

# Sistemas de Visión Automática – Reconocimiento de Patrones Realidad Aumentada y Reconstrucción 3D

Claudia Russo, Javier Giacomantone, María José Abásolo, Marcelo Naiouf,  
Federico Cristina, Sebastián Dapoto, Verónica Artola

Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI)  
Facultad de Informática – UNLP

{crusso, jog, mnaiouf, fcristina, sdapoto, vartola}@lidi.info.unlp.edu.ar, mjabasolo@uib.es

## CONTEXTO

Esta línea de Investigación forma parte del Subproyecto “Tratamiento de imágenes digitales y video. Visión 3D”, dentro del Proyecto “Procesamiento Paralelo y Distribuido y Aplicaciones en Sistemas Inteligentes y Tratamiento de Imágenes y Video” del Instituto de Investigación en Informática LIDI, acreditado por la UNLP en el marco del Programa de Incentivos. Asimismo se integra a un proyecto financiado por la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECID).

## RESUMEN

La línea de investigación presentada se centra en el estudio y desarrollo de temas relacionados con software, modelos y métodos para sistemas de visión automática. Los principales temas abordados son reconocimiento automático de patrones, realidad virtual, realidad aumentada y reconstrucción 3D. Son investigadas técnicas eficientes de extracción y representación de características de objetos en imágenes digitales y la clasificación estadística de los mismos. En el área de visión 3D, el énfasis está puesto en el estudio, investigación y desarrollo de aplicaciones donde resulta muy útil contar con métodos rápidos y flexibles para adquirir información 3D a partir de una escena real. El diseño de ambientes 3D es utilizado como interfaz gráfica de otras aplicaciones valiéndose del uso de Realidad Virtual.

El volumen de datos y el cómputo intensivo requerido para resolver los problemas estudiados en tiempo real,

estudiados en tiempo real, motivan el estudio de la paralelización de los métodos propuestos.

**Palabras Clave:** Visión Automática, Reconstrucción 3D, Reconocimiento de Patrones, Realidad Virtual.

## 1. INTRODUCCION

La investigación en visión por computador ha crecido considerablemente en las últimas dos décadas [1] [2] [3], fundamentalmente como consecuencia de una mayor disponibilidad de cámaras de menor costo y buena calidad y de la evolución de los microprocesadores [4]. Los límites entre las distintas áreas de aplicación tienden a conformar campos de trabajo interdisciplinario para la resolución de problemas que involucran distintos temas, desde procesamiento de imágenes de bajo nivel hasta técnicas de visión automática utilizando realidad virtual y aumentada [5].

Uno de los aspectos más sorprendentes cuando se estudia la percepción visual humana es la capacidad del observador para determinar la estructura 3-D (Visión 3D) de los objetos a partir de patrones bidimensionales de luz [6] [7]. En sistemas de visión automática se investigan métodos que permitan derivar mediciones tridimensionales de alta precisión. Un tema actual es el de Reconstrucción 3D a partir de imágenes, generalmente capturadas por escáneres ubicados en distintas posiciones. Una aplicación estudiada es la reconstrucción de piezas de diversas

piezas de diversas características, por ejemplo, antropológicas, dentarias, etc. [8].

Los dispositivos escáner 3D permiten obtener modelos 3D de objetos, esculturas, edificios, yacimientos arqueológicos, zonas urbanas y paisajes naturales. Utilizan medios ópticos (como por ejemplo láser) proyectados en el objeto de interés. Actualmente existen en el mercado diversos equipos de escáner 3D pero el costo de los mismos es muy elevado y su portabilidad es en muchos casos reducida. La estereovisión o visión estereoscópica es un método de reconstrucción 3D a partir de fotografías que no requiere de ningún equipo especial sino que puede funcionar con cámaras de fotos estándar. Cuando se intenta evaluar una aproximación computacional para la percepción artificial de formas 3D es necesario la existencia de numerosos atributos de la estructura 3D que potencialmente podrían estar representados en el sistema visual (curvatura, distancia relativa, orientación local, entre otras) cuyas dificultades computacionales no son las mismas, y que para la evaluación de las diferentes aproximaciones computacionales es necesario examinar la validez de las hipótesis subyacentes. Puesto que existen numerosas escenas que producen la misma imagen, todos los análisis computacionales de la percepción 3D deben restringirse a un conjunto de posibles interpretaciones suponiendo una serie de restricciones más o menos reales [8]. Uno de los objetivos planteados en esta línea de investigación y desarrollo es, como evolución de un scanner 3D desarrollado en el III-LIDI, migrar hacia una tecnología móvil y portable que permita reconstrucciones 3D en tiempo real y se integre con la visualización de los modelos mediante realidad aumentada.

Reconocimiento de patrones y en particular reconocimiento estadístico de patrones es un área de investigación interdisciplinaria tanto en la investigación básica de métodos fundamentales [9] [10], como en sus aplicaciones. El objetivo principal de un

sistema de reconocimiento automático de patrones es descubrir la naturaleza subyacente de un fenómeno u objeto, describiendo y seleccionando las características fundamentales que permitan clasificarlos en una categoría determinada. Sistemas automáticos de reconocimiento de patrones permiten abordar problemas en diversas disciplinas científicas y forman una etapa importante en un sistema de visión por computador. En particular estudiamos dos aspectos fundamentales, extracción de características, representación de objetos y la clasificación estadística de los mismos a partir de la información obtenida de imágenes digitales adecuadamente procesadas. Los métodos de extracción de características intentan optimizar la clasificación generando características invariantes a distintas transformaciones [11]. Algunas de las principales aplicaciones son la identificación biométrica [12], el reconocimiento remoto y el reconocimiento óptico de caracteres.

En particular, en bioinformática y en reconocimiento automático de patrones en imágenes médicas [13] es necesario evaluar sistemas de clasificación binaria [14], para lo cual se utilizan técnicas que facilitan el diseño y la visualización comparativa de los resultados como las curvas ROC (Receiver Operating Characteristics) [15]. Estas técnicas representan en muchos casos una solución apropiada para tratar problemas complejos del mundo real, como el tratamiento de imágenes funcionales obtenidas mediante resonancia magnética nuclear (fMRI), que permiten determinar la actividad del cerebro humano ante estímulos predefinidos en el paradigma del correspondiente estudio médico [15]. Las imágenes funcionales fMRI, en particular el conjunto de etapas de pre y pos procesamiento de datos, requieren la convergencia y la acción interdisciplinaria para obtener resultados adecuados.

El procesamiento de imágenes médicas en tiempo real involucra distintas etapas de procesamiento, los sistemas de reconocimiento de patrones múltiples y no estacionarios [16] son necesarios cuando el patrón estudiado está sujeto a cambios en el tiempo. La etapa de aprendizaje automático tiene por lo tanto no solo requerimientos en cuanto al volumen de datos a procesar sino también en cuanto a la variabilidad temporal de los patrones analizados. Este tipo de aplicaciones motivan el estudio de su posible paralelización.

## 2. LINEAS DE INVESTIGACION y DESARROLLO

- Reconstrucción de modelos 3D basado en la combinación de cámaras estereoscópicas y la utilización de luz estructurada.
- Técnicas de estimación de desplazamiento aplicada a correspondencia de puntos en imágenes estereoscópicas.
- Análisis de imágenes en tiempo real.
- Análisis de formas. Parametrización.
- Extracción de características invariantes a rotación y escala.
- Segmentación, representación y clasificación.
- Técnicas de análisis de tipologías edilicias.
- Sistemas de Reconocimiento Automático de Patrones basados en aprendizaje supervisado y no supervisado.
- Análisis de características de textura, color y formas.
- Visión estereoscópica.
- Migración de algoritmos a arquitecturas multiprocesador y soluciones paralelas.
- Generación de mallados a partir de nubes de puntos 3D.

## 3. RESULTADOS OBTENIDOS /ESPERADOS

- Se ha desarrollado un sistema de reconocimiento automático de texto Braille.
- Se desarrollo un sistema, hardware y software, que permite la reconstrucción de modelos 3D basado en la combinación de cámaras estereoscópicas y la utilización de luz estructurada [17] [18].
- Implementación de un scanner 3D móvil mediante el uso de técnicas de estimación de desplazamiento y herramientas de visualización 3D para dispositivos móviles [19].
- Evaluación del rendimiento en sistemas de reconocimiento de patrones supervisados y de clasificación binaria [20].
- Estudiar técnicas de extracción de características y representación para identificación biométrica en imágenes digitales.
- Clasificación de imágenes basadas en contenido a partir de forma, textura y color.
- Desarrollar una solución que permita detectar construcciones en imágenes aéreas de baja calidad [21].

## 4. FORMACION DE RECURSOS HUMANOS

En esta línea de I/D existe cooperación entre distintos subproyectos de investigación en el III-LIDI, fundamentalmente por la necesidad de resolver problemas de visión automática que involucran tratamiento masivo de datos en tiempo real y por ser particularmente viables para su cómputo paralelo. En el marco de esta línea de investigación hay un investigador realizando su doctorado y se espera la realización de tesis y tesis desarrollando aspectos particulares en sistemas de visión automáticos.

## 5. BIBLIOGRAFIA

- [1] Davies E. R. Machine Vision; Theory, Algorithms, Practicalities. Morgan Kaufmann, 2005.
- [2] Richard Hartley, Andrew Zisserman. Multiple View Geometry in Computer Vision. Cambridge University Press, 2003.
- [3] Ramesh Jain, Rangachar Kasturi, Brian G. Schunck. Machine Vision, Mac Graw-Hill International Edition, 1995.
- [4] Goro Obinata, Ashis Dutta. Vision Systems, I-Tech, 2007.
- [5] Burdea, G., Coffet, P. Virtual Reality Technology 2ed. Wiley-IEEE Press, 2003.
- [6] Yi Ma, Stefano Soatto, Jana Kosecka, S. Shankar Sastry. An Invitation to 3-D Vision, Springer, 2003.
- [7] Emanuele Trucco, Alessandro Verri, Introductory Techniques for 3D Computer Vision , Prentice Hall – 1998.
- [8] Arturo de la Escalera, Visión por Computador, Fundamentos y Métodos, Prentice Hall, 2001.
- [9] Fukunaga K. Introduction to Statistical Pattern Recognition. 2ed. Academic Press, 1990.
- [10] Batagelj V, Bock H, Ferligoj A. DataScience and Classification. Springer, 2006.
- [11] Lowe, D. G. Distinctive image features from scale invariant keypoints. International Journal of Computer Vision, 60 (2), 2004.
- [12] Jain, A. K., Ross, A., Prabhakar, S. An Introduction to Biometric Recognition, IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 14, No.1, January 2004.
- [13] Anke Meyer-Base. "Pattern Recognition for Medical Imaging". Academic Press, 2004.
- [14] Kim H.Y., Giacomantone J. O., Cho, Z. H. Robust Anisotropic Diffusion to Produce Enhanced Statistical Parametric Map, Computer Vision and Image Understanding, v.99, p.435-452 (2005).
- [15] Kim H.Y., Giacomantone J. O., A New Technique to Obtain Clear Statistical Parametric Map by Applying Anisotropic Diffusion to fMRI, IEEE, International Conference on Image Processing. Proceedings, Genova, Italy, v.3, p.724-727 (2005).
- [16] Kuncheva, L. I. Classifier Ensembles for Changing Environments. Proc. 5<sup>th</sup> international Workshop on Multiple Classifiers Systems, Calgari, Italy, Springer-Verlag, LNCS, Vol. 3077, 1-15 (2004).
- [17] Federico Cristina, Sebastián H. Dapoto, Javier Vegas, Verónica Artola, Claudia Russo, María José Abásolo, Armando De Giusti. 3D Scanner Development with Stereoscopic Cameras and Laser Illumination. IADIS Computer Graphics and Visualization CGV 2008. ISBN: 978-972-8924-63-8, p. 249-253.
- [18] Ron Kimmel, M. Bronstein, A. Bronstein. Numerical Geometry of Images: Theory, Algorithms, and Applications". Springer, 2004.
- [19] Federico Cristina, Sebastián H. Dapoto, Verónica Artola, Claudia Russo, Reconstrucción 3D basada en estimación de desplazamiento, XV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC), San Salvador de Jujuy (2009).
- [20] Javier Giacomantone, Armando De Giusti, ROC performance evaluation of RADSPM technique, XIV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC), Chilecito (2008).
- [21] Federico Cristina, Sebastián H. Dapoto, Verónica Artola, Claudia Russo, Graciela Viegas, Detección de edificios en imágenes urbanas, XV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC), San Salvador de Jujuy (2009).