

# Visión por Computador e Informática Gráfica. Realidad Virtual, Realidad Aumentada e Interfaces avanzadas

María José Abásolo<sup>1,2</sup>, Alejandro Mitaritonna<sup>3</sup>, Javier Giacomantone<sup>1</sup>, Armando De Giusti<sup>1</sup>,  
Marcelo Naiouf<sup>1</sup>, Cristina Manresa<sup>4</sup>, Francisco Perales<sup>4</sup>, Ramon Mas Sansó<sup>4</sup>, Silvia Mabel  
Castro<sup>5</sup>,

<sup>1</sup>Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI)  
Facultad de Informática – Universidad Nacional de La Plata (UNLP)  
calle 50 y 120 (1900) La Plata, Buenos Aires, Argentina  
{mjabasolo, jog, degiusti, mnaiouf}@lidi.info.unlp.edu.ar

<sup>2</sup>Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CICPBA)

<sup>3</sup> Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEDEF)  
San Juan Bautista de La Salle 4397 (B1603ALO) Villa Martelli, Buenos Aires, Argentina  
amitaritonna@citedef.gob.ar

<sup>4</sup>Unidad de Gráficos y Visión por Ordenador(UGiV)  
Departamento de Ciencias Matemáticas e Informática – Universidad de las Islas Baleares (UIB)  
Edificio Anselm Turmeda. Ctra. Valldemossa km 7,5 (07122) Palma, Baleares, España  
{cristina.manresa, paco.perales, ramon.mas}@uib.es

<sup>5</sup>Laboratorio de Visualización y Computación Gráfica (VyGLab)  
Dpto. de Ciencias e Ingeniería de la Computación (DCIC) – Universidad Nacional del Sur (UNS)  
Avda Alem 1253 (8000) Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina  
smc@cs.uns.edu.ar

## Resumen

La línea de investigación y desarrollo presentada consiste en estudiar, desarrollar y evaluar métodos y algoritmos de sistemas de visión por computador así como también de informática gráfica. Los principales temas abordados son reconstrucción 3D, realidad virtual, realidad aumentada e interfaces basadas en visión. Uno de los principales objetivos abordados es el fortalecimiento de la investigación mediante el trabajo intergrupar entre diferentes instituciones, tanto nacionales (Universidad Nacional de La Plata, la Universidad Nacional del Sur y la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires), como extranjeras (Universidad de las Islas Baleares). Para posibilitar la formación de recursos humanos se realizó la definición y

puesta en marcha de una carrera de posgrado enfocada a Tratamiento de Señales e Imágenes, Visión por Computador, Informática Gráfica, Realidad Virtual y Aumentada, con la participación de docentes-investigadores de las instituciones mencionadas, acreditada por el Consejo Superior de la UNLP y actualmente en vías de acreditación por la CONEAU.

**Palabras Clave:** Visión por computador, Informática gráfica, Realidad Virtual, Realidad Aumentada, Interfaces basadas en visión

## Contexto

Esta línea de investigación y desarrollo (I/D) 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 III-LIDI, acreditado por la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) en el marco del Programa de Incentivos.

Esta línea de investigación es parte del proyecto “A1/037910/11 Formación de Recursos Humanos e Investigación en el Área de Visión por Computador e Informática Gráfica (FRIVIG)”, coordinado por la Universidad de las Islas Baleares (UIB) y la Facultad de Informática de la UNLP, financiado por la Agencia Española de Cooperación Internacional y Desarrollo (AECID) dentro del Programa de Cooperación Interuniversitaria e Investigación Científica. Dentro de dicho proyecto también participan el Laboratorio de Visualización y Computación Gráfica (VyGLab) de la Universidad Nacional del Sur (UNS) y el Instituto Pladema de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN).

También dentro de esta línea se está desarrollando una tesis doctoral integrada al Programa de Investigación y Desarrollo para la Defensa (PIDDEF) 2012-2014 del Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEDEF).

## Introducción

La línea de investigación y desarrollo presentada involucra las áreas de visión por computador e informática gráfica. Los temas de investigación estudiados se agrupan en cuatro ejes temáticos: la reconstrucción 3D, realidad virtual, realidad aumentada e interfaces avanzadas.

## Reconstrucción 3D

La reconstrucción 3D consiste en la recuperación del modelo 3D a partir de una o más imágenes del modelo real. En la reconstrucción 3D se emplean diferentes

modelos y métodos. En particular se estudiaron los procesos de reconstrucción 3D basada en de visión estereocópica [1][2][3].

Más recientemente se comenzó a estudiar la reconstrucción 3D a partir de imágenes adquiridas con cámaras de tiempo de vuelo -en inglés Time of Flight (TOF). Las cámaras TOF obtienen sus píxeles a partir de determinar la distancia de la cámara al punto correspondiente en el objeto basándose en el tiempo de retardo. Dichas cámaras son capaces de crear mapas de distancias en tiempo real. Dichos mapas representan una reconstrucción 2-1/2 D ya que se trata de un mapa 2D de distancias o profundidades. Sin embargo el modelo 3D puede obtenerse a partir de combinar diferentes imágenes obtenidas de diferentes puntos de vista [4]. Las cámaras TOF también pueden usarse en otro de los temas de nuestro interés como es la detección y clasificación de gestos [5].

## Realidad Virtual

La Realidad Virtual (RV) es un término que se aplica a un conjunto de experiencias sensoriales sintéticas, es decir generadas por computador, comunicadas a un operador o participante. La mayoría de las aplicaciones de realidad virtual son experiencias visuales donde el participante se ve inmerso e interactúa en un ambiente o escena virtual 3D [6][7].

Una de las principales aplicaciones de RV son los simuladores. Al respecto se está trabajando en la implementación de un simulador de barco y un simulador de periscopio. Como antecedente de estos desarrollos se aprovecha la experiencia del Instituto Pladema el cual lleva años de desarrollo en este tipo de aplicaciones [7].

El simulador de barco cuenta con 3 pantallas de 42” LED 3D dispuestas una a continuación de la otra de forma de permitir una visión panorámica de 180° de un mundo virtual. Por otra parte, el periscopio contará con unas gafas de realidad virtual que permiten una visión

panorámica 360° del mundo virtual. Dichos desarrollos servirán de casos de estudio para alumnos de posgrado interesados en el campo. Asimismo se integrarán en una feria de ciencia abierta a alumnado de nivel primario y secundario, para explorar las posibilidades educativas de este tipo de desarrollos tecnológicos.

Existen dos temas en particular en los que se está trabajando como son la visualización de terrenos en tiempo real y la captura y visualización de video panorámico.

### **Realidad Aumentada**

Según la definición de R. Azuma [8] [9] la Realidad Aumentada (RA) se refiere a aplicaciones interactivas en tiempo real donde se visualiza la realidad con elementos sintéticos agregados (objetos 3D, sonidos, texto, etc.). En [7] puede encontrarse una introducción a esta área presentada por el grupo de investigación.

La combinación se realiza de forma coherente al punto de vista del usuario, de manera que los objetos 3D se encuentran registrados en el mundo real. Por esto es necesario realizar el seguimiento - en inglés *tracking* - del usuario para conocer su posición en el mundo en todo momento. A diferencia de las aplicaciones de RV las aplicaciones de RA generalmente necesitan la movilidad del usuario, incluso hacia ambientes externos- en inglés se denominan aplicaciones *outdoor*- para lo cual puede ser necesaria conocer la posición global del participante utilizando dispositivos como GPS y brújulas digitales, lo cual permite el acceso directo a información geo-referenciada. Las aplicaciones de RA son cada vez más populares debido a los notables progresos en los dispositivos de computación móviles, como celulares inteligentes, asistentes digitales personales y computadoras portátiles ligeras, los cuales tienen acceso a internet y dispositivos útiles para conocer la posición y orientación de usuario tales como

giroscopios, acelerómetros, al igual que GPS y brújulas. Algunas aplicaciones de RA realizan el análisis del video de la escena real capturada en tiempo real para el tracking del usuario. Las primeras aplicaciones de RA que realizan tracking basado en análisis de video utilizan marcadores para que el dispositivo tenga un punto de referencia sobre el cual superponer las imágenes. Recién en los últimos años el desarrollo de RA sin marcadores (en inglés *markerless*) está madurando ayudado por el aumento de capacidad computacional de los nuevos dispositivos, pudiendo el sistema de seguimiento captar un objeto real y superponer información sobre él [10].

La RA tiene aplicación en diversas áreas entre las que se enumeran medicina, soporte para realización de tareas complejas, asistencia en la navegación, publicidad, juegos, educación, etc.

En lo que respecta al ámbito militar, recientemente se está utilizando la RA como soporte para mejorar la conciencia situacional en la toma de decisiones en particular en operaciones militares. Muchas de las operaciones militares se desarrollan en entornos desconocidos. Estos complejos campos de batalla en 3D son muy exigentes e introducen muchos desafíos para el combatiente. Estos incluyen visibilidad limitada, falta de familiaridad con el medio ambiente, amenazas de francotirador, ocultamiento de fuerzas enemigas, mala comunicación y un problema de la localización e identificación de los enemigos y de las fuerzas aliadas. Para ello tener una conciencia situacional amplia del terreno es vital para que la operación sea un éxito minimizando los efectos colaterales. Una serie de programas de investigación han explorado los medios por los que la navegación y la coordinación de la información se pueden entregar a los soldados. El proyecto RAIOM (Realidad Aumentada para la Identificación de Objetivos Militares) que se está llevando a cabo como tesis doctoral consiste en el

desarrollo de un framework de RA para el reconocimiento, detección, identificación y suministro de información de objetos tridimensionales. El objetivo es que el prototipo sea desarrollado con software libre y ejecutado en un dispositivo móvil con sistema operativo de la misma característica (por ejemplo, *Android*). Consta de un sistema de sensores y pantallas que recogen (UAV, sensores externos, satélite, etc.) y proporcionan datos a cada soldado en el campo. Los dispositivos para la toma y representación de la información pueden ser gafas de RA translúcidas, tablet PC, notebooks, etc

### Interfaces basadas en Visión

Los estudios de investigación para obtener nuevos sistemas de interacción basados en fuentes de percepción de información como el sonido, el tacto o la visión se han convertido en un campo en auge que pretende desarrollar interfaces más naturales, intuitivas, no invasivas y eficientes. Hoy en día, las cámaras de bajo coste y con suficiente resolución se encuentran en la mayoría de las computadoras y en celulares. La información proveniente de la cámara se puede procesar mediante técnicas de visión por computador con fines de asistir la interacción persona-ordenador obteniendo las denominadas Interfaces basadas en visión (VBI) [7]. Según Turk [11] dichas interfaces pueden ofrecer diferentes funcionalidades como presencia y localización, identidad, expresión, gestos, foco de atención, postura del cuerpo y movimiento y actividad .

En el campo de la interacción persona-ordenador se utilizan pantallas táctiles (touchscreen), las cuales están superpuestas a un dispositivo de visualización, para la entrada táctil, el panel táctil. En algunos casos, las pantallas táctiles permiten la detección simultánea de varios puntos de contacto (multitáctiles). Esto ha hecho posible el desarrollo de metodologías de interacción

que permiten al usuario una comunicación más natural e intuitiva con el ordenador. Los habituales gestos utilizados para seleccionar, arrastrar, rotar o escalar objetos visuales han evolucionado a versiones en las que el usuario utiliza ambas manos o varios dedos para realizar las mismas acciones, proveyendo de mecanismos que se han convertido en gestos estándares.

Los displays de grandes dimensiones también se han hecho más y más necesarios por el auge del trabajo cooperativo en un mismo entorno. Han surgido nuevos términos para describir estos dispositivos: superficies (surfaces), mesas multitáctiles (multi-touch tables), *tabletops*. La utilización de cámaras y el posterior tratamiento de las imágenes mediante algoritmos de visión por computador se emplea en la construcción de mesas multitáctiles de bajo coste. En un contexto educativo, las mesas multitáctiles permiten a los estudiantes interactuar con objetos digitales en tareas colaborativas. En el caso de la educación especial, la tecnología puede proporcionar a los usuarios oportunidades de aprender, compartir información y ganar independencia. Se dedican esfuerzos para adaptar y desarrollar aplicaciones a las superficies multitáctiles para usuarios con limitaciones cognitivas y dificultades sociales.

En [12] se describe una aproximación realizada por nuestro grupo para la construcción de una mesa multitáctil de bajo coste pensando sobre todo en la seguridad de uso y en la accesibilidad y confort para usuarios discapacitados.

### Líneas de investigación y desarrollo

- Tratamiento de datos obtenidos con cámaras de tiempo de vuelo
- Reconstrucción 3D

- Simuladores de entrenamiento de Realidad Virtual
- Visualización de terrenos en tiempo real
- Captura y visualización de videos panorámicos en entornos inmersivos
- Aplicaciones de Realidad Aumentada en educación
- Aplicaciones de Realidad Aumentada militares
- Libros Aumentados
- Interfaces Basadas en Visión de bajo coste
  - 2 computadoras con tarjetas gráficas Geforce GTX 690
  - 3 TV LED 42" con soporte HDMI1.4 y 120 Hz
  - 1 kit Nvidia con gafas 3D
  - 3 tablet PC
- 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 [1][2][3].
- 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 3D.

## Resultados y objetivos

En el año 2012, las Universidades que participan del proyecto "FRIVIG: Formación de Recursos Humanos e Investigación en el área de Visión por Computadora e Informática" de la AECID pusieron en marcha una Especialización en Computación Gráfica, Imágenes y Visión por Computadora como posgrado de la UNLP, con la participación de docentes-investigadores de UNLP, UNS, UNICEN y UIB, con experiencia y formación en los temas propuestos. Dicha carrera ha sido aprobada por el Consejo Superior de la UNLP y está en vías de acreditación por la CONEAU.

- Durante los últimos 2 años se equipó al laboratorio III-LIDI de la UNLP con equipamiento específico para visión por computador e informática gráfica, tal como:
  - 1 cámara de tiempo de vuelo MESA SR4000
  - 1 gafas de realidad virtual con tracking Vusix Wrap 920 VR Bundle
  - 1 gafas de realidad aumentada "video see-through" Vuzix Wrap 920AR
- Se realizó la construcción de una mesa multitáctil basada en visión por computador para su uso en educación especial [12].
- Se están realizando pruebas de aplicaciones de realidad aumentada en exteriores en dispositivos móviles tales como tablets PC y smartphones [13].
- Se está realizando la construcción de un simulador de barco utilizando realidad virtual, en conjunto con el instituto Pladema de la UNICEN, con fines educativos y de difusión a la comunidad.
- Se está desarrollando un framework de software por parte de un doctorando del CITEDEF, para ser ejecutado en dispositivos móviles (tablets, notebooks y gafas) basado en realidad aumentada, visión por computador y sensores externos para el reconocimiento, detección, ubicación, identificación y suministro de información contextual.
- Se está desarrollando un framework de software por parte de un doctorando del VyGLab, para la generación de libros aumentados.

## Formación de recursos humanos

La formación de recursos humanos es prioritaria en esta línea, y por esto se implementó la Especialización en Computación Gráfica, Imágenes y Visión por Computadora.

Además de los cursos de posgrado presenciales, semipresenciales y a distancia que se realizan por parte del profesorado de las Universidades argentinas y españolas, también se han impartido cursos en las Escuelas Informáticas: “Realidad Virtual y Realidad Aumentada. Interfaces basadas en visión” [7] en la XV Escuela Internacional de Informática dentro del XVII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC 2011) y el curso “Interfaces Gestuales” en la XVI Escuela Internacional de Informática dentro del XVIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC 2012).

En el marco de esta línea de investigación hay en curso:

- 4 tesis de doctorados en RA aplicadas respectivamente a educación, al ámbito militar, a la generación de libros aumentados, a geología en ambientes exteriores;
- 1 tesina de especialización en RA aplicada a educación;
- 3 tesinas de grado, una de visualización de terrenos, otra de libros aumentados con RA y otra de juegos con RA.
- 1 becario AECI trabajando en el desarrollo del simulador de barco

## Referencias

[1] F. Cristina, S. Dapoto, J. Vegas, V. Artola, C. Russo, C., M.J. Abásolo (2007) *Desarrollo de un escáner 3D mediante cámaras estereoscópicas e iluminación láser*. CACIC 2007.

[2] F. Cristina, S. Dapoto, J. Vegas, V. Artola, C. Russo, M.J. Abásolo, A. De Giusti. (2008) *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.

[3] F. Cristina, S. Dapoto, J. Vegas, V. Artola, C. Russo, M.J. Abásolo (2008) *Reconstrucción 3D: de la adquisición a la visualización*. CACIC 2008.

[4] C. Munkelt, M. Trummer, P. Kühmstedt, G. Notni, J. Denzler (2009) *View Planning for 3D Reconstruction Using Time-of-Flight Camera Data*. Lecture Notes in Computer Science Volume 5748, pp 352-361

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

[6] Craig, A.; Sherman, W. and Will, J. (2009) *Developing Virtual Reality Applications: Foundations of Effective Design*, Morgan Kaufmann, ISBN 978-0-12-374943-7

[7] C. Manresa-Yee, M.J. Abásolo, R. Mas Sansó, M. Vénere. (2011) *Realidad Virtual, Realidad Aumentada e Interfaces Basadas en Visión*. XV Escuela Internacional de Informática, XVII Congreso Argentino de Ciencia de la Computación CACIC 2011. Editorial EDULP, ISBN 978-950-34-0765-3

[8] Azuma, R. (1997) *A Survey of Augmented Reality*. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 6(4), pp 355-385.

[9] Azuma, R.; Baillot, Y.; Behringer, R.; Feiner, S.; Julier, S. and MacIntyre, B. (2001) *Recent Advances in Augmented Reality*. IEEE Computer Graphics and Applications, 21(6).

[10] Haller, M; Billinghamurst, M. and Thomas, B. (2007) *Emerging Technologies of Augmented Reality. Interfaces and Design*, 1-22, Idea Group Publishing, ISBN1-59904-067-0.

[11] M. Turk, M. Kölsch (2005). *Perceptual interfaces*. En: G. Medioni and S.B Kang, editors, *Emerging Topics in Computer Vision*. Pearson Education

[12] C. Manresa Yee, R. Mas Sansó, G. Moyà, M. J. Abásolo, J. Giacomantone (2011) *Interactive multi-sensory environment to control stereotypy behaviours*. Computer Science & Technology Series XVII Argentine Congress of Computer Science Selected Papers. EDULP, Argentina 2012. Pág. 121-128. ISBN 978-950-34-0885-8.

[13] A. Rizzo, D. Flores, S.M. Castro, C. Manresa-Yee, S. Baldassarri. (2011) *AugNav: A location-based augmented reality system for outdoors navigation with smartphones*. CACIC 2011. Editorial EDULP, ISBN 978-950-34-0765-3