

Aplicaciones de Realidad Virtual, Realidad Aumentada e Interfaces Multimodales

María José Abásolo^{1,2}, Armando De Giusti¹, Marcelo Naiouf¹, Patricia Pesado¹, Cecilia Sanz¹, Sebastián Barbieri³, Ramiro Boza¹, Wilma Gavilanes^{1,4}, Alejandro Mitaritonna^{1,5}, Nahuel Prinsich¹, Mario Alberto Vincenzi¹, Francisco Montero⁶, Francisco Perales López⁷

¹ Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI)
Facultad de Informática – Universidad Nacional de La Plata (UNLP)
{mjabasolo, degiusti, mnaiouf, ppesado, csanz}@lidi.info.unlp.edu.ar

² Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CICPBA)

³ Facultad de Cs.Exactas.Universidad Nacional del Centro de la Pcia.de Bs.As.(UNICEN)

⁴ Universidad Técnica de Ambato, Ecuador

⁵ Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEDEF)

⁶ Universidad de Castilla-La Mancha, España
francisco.msimarro@uclm.es

⁷ Universidad de las Islas Baleares, España
paco.perales@uib.es

Resumen

La línea de investigación y desarrollo presentada en este artículo realiza actividades de análisis, desarrollo y evaluación de aplicaciones de Realidad Virtual, Realidad Aumentada, Interfaces Multimodales y Visión por computador. Uno de los principales objetivos es la formación de recursos humanos y el fortalecimiento de la investigación mediante el trabajo intergrupar entre diferentes instituciones nacionales y extranjeras.

Palabras Clave: Realidad Aumentada, Realidad Virtual, Interfaces multimodales, Visión por Computador

Contexto

La investigación relacionada con Visión por Computador y Realidad Aumentada forma parte del proyecto "Computación de Alto Desempeño: Arquitecturas, Algoritmos, Métricas de rendimiento y Aplicaciones en HPC, Big Data, Robótica, Señales y Tiempo Real" (2018-2021) dirigido por M. Naiouf y "Metodologías, técnicas y herramientas de Ingeniería de Software en escenarios híbridos.

Mejora de proceso" (2018-2021) dirigidos por P. Pesado.

Introducción

Desde hace varios años el grupo de investigación III-LIDI se dedica al desarrollo de aplicaciones en las áreas de Visión por Computador, Realidad Aumentada, Realidad Virtual, Computación Gráfica, Interfaces Avanzadas [1][2][3][4][5]. En este artículo se presentan los principales avances alcanzados en esas diferentes líneas de investigación.

Realidad Aumentada en el Ámbito Militar

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.) de forma coherente con el punto de vista del usuario[6].

En esta línea de investigación se han analizado diferentes proyectos de RA en el ámbito militar, y se ha trabajado sobre la implementación del framework RAIOM (Realidad Aumentada para la Identificación de Objetivos Militares) desarrollado en el CITEDEF (Instituto de Investigaciones

Científicas y Técnicas para la Defensa) [7] [8][9][10].

RAIOM, apoyándose en la RA, utiliza dispositivos móviles, visión por computador y sensores externos para el reconocimiento, detección, ubicación, identificación y suministro de información contextual.

Con RAIOM se han diseñado las componentes de software o módulos que forman parte del *middleware* del framework que lleva asociado. Como parte de la arquitectura del sistema propuesto se implementó procesamiento distribuido. El proceso distribuido planteado está soportado por el diseño de una arquitectura Cliente / Servidor. Del lado del cliente se ejecutan los procesos menos intensivos tales como:

- Captura de video
- Uso de sensores (ubicación, tracking)
- Comunicación
- Mapeo
- Renderizado de imágenes

Mientras que del lado del servidor se implementan procesos que soportan cargas intensivas de cómputo.

En particular se utilizó un procesador mini board ODROID-XU3 como servidor y gafas Epson Moverio en el cliente.

Las siguientes características funcionales son incluidas en RAIOM:

- Radar de 360 grados: los objetivos tácticos y de amenaza se visualizan en el radar mediante el uso de símbolos militares.
- Posición del operador: el norte magnético sirve para guiar al operador. La posición relativa del operador se calcula de acuerdo con sus movimientos.
- Símbolos militares adaptables: los símbolos utilizados son adaptables para identificar las amenazas y los objetivos tácticos.
- Reconocimiento de puntos de referencia: la aplicación es capaz de reconocer edificios y otros tipos de infraestructura.
- Reconocimiento de gestos: los datos bajo demanda se pueden obtener mediante el reconocimiento de gestos.
- Mapas interactivos: el operador puede

ver el terreno mediante el reconocimiento de gestos. Los mapas se visualizan superpuestos sobre la mano del operador.

El despliegue se evaluó para medir la efectividad, la eficiencia y la facilidad de uso para cumplir con los tres niveles del modelo de conciencia situacional (CS) propuesto por Endsley [17], es decir, la percepción, la comprensión y la proyección.

La provisión de métodos válidos y confiables para evaluar la CS es esencial durante el diseño y la evaluación del sistema. Se requieren técnicas válidas y confiables. Se utilizaron diferentes técnicas para llevar a cabo las actividades de evaluación, como User Testing, Thinking Aloud y SAGAT / SART [18] [19]. Además, la experiencia del usuario (UX) se evaluó mediante el cuestionario UMUX [20].

Realidad Aumentada para brindar Información al Ciudadano

Algunos autores como M.Lens-Fitzgerald [21] incluyen las aplicaciones basadas en lectura del código de barras y códigos QR como aplicaciones de Realidad Aumentada de Nivel 0, en las cuales los códigos son hiperenlaces a contenidos, sin existir registro de modelos 3D en 3D ni seguimiento de los marcadores.

Dado el uso masivo de *smartphones* este tipo de aplicaciones resulta muy útil a la hora de brindar información contextual al ciudadano. En relación al consumo responsable se hace necesario brindar información clara a la hora de comprar un producto. Es de interés ayudar a fomentar buenas prácticas de consumo que lleven a la comunidad a efectuar un cambio hacia el consumo y desarrollo sostenible y responsable. Actualmente, existen distintas aplicaciones que brindan antecedentes sobre móviles para orientar a los consumidores a la hora de realizar sus compra, entre las cuales se citan Think Dirty¹, EWG'S Healthy Living², GoodGuide Scanner³. El problema de

¹ Think Dirty: <https://www.thinkdirtyapp.com>

² EWG's Healthy Living: <https://www.ewg.org/apps/>

³ GoodGuide Scanner:
<https://www.goodguide.com/about/mobile>

dichas aplicaciones es que están orientadas a consumidores residentes en los Estados Unidos, por lo cual, los productos que pueden escanearse son solo los que se comercializan en dicho territorio, y además, toda la información brindada se presenta en inglés.

Por ello se desarrolló la aplicación móvil ConZoom que brinda información, al momento de realizar una compra, sobre los componentes y composición así como el reciclaje post consumo de los productos de consumo diario a partir de la captura con el teléfono celular del código de barras presente en el producto. La aplicación permite conocer no sólo información nutricional a través de gráficos, sino también información sobre cuán ecológico es su envase [22].

Realidad Aumentada en Educación

La RA es una tecnología innovadora y con importantes oportunidades en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Muchas investigaciones recientes analizan las posibilidades educativas alcanzadas, destacando entre ellas la presentación de contenidos interactivos y las mejoras en el rendimiento del proceso de enseñanza y aprendizaje [23]. Los recursos utilizados de RA, como videos y modelos 3D, visualizados a través de dispositivos móviles, de forma contextualizada, pueden ayudar a los estudiantes a comprender contenidos abstractos a la vez que resulta más motivante que las clases tradicionales en el aula.

La incorporación de la RA en los procesos educativos en diferentes disciplinas, incluyendo medicina, arquitectura, urbanismo, matemáticas y geometría, idiomas, arte, historia, ciencias naturales, química, física y geografía. Se está realizando una recopilación y catalogación de aplicaciones en diferentes áreas que pueden ser de utilidad a docentes de los diferentes niveles educativos.

Los recursos desarrollados en RA deben basarse en planteos educativos precisos con el objetivo de ser efectivos, relacionando así las habilidades cognitivas del alumno

También se exige que la producción de los recursos educativos digitales sean eficientes

para ser empleados en las actividades del docente, con posibilidad de reusabilidad, abiertos y de calidad.

Interfaces Multimodales

En la actualidad, coexisten un conjunto de paradigmas de interacción persona-ordenador, tales como interfaces multimodales, afectivas, ubicuas, tangibles, RA y RV así como realidad mixta, basadas en agentes conversacionales, etc. que van más allá del paradigma tradicional WIMP. El punto en común en todas ellas es la búsqueda de una interacción natural y multimodal, a través de los diversos canales de comunicación humana, embebida en el propio entorno físico del usuario mediante la sensorización y actuación sobre el mismo. Lo que se está produciendo actualmente es una convergencia de paradigmas en los que el foco se pone en la experiencia de usuario seleccionando los modos de interacción y visualización más adecuados en cada caso. Sin embargo, el avance de estos paradigmas emergentes se está frenando debido a la complejidad del prototipado de aplicaciones que los soporten. La creación de aplicaciones informáticas que adopten estos paradigmas de interacción supone la integración de elementos físicos, virtuales e incluso sociales (estado de ánimo de los usuarios, comportamientos grupales, etc.), introduciendo así una nueva dimensión de complejidad al desarrollo de aplicaciones informáticas de la entrante era post-WIMP y retardando su avance.

Los nuevos paradigmas de interacción tienen un ámbito de aplicación perfecto en los videojuegos. Los juegos pervasivos están demostrando una gran potencialidad tanto en su vertiente lúdica como educativa. Adicionalmente, son sus características de espacialidad (mezcla de la información digital con la física de forma natural), sociabilidad (fomentando las actividades grupales) y de personalización (adaptándose a las características de los usuarios o a su contexto), las que abren la posibilidad de su uso a colectivos de niños con algún tipo de trastorno o dificultad con otros modelos de

interacción más tradicional (a través de periféricos o en entornos reglados).

En lo que respecta a agentes sociales y niños con *déficit de habilidades sociales (TDA, TDAH, etc)*, es fundamental potenciar y mejorar la intervención en edades tempranas, algunas estrategias pueden basarse en la utilización de robots sociales. Los niños que interactúan con robots manifiestan mejoras en las habilidades sociales y comunicativas, aumentan el lenguaje espontáneo, conectan con el sujeto y el entorno, desarrollan comportamientos sociales hacia los robots y reducen la frecuencia de comportamientos repetitivos y estereotipados [24][25].

Líneas de investigación y desarrollo

- Aplicaciones de Visión por computador y Realidad Aumentada para brindar información y servicios al ciudadano
- Aplicaciones de Realidad Aumentada en el ámbito militar
- Realidad Virtual y Aumentada aplicada a la educación
- Interfaces multimodales aplicadas a la valoración de niños con TEA y THDA

Resultados y Objetivos

- Con el objetivo de formar recursos humanos desde el año 2012 se dicta la carrera de postgrado “Especialización en Computación Gráfica, Imágenes y Visión por Computadora”, Facultad de Informática de la UNLP. (N° 11.162/12).
- Se ha realizado el dictado de cursos de doctorado relacionados con la temática, como por ejemplo: “Realidad Aumentada”, “Interfaces Avanzadas” y “Tópicos de Procesamiento de Imágenes” (junto a profesores de la Universidad de las Islas Baleares), “Usabilidad” (junto a profesor de la Universidad de Castilla La Mancha).
- Tras 4 años de investigación y pruebas de concepto el framework RAIOM ha concluido las últimas fases de diseño y pruebas.
- En el ámbito de la asistencia al ciudadano se finalizó el primer prototipo de

aplicación móvil ConZoom basada en la captura de códigos de barra de productos de supermercado, con el objetivo de brindar información al ciudadano para el consumo consciente y responsable.

Formación de recursos humanos

Las siguientes diferentes tesis de grado y postgrado se desarrollan en el marco de esta línea de investigación:

- Alejandro Mitaritonna. “Realidad Aumentada para la Identificación de Objetivos Militares” . Directores: M.J.Abásolo, M. Larrea, F. Montero(tesis de doctorado presentada para evaluación en marzo de 2019)
 - Nahuel Prinsich y Ramiro Boza. Aplicación móvil para el consumo consciente y responsable. Directores: Sanz, C. y Abásolo M.J. (tesis de grado aprobada en febrero de 2019)
 - Wilma Gavilanes “Metodología para la evaluación del impacto de experiencias con Realidad aumentada en educación superior” Director: Abásolo, M.J. (tesis de doctorado en curso)
 - Natalia Encina. “Evaluación de browsers de realidad aumentada para apoyar procesos de enseñanza -aprendizaje” Director: Abásolo, M.J. (tesis de especialización en curso).
 - Mario Vincenzi. “La Realidad Aumentada en la educación. Vigencia, proyecciones y límites” Director: Abásolo, M.J. (tesis de especialización en curso)
- Además, se colabora en la formación de recursos humanos de otras universidades argentinas, entre los cuales se enumeran:
- Ana María Vanesa Sánchez y Mercedes Isabel Castro "Realidad Aumentada en la Fiesta Nacional de los estudiantes" Directores: Pilar Galvez, Nelida Caceres Asesor: M.J.Abásolo (tesis de grado en curso de la Universidad Nacional de Jujuy)
 - Lucas Benjamin Cicerchia “Detección de enfermedades y falta de nutrientes en cultivos utilizando algoritmos de Active Learning aplicados al sensado remoto” Directores: Claudia Russo (UNNOBA), María José Abásolo (tesis doctoral en curso)
 - Nahuel A. Mangiarua “Integración escalable

de Realidad Aumentada basada en imágenes y rostros” Directores: Jorge S. Ierache (UNLAM), María José Abásolo (UNLP) -Martín Becerra “Aumentación de Sistemas SCADA en el Contexto de la Industria 4.0” Director: Jorge Ierache (UNLaM) , María José Abásolo (UNLP).

Referencias

[1] Abásolo, M.J.; Mitaritonna, A.; Castañeda, S.; Sanz, C.; Boza, R., Prinsich, N.; Silva, T., Rosado, M.; Naiouf, M.; Pesado, P.; De Giusti, A. (2018) *Aplicaciones de visión por computador, realidad aumentada y TVDi*. XX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2018, Universidad Nacional del Nordeste). p. 389-395, RedUNCI; ISBN: 978-987-3619-27-4

[2] Abásolo, M.J.; Sanz, C.; Naiouf, M.; De Giusti, A.; Santos, G.; Castro, M.; Bouciguez, M.J. G. (2017) *Realidad Aumentada, Realidad Virtual e Interacción Tangible para la Educación*. XIX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2017), pp. 1312-1316, RedUNCI, ISBN 978-987-42-5143-5

[3] Abásolo, M.; Mitaritonna, A.; Bouciguez, M.; Encina, N.; Vincenzi, M.; De Giusti, A.; Naiouf, M.; Giacomantone, J.; Manresa Yee, C. *Realidad Aumentada, Realidad Virtual, Interfaces Avanzadas y Juegos Educativos*. XVIII Workshop de Investigadores en Ciencia de la Computación (WICC 2016); Concordia, Entre Ríos, RedUNCI, ISBN 978-950-698-377-2

[4] Abásolo, M.; Mitaritonna A.; Encina N.; Vincenzi M.; Borelli L.; De Giusti A.; Naiouf M.; Giacomantone J.. *Realidad Aumentada y Realidad Virtual* XVII Workshop de Investigadores en Ciencia de la Computación (WICC 2015), RedUNCI, ISBN 978-987-633-134-0

[5] Abásolo, M.; Mitaritonna, A.; Giacomantone, J.; De Giusti, A.; Naiouf, M.; Perales, F.; Manresa, C.; Vénere, M.; García Bauza, C.. *Realidad Virtual, Realidad Aumentada y TVDI*. WICC 2014 XVI Workshop De Investigadores en Ciencias de la Computación, RedUNCI, ISBN 978-950-34-1084-4

[6] Manresa-Yee, C.; Abásolo, M.J.; Mas Sansó, R.; Vénere, M.. (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

[7] Mitaritonna, A.; Abásolo, M. J. (2015) *Improving Situational Awareness in Military Operations using Augmented Reality*. Proceedings of WSCG 2015. ISBN N°:978-80-86943-72-5, 2013.

[8] Alejandro Mitaritonna, Lucas Pandolfo, Dario Yokhdar y Carlos Esteves (2014) *RAIOM. Introducción a la arquitectura del framework de Realidad Aumentada*. VI Congreso y Workshop Argentino en Ciencias de las Imágenes (ECIMAG 2014)

[9] Alejandro Mitaritonna, Lucas Pandolfo, Dario Yokhdar y Carlos Esteves (2014) *RAIOM. Introducción a los algoritmos de visión por computador*. VI Congreso y Workshop Argentino en Ciencias de las Imágenes (ECIMAG 2014)

[10] Mitaritonna, A.; Abásolo, M. J.(2013) *Mejorando la conciencia situacional en operaciones militares utilizando la realidad aumentada* (2013) Proceedings of XVIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. ISBN N°: 978-987-23963-1-2 pp. 356-365.

[17] M. R. Endsley. Design and evaluation for situation awareness enhancement. Santa Mónica, CA, USA, 1988.

[18] M. R. Endsley. Measurement of Situation Awareness in Dynamic Systems. Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, 37(1), pp. 65- 84, 1995.

[19] M. R. Endsley. Situation Awareness Global Assessment Technique (SAGAT). Aerospace and Electronics Conference – Proceedings of the IEEE 1988 National, 3, pp. 789-795, 1988.

[20] K. Finstad. The Usability Metric for User Experience. Interacting with Computers, pp. 323-327, 2010.

[21] Lens-Fitzgerald, M. (2009). Augmented Reality Hype Cycle. Recuperado de <https://www.marketingfacts.nl/berichten/2009042>

[8 de augmented reality hype cycle](#) [Accedido: marzo, 2018]

[22] Boza, R.; Prinsich, N., Abásolo, M.J.; Sanz, C. (2019) Aplicación móvil para el consumo consciente y responsable. Directores. Tesis de grado de la carrera Licenciatura en Informática, Facultad de Informática, Universidad Nacional de La Plata, febrero 2019.

[23] Gavilanes, W., Abásolo, M. J., Cuji, B. (2018) “*Realidad Aumentada en la Educación: una Revisión desde la Perspectiva Pedagógica*”, Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015

[24] Alexander, E., Dickstein-Fischer, L., Fischer, G. S., Harrington, K., Su, H. & Yan, X. (2011). *An Affordable Compact Humanoid Robot for autism Spectrum Disorder Interventions in Children*. Engineering in Medicine and Biology Society (ed.), 33rd Annual International conference of the IEEE EMBS (p. 5319-5322). doi: 10.1109/IEMBS.2011.6091316

[25] Kim E., Lauren D., Berkovits E., Bernier D., Leyzberg, Shic, Rhea P., Scasselati B. (2012). *Social Robots as Embedded Reinforcers of Social Behavior in Children with Autism*. Journal Autism Dev Disord.