010), ISBN: 978-3-642-03469-5, pages 125-142.
- [34] G. Martinez, J.-G. Frerichs, G. Rudolph, T. Schepers, "Three-Dimensional Cell Counting for In-Situ Microscopy", IAPR 19th International Conference on Pattern Recognition 2008 (IAPR ICPR 2008), Tampa, Florida, USA, December 8-11, 2008.
- [35] A. Sheehy, G. Martinez, J.-G. Frerichs, T. Schepers, "Region and Contour Based Cell Cluster Segmentation Algorithm for In-Situ Microscopy", IEEE International Conference on Electrical Engineering, Computing Science and Automatic Control (IEEE CCE 2008), Mexico City, Mexico. November 12-14, 2008.
- [36] G. Rudolph, P. Lindner, A. Gierse, A. Bluma, G. Martinez, B. Hitzmann, T. Schepers, "Online Monitoring of Microcarrier Based Fibroblast Cultivations with In situ Microscopy", Biotechnology and Bioengineering, Vol. 99, No. 1, January 1, 2008.
- [37] E. Espinoza, G. Martinez, J.-G. Frerichs and T. Schepers, "Cell Cluster Segmentation based on global and local thresholding for In-Situ Microscopy", IEEE International Symposium on Biomedical Imaging: from Nano to Macro (IEEE ISBI 2006), Arlington, Virginia, USA, 6-9 April 2006.
- [38] G. Martinez, J.-G. Frerichs, K. Joeris, K. Kostantinov, T. Schepers, "Three-Dimensional Shape Estimation of BHK Cell Clusters from a Still Image Based on Shape from Shading for In-Situ Microscopy", IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing 2006 (IEEE ICASSP 2006), Toulouse, France, 14-19 May 2006.

[39] G. Martinez, "Criterion for Automatic Selection of the Most Suitable Maximum-Likelihood Thresholding Algorithm for extracting object from their background in a still image", IAPR Conference on Machine Vision Applications (IAPR MVA 2005), Tsukuba, Japan, 16-18 May 2005.

[40] G. Martinez, J.-G. Frerichs, K. Joeris, K. Kostantinov, T. Scheper, "Cell Density Estimation from a Still Image for In-Situ Microscopy", IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing 2005 (IEEE ICASSP 2005), Pennsylvania, Philadelphia, PA, USA, 19-23 March 2005.

Imágenes ilustrativas de la línea de investigación 2

Imagenes ilustrativas de la línea de investigación principal I

In-situ microscope

On-line automatic cell density estimation with no risk of culture contamination

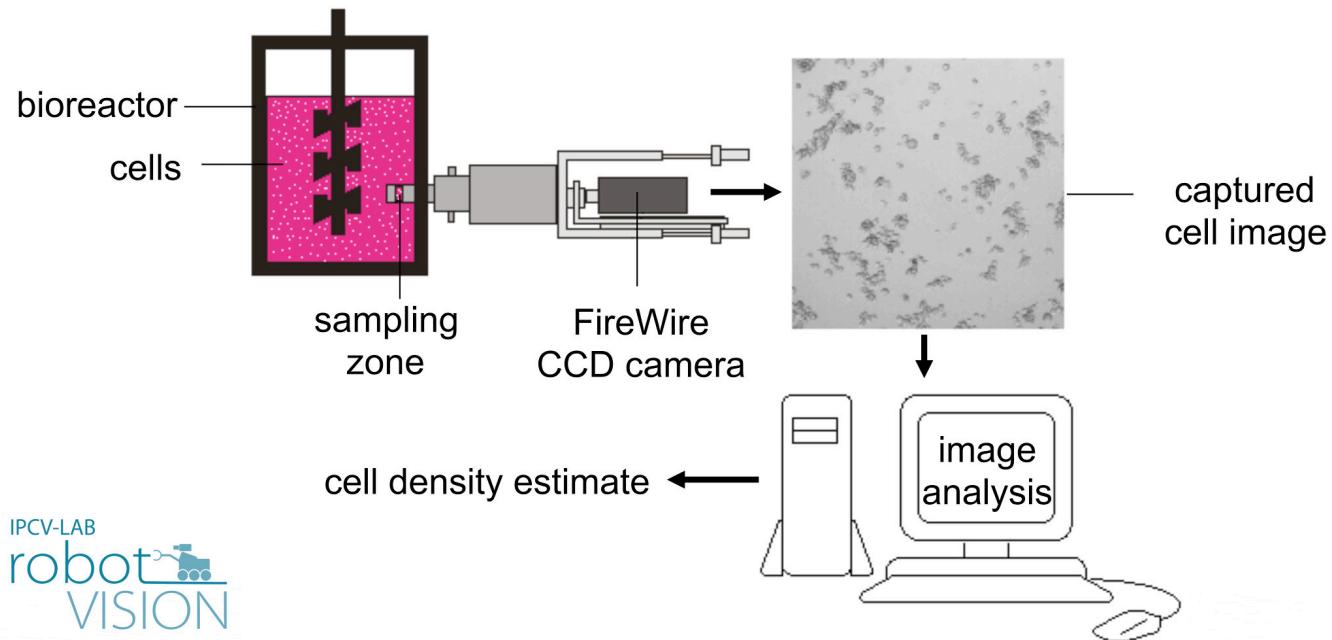


Fig. 2 Microscopio in-situ capaz de capturar imágenes de las células dentro de un reactor biológico sin peligro de contaminación del cultivo.