

Sistemas de Visión Estereoscópica y Reconocimiento de Patrones Reconstrucción 3D y Realidad Aumentada

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

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

{jog, obria, mjabasolo, crusso, fcrстина, sdapoto, vartola, balbanesi, mnaiouf}@lidi.info.unlp.edu.ar

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 al proyecto “D/031964/10 Formación de Recursos Humanos e Investigación en el Área de Visión por Computador e Informática Gráfica (FRIVIG)”, financiado por la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECID) dentro del Programa de Cooperación Interuniversitaria e Investigación Científica.

RESUMEN

Este trabajo describe una línea de investigación y desarrollo (I/D) y los resultados esperados de la misma. El objetivo principal es estudiar, desarrollar y evaluar métodos en sistemas de visión 3D y reconocimiento automático de patrones. Los principales temas abordados son visión estereoscópica, visión 3D mediante cámaras basadas en tiempo de vuelo (TOF), reconstrucción 3D, realidad virtual y aumentada, extracción y selección de características, clasificación supervisada y no supervisada.

Palabras Clave: Visión 3D, Reconstrucción 3D, Reconocimiento de Patrones, Realidad Virtual y Aumentada.

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] [6].

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 [7] [8] [9] [10]. Un tema actual, foco de uno de nuestros proyectos, es la reconstrucción 3D a partir de imágenes capturadas por escáneres ubicados en distintas posiciones. Los dispositivos escáneres 3D permiten obtener modelos 3D de objetos como esculturas, edificios, yacimientos arqueológicos, zonas urbanas y paisajes naturales, utilizando 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. 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. Recientemente se ha adquirido equipamiento específico de reconstrucción 3D, como la cámara de tiempo de vuelo MESA SR-4000. Se planea entonces experimentar con este equipamiento para obtener la reconstrucción de distintos modelos y realizar comparaciones con los escáneres propios desarrollados.

El reconocimiento de patrones (y en particular el reconocimiento estadístico) es un área de investigación interdisciplinaria tanto en la investigación básica de métodos fundamentales [11] [12] [13], como en sus aplicaciones [14]. 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 clasificarlo en una categoría determinada. El tipo de objetos o fenómenos considerados en esta línea de trabajo pueden ser descritos por un conjunto de características numéricas que definen patrones en un espacio n-dimensional. Los sistemas automáticos de reconocimiento de patrones permiten abordar problemas en informática, en ingeniería y en otras disciplinas científicas; por esto el diseño requiere de criterios de análisis conjuntos para validar los resultados [15] [16] y forman una etapa importante en un sistema de visión por computador. En particular estudiamos dos aspectos fundamentales, representación de objetos, generación de características, 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 opti-

mizar la clasificación generando características invariantes a distintas transformaciones [17], son particularmente importantes en el desarrollo de interfaces hombre-computadora a partir de imágenes que deben ser procesadas en tiempo real.

En esta línea de I/D se estudian problemas de clasificación supervisada y no supervisada. En clasificación supervisada donde el objetivo es optimizar la generalización del clasificador se estudian métodos basados en máquinas de soporte vectorial (SVM) [18] [19]. Las SVM implementan reglas de decisión complejas por medio de una función no lineal que permite mapear los puntos de entrenamiento a un espacio de mayor dimensión. En el nuevo espacio de características las clases son separadas por un hiperplano, siendo este el que maximiza la distancia entre este y los puntos de entrenamiento. Los problemas que permiten resolver las SVM son de distinta naturaleza como en sistemas biométricos [20][21], bioinformática [22], clasificación de imágenes de resonancia magnética funcional ruidosas [23] y correspondencia de puntos en imágenes estereoscópicas [24].

Las cámaras basadas en tiempo de vuelo permiten resolver problemas de reconocimiento de patrones y requieren tanto la adaptación de métodos conocidos como la generación de nuevos métodos para el tratamiento y clasificación de los datos obtenidos. Son de nuestro particular interés los métodos que permitan proponer alternativas para las interfaces con una computadora como la detección y clasificación de gestos o la detección en tiempo real [25][26].

2. LINEAS DE INVESTIGACION y DESARROLLO

- Reconstrucción de modelos 3D basado en la combinación de cámaras estereoscópicas y la utilización de luz estructurada.

- Estudio de métodos para el tratamiento de datos en cámaras basadas en tiempo de vuelo.
- Clasificación supervisada. Discriminadores lineales y no lineales.
- Visión estereoscópica.
- Generación de mallados a partir de nubes de puntos 3D.
- Realidad Virtual y Aumentada.
- Extracción de características invariantes a rotación y escala.
- Segmentación, representación y clasificación.
- Análisis de características de textura, color y formas.
- Máquinas de soporte vectorial. Kernels y algoritmos de optimización.
- Criterios de evaluación de desempeño en sistemas de clasificación automática.
- Clasificación de series temporales

3. RESULTADOS OBTENIDOS Y ESPERADOS

- Se desarrolló 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 [27].
- Se simulon mecanismos reconstrucción para un scanner 3D móvil mediante el uso de técnicas de estimación de desplazamiento y herramientas de visualización 3D para dispositivos móviles [28].
- Se realizó la evaluación de rendimiento en sistemas de reconocimiento de patrones supervisados y de clasificación binaria [29].
- Se desarrolló una solución para detección de construcciones en imágenes aéreas de baja calidad [30].

- Actualmente se están realizando pruebas con equipamiento de alto coste recientemente adquirido como la cámara de tiempo de vuelo MESA SR4000. Se espera en un corto a mediano plazo poder realizar reconstrucciones y utilizarlas para evaluar los prototipos escáneres desarrollados.
- Asimismo, se está estudiando la implementación de algoritmos de reconstrucción 3D utilizando equipos de alta movilidad como son los PDA y los teléfonos celulares. Se espera en un mediano a largo plazo construir un prototipo de escáner 3D utilizando dichos equipamientos.

4. FORMACION DE RECURSOS HUMANOS

En esta línea de I/D la formación de recursos humanos es uno de los objetivos principales. Las Universidades que participan del proyecto AECID “ FRIVIG: Formación de Recursos Humanos e Investigación en el área de Visión por Computadora e Informática”: Universidad de Islas Baleares (España), Universidad Nacional del Sur (Argentina) y la Universidad Nacional de La Plata han estructurado con sede en la UNLP una Especialización en Computación Gráfica, Imágenes y Visión por Computadora, con la participación de docentes-investigadores de las tres instituciones y de otras Universidades de Argentina y España con experiencia y formación en los temas propuestos. Dichos cursos han sido aprobados en la Facultad de Informática de la UNLP y se dictará el primer año durante el año 2011.

En el marco de esta línea de investigación hay un investigador realizando su doctorado y se espera la realización de tesinas y tesis desarrollando aspectos particulares en sistemas de visión automáticos.

5. AGRADECIMIENTOS

Esta línea de investigación es parcialmente financiada por el proyecto “D/031964/10

Formación de Recursos Humanos e Investigación en el Área de Visión por Computador e Informática Gráfica (FRIVIG)” de la Agencia Española de Cooperación Interuniversitaria e Investigación Científica.

6. BIBLIOGRAFIA

- [1] Davies E. R. Machine Vision; Theory, Algorithms, Practicalities. Morgan Kaufmann, 2005.
- [2] David A. Forsyth and J. Ponce. Computer Vision: A Modern Approach, Prentice Hall Professional Technical Reference, 2002
- [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] Michael Haller. Emerging Technologies of Augmented Reality: Interfaces and Design. Idea Group Publishing, 2007
- [7] Yi Ma, Stefano Soatto, Jana Kosecka, S. Shankar Sastry. An Invitation to 3D Vision, Springer, 2003.
- [8] Emanuele Trucco, Alessandro Verri, Introductory Techniques for 3D Computer Vision , Prentice Hall, 1998.
- [9] Richard Hartley, Andrew Zisserman. Multiple View Geometry in Computer Vision. Cambridge University Press, 2003.
- [10] Boguslaw Cyganek An Introduction to 3D Computer Vision Techniques and Algorithms. John Wiley & Sons Ltd., 2009
- [11] Fukunaga K. Introduction to Statistical Pattern Recognition. 2ed. Academic Press, 1990.
- [12] Batagelj V, Bock H, Ferligoj A. Data Science and Classification. Springer, 2006.
- [13] Devijer P. A., Kittler, J. Pattern Recognition, A Statistical Approach. Prentice Hall, 1982.
- [14] Devijer P. A., Kittler, J. Pattern Recognition: theory and applications. Springer, 1986.
- [15] 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).
- [16] 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).
- [17] Lowe, D. G. Distinctive image features from scale invariant keypoints. International Journal of Computer Vision, 60 (2), 2004.
- [18] Cortes C., Vapnik V. Support vector networks. Machine Learning v.20, p.273-297 (1995).
- [19] Vapnik, V. The Nature of Statistical Learning Theory. Springer (1995).
- [20] Lei, Z., Yang, Y, Wu Z. Ensembles of Support Vector Machines for Text/Independent Speaker Recognition. IJCSNS v.6 n5 p.162-167 (2006).
- [21] 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.
- [22] Li, Y., Li, J. Predicting Subcellular Localization of Proteins using Support Vector Machines with N-Terminal Amino Composition, ADMA 2005, LNAI 3584, pp. 618-625.
- [23] Javier Giacomantone, Tatiana Tarutina, Armando De Giusti. Diffuse Outlier Detection Technique for Functional Magnetic Resonance Imaging. XVI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC), Bs.As. (2010).

[24] Pajares G., De la Cruz J. Stereovision matching through support vector machines. *Pattern Recognition Letters* 24, p. 2575-2583 (2003).

[25] Penne et al. Robust real time 3-D respiratory motion detection using time of flight cameras. *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery* v.3 pp.427-431. (2008).

[26] Kollors, A., Penne, J., Hornegger, J., Barker A. Gesture Recognition with a Time-of-Flight camera. *International Journal of Intelligent Systems Technologies and Applications*, v. pp.334-343, (2008).

[27] 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.

[28] 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).

[29] Javier Giacomantone, Armando De Giusti, ROC performance evaluation of RADSPM technique, XIV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC), Chilecito (2008).

[30] 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).