

Aplicaciones de Realidad Extendida y Aplicaciones Móviles

María José Abásolo^{1,2}, Armando De Giusti¹, Marcelo Naiouf¹, Patricia Pesado¹, Sebastián Barbieri³, Wilma Gavilanes⁴, Alejandro Mitaritonna⁵, Mario Alberto Vincenzi, Bria O.¹, Ronchetti F.¹, Francisco Montero⁷, Francisco Perales López⁶, Valeria Springer⁸

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

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

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

⁴Universidad Técnica de Ambato, Ecuador

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

⁶Universidad de las Islas Baleares (UIB), España

⁷Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM), España

⁸Universidad Nacional del Sur (UNS), Argentina

Resumen

La línea de investigación y desarrollo presentada en este artículo realiza actividades de análisis, desarrollo y evaluación de aplicaciones de Realidad Extendida, siendo este un término para englobar en este contexto aplicaciones de Realidad Virtual, Realidad Aumentada, Interfaces Multimodales, 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 Extendida, Realidad Aumentada, Realidad Virtual, Interfaces multimodales, Visión por Computador

Contexto

Las diferentes líneas de investigación están enmarcadas en diversos proyectos:

- Proyecto IDEAS-CICPBA “AMAPAS Aplicaciones Móviles para la Medición de Agentes Peligrosos para el Ambiente y la Salud” (2019-2020) dirigido por M.J.Abásolo.
- Proyecto acreditado UNLP Programa de Incentivos "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

- Proyecto acreditado UNLP Programa de Incentivos "Metodologías, técnicas y herramientas de Ingeniería de Software en escenarios híbridos. Mejora de proceso" (2018-2021) dirigido 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 y Realidad Virtual [1-7]. En este artículo se presentan los principales avances alcanzados en esas diferentes líneas de investigación fruto de un trabajo conjunto con investigadores de diferentes instituciones del país y España.

El término Realidad Extendida

Realidad Extendida (RA) es un término abarcativo que se refiere a las tecnologías que fusionan el mundo real con mundos virtuales. Engloba Realidad Aumentada (RA)- mundo real visto a través de un dispositivo con información añadida-, Realidad Virtual (RV) - el usuario está inmerso en un mundo virtual-, Realidad Mixta (RM) - una combinación de RA y RV- así como las áreas

relacionadas como Interfaces Multimodales. Chuah [8] señala que pese a la perspectiva prometedora, esta tecnología naciente ha sido envuelta por posibilidades inciertas, haciendo que la adopción sea mucho más lenta de lo esperado. Realiza una revisión actual identificando los principales antecedentes y factores importantes para la adopción de RE, clasificando y mapeando en los modelos de referencia, revelando las áreas en las que falta investigación.

Realidad Aumentada en el Ámbito Militar

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) [9-12]. Se utilizan dispositivos móviles, visión por computador y sensores externos para el reconocimiento, detección, ubicación, identificación y suministro de información contextual mediante gafas de realidad aumentada.

Se diseñó una arquitectura cliente-servidor, en la cual el servidor se implementa utilizando un procesador mini board ODROID-XU3 y el cliente utilizando gafas Epson Moverio. En el cliente se ejecutan los procesos menos intensivos tales como captura de vídeo, sensores de ubicación y tracking, comunicación, mapeo y renderizado de imágenes. Por otra parte, el servidor implementa procesos que soportan cargas intensivas de cómputo.

Las siguientes características funcionales son incluidas en RAIOM:

- Radar de 360 grados donde se visualiza la posición del usuario y los objetivos tácticos y de amenaza mediante el uso de símbolos militares.
- Reconocimiento de edificios y otros tipos de infraestructura de referencia
- Mapas interactivos que se visualizan superpuestos sobre la mano del operador

- Manipulación de menús gráficos mediante el reconocimiento de gestos y voz.

Se elaboró el modelo 3D-SAM [11] para la identificación, selección y clasificación de los requisitos de la conciencia situacional (CS) junto con el diseño de soluciones basadas en RA. Con el modelo 3D-SA se identifican, documentan y clasifican los requisitos de la CS y se elaboran prototipos relacionados con las historias de usuarios de personal militar.

El despliegue se evaluó con personal militar mediante la realización de tareas utilizando el sistema, evaluando mediante entrevistas el nivel de CS y la experiencia del usuario.

Realidad Aumentada para brindar Información al Ciudadano

Las aplicaciones basadas en lectura del código de barras y códigos QR como aplicaciones de Realidad Aumentada, 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. Se desarrolló la aplicación móvil ConZoom que, a partir de la captura con el teléfono celular del código de barras presente en el producto, brinda información sobre el producto. En particular se informa la información presente en las etiquetas nutricionales así como el reciclaje post consumo [13].

La aplicación ConZoom se nutre de una base de datos que, hasta el momento, debe ser manualmente cargada. Se pretende utilizar herramientas OCR que permitan semi automatizar la la carga de forma que se reduzca el tiempo de carga y la tasa de errores. En relación a esto Reibring, J. [14] propone un algoritmo que combina *Machine Learning* con procesamiento de imágenes para la detección del texto presente en las etiquetas nutricionales de EEUU.

Entre las implementaciones de OCR disponibles más reconocidas se encuentran

Tesseract OCR, GOCR, Cuneiform, OCRFeeder, Ocrad. Todas las aplicaciones mencionadas son de código abierto y distribución gratuita, y son el punto de partida de nuestro trabajo en el cual se está probando cómo se comportan con diferentes tipos de etiquetas nutricionales de productos disponibles en el mercado. En estas pruebas resulta imprescindible el pre-procesamiento, el cual consiste en una serie de operaciones necesarias para conseguir caracteres fácilmente discriminables que permitan alcanzar una mayor tasa de acierto. Entre las operaciones necesarias se incluye la eliminación de ruido, binarización para discernir carácter de fondo, normalización de textos, rotación, escalado, operaciones morfológicas.

Realidad Aumentada en Educación

La RA es una tecnología innovadora y con importantes oportunidades en los procesos de enseñanza-aprendizaje. En [15] se presenta un resumen de revisiones de investigaciones recientes sobre las posibilidades educativas de la RA.

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. En [16] se presenta una recopilación actual de aplicaciones de RA educativas en diferentes áreas y países. A su vez, se realizó la catalogación de aplicaciones de RA disponibles en el mercado con el objetivo de que sean de utilidad a docentes de los diferentes niveles educativos [17].

En [18] se presenta una experiencia universitaria de innovación de estudiantes universitarios que diseñan objetos de aprendizaje enriquecidos con RA. Se mide el nivel de aceptación tecnológica (TAM), el impacto en el rendimiento académico, la prueba del proceso de capacitación y las herramientas de producción utilizadas. Los resultados mostraron que el uso de AR en la

enseñanza universitaria ha suscitado un alto grado de aceptación y motivación, se determinó una mejora en el rendimiento académico y las ventajas y desventajas de las herramientas utilizadas para la producción.

Aplicaciones móviles para información de agentes peligrosos para la salud y el ambiente

Como consecuencia del crecimiento de la población mundial, la producción agrícola-ganadera se ha intensificado notablemente en los últimos años para suplir la progresiva demanda de alimentos por parte de la sociedad. El uso masivo de plaguicidas en prácticas agrícolas y en el ambiente doméstico ha generado en los últimos años una creciente preocupación de carácter socio-económico puesto que sus residuos representan un peligro potencial para la salud pública. Tal es el caso de los plaguicidas organofosforados, ampliamente utilizados para el control de malezas e insectos, cuyos residuos han sido detectados en alimentos y aguas destinados al consumo humano. Por otro lado, debido a la intensificación de las prácticas agropecuarias, se requiere especial atención en la presencia de nitratos en alimentos y aguas naturales. Estos pueden generar nitritos por acción bacteriana con el consecuente efecto nocivo en la salud ya que su efecto es la generación de metahemoglobina que provoca cianosis, y nitrosaminas, las cuales pueden comportarse como agentes cancerígenos.

El desarrollo de métodos de análisis rápidos, sencillos, económicos y portables para la determinación de agroquímicos y nitratos en productos agrícolas y aguas tiene gran importancia e implicancia socio-económica no sólo en nuestro país sino también en el mundo, para el consumo seguro y sustentable. Los dispositivos móviles se presentan como un instrumento analítico al alcance de todos para la detección colorimétrica. López-Ruiz et al [19] presentan una aplicación Android que captura una imagen de un papel que contiene diferentes áreas a sensor, y realiza la

detección de las mismas analizando los cambios de color al colocarse una solución reactiva. Actualmente el grupo de investigación está trabajando actualmente junto a una investigadora del Departamento de Química de la UNS, en el desarrollo de una aplicación móvil que sirva como herramienta de análisis para el control fitosanitario de productos agrícolas y aguas. En particular, se están realizando pruebas de detección de nitratos y nitritos, y plaguicidas plaguicida organofosforado como clorpirifos-metil.

Además, dado que los dispositivos móviles con GPS pueden identificar la ubicación de la prueba y transmitir los resultados a una base de datos geográfica, Sicard et al [20] presentan un sistema que combina dispositivos analíticos basados en papel microfluídico con lectura mediante dispositivos móviles y un sitio web para el monitoreo ambiental de la calidad del agua. En este sentido, se está desarrollando una aplicación móvil que pueda servir como herramienta de gobiernos y ciudadanos al permitir volcar información georeferenciada de análisis realizados (por ej. en pozos de agua de red o de agua de red en los hogares), de forma tal que pueda consultarse el mapa de lecturas.

Sistemas Multimodales

Existen un conjunto de paradigmas de interacción persona-ordenador, tales como interfaces multimodales, afectivas, ubicuas, tangibles, realidad aumentada y mixta, basadas en agentes conversacionales, etc. que pretenden una interacción natural y multimodal embebida en el propio entorno físico del usuario. En el marco de estas tecnologías, los Agentes Sociales son capaces de interactuar de forma natural con el usuario, a través de un interfaz de humano virtual, o de un dispositivo robot con capacidades sociales y afectivas. Perales et al. [21] propone la implementación de un sistema interactivo dirigido al tratamiento de personas con autismo basado en un *serious games* para

la captura de las expresiones en tiempo real, durante la ejecución del juego y mediante el uso de *deep learning* plantea obtener una clasificación de dichas emociones.

Según Pennisi et al. [22] los robots socialmente interactivos se utilizan para comunicar, expresar y percibir emociones, mantener relaciones sociales, interpretar claves naturales y desarrollar competencias sociales. Se utilizan como herramientas para enseñar habilidades a los niños con autismo, jugar con ellos y provocar ciertos comportamientos deseados de ellos. Crean interesantes, atractivos y significativas situaciones de interacción que motivan a los niños a interactuar con ellos.

En [23] se presenta un sistema de interacción multimodal avanzado basado en un robot social que permite a los usuarios replicar y aprender de forma lúdica las expresiones faciales básicas. Este paradigma de interacción pretende fomentar la atención y la motivación de los usuarios, especialmente de las personas con necesidades especiales. El sistema está capacitado para evaluar la expresión realizada por el usuario delante del robot. Se ha utilizado una implementación de red neuronal propia que está entrenada para el reconocimiento de emociones faciales. En base a esta red CNN (Convolutional Neural Network) el sistema hace de entrenador personal de emociones a los usuarios. Finalmente, se puede usar como un sistema de adquisición de expresiones faciales para generar una nueva base de datos de acuerdo a las características de los usuarios. En el diseño del sistema propuesto tenemos dos aproximaciones: una primera basada en una red neuronal convolucional (CNN) previamente entrenada para clasificar expresiones faciales, y una segunda donde esa valoración es realizada por los usuarios. En base a lo anterior se plantean los siguientes objetivos: a) Evaluación de la CNN en entornos reales con usuarios no expertos (idea principal de este experimento). b) Herramienta de valoración de la experiencia de usuario (UX) y que el robot pueda adaptarse según las emociones del usuario

(retroalimentación positiva). c) Herramienta como entrenador de emociones, siendo el robot social un supervisor del nivel de aciertos del usuario respecto a la emoción realizada.

Por otra parte, en Argentina se están llevando a cabo pruebas de entrenamiento en niños con TEA con un robot de bajo costo. Algunos de los objetivos consisten en evaluar la eficacia del tratamiento y comparar sus resultados con los obtenidos por la Universidad de las Islas Baleares con equipamiento de costes muy superiores.

Líneas de investigación y desarrollo

- Aplicaciones de Visión por computador y Realidad Aumentada para brindar información y servicios al ciudadano
- Realidad Virtual y Aumentada aplicada a la educación
- TVDI y aplicaciones móviles

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. (Nº 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).
- Se finalizó el desarrollo y pruebas del framework de Realidad Aumentada en el ámbito militar RAIOM
- En el ámbito de la asistencia al ciudadano se realizaron pruebas del prototipo de aplicación móvil ConZoom basada en la captura de códigos de barra de productos de supermercado, con el objetivo de brindar información

- Se realizó el Repositorio de Aplicaciones Educativas RA [17]

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: Abásolo M.J., Montero F. (Tesis de Doctorado en Ciencias aprobada diciembre de 2019) [9]
- Mario Vincenzi. “La Realidad Aumentada en la educación. Vigencia, proyecciones y límites” Director: Abásolo M.J. (Tesis de especialización aprobada en marzo de 2020) [16]
- Wilma Gavilanes “Metodología para la evaluación del impacto de experiencias con Realidad aumentada en educación superior” Director: Abásolo M.J. (tesis de Doctorado en Ciencias en curso)
- Florencia Puppo “Reconocimiento óptico de caracteres de la etiqueta nutricional de productos alimenticios”. Directores: Abásolo M.J., Ronchetti F. (tesina de grado de Licenciatura en Sistemas en curso)
- Luis Franceschi “Aplicación móvil para detección de agroquímicos a partir de colorimetría”. Directores: Abásolo M.J., Bria O. (tesina de grado de Licenciatura en Sistemas en curso)
- Agustín De Luca “Sistema de censo y visualización de datos ambientales georeferenciados” Director: Abásolo M.J. (tesina de grado de Licenciatura en Sistemas en curso)

Además, se colabora en la formación de recursos humanos de otras universidades, entre los cuales se enumeran:

- 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 de Doctorado en Ciencias UNLP en curso)

- Sebastián Barbieri “Interfaces multimodales aplicadas a la valoración de niños con TEA y THDA” Directores: Perales F., Abásolo M.J. (tesis doctoral de la Universidad de las Islas Baleares en curso)

Referencias

[1] Abásolo M.J., De Giusti A., Naiouf M., Pesado P., Sanz C., Barbieri S., Boza R., Gavilanes W., Mitaritonna A., Prinsich N., Vincenzi, M., Montero F., Perales López F. *Aplicaciones de realidad virtual, realidad aumentada e interfaces multimodales*. XXI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación WICC 2019, Universidad Nacional de San Juan, RedUNCI, ISBN 978-987-3619-27-4

[2] 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

[3] 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

[4] 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

[5] 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

[6] 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

[7] 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

[8] Chuah, S. (2018). Why and Who Will Adopt Extended Reality Technology. *Literature Review, Synthesis, and Future Research Agenda*.

[9] Mitaritonna, A. (2019) *Empoderamiento de la Conciencia Situacional en Operaciones Militares utilizando Realidad Aumentada*. Tesis doctoral, Facultad de Informática, Universidad Nacional de La Plata

[10] Mitaritonna A., Abásolo M.J. y Montero F. (2019) *Situational Awareness through Augmented Reality: 3D-SA Model to relate Requirements, Design and Evaluation*. Proceedings of the 9th International Conference on Virtual Reality and Visualization, Shenzhen University, China

[11] 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

[12] 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.

[13] 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.

[14] Reibring, J.. (2017). *Photo OCR for Nutrition Labels. Combining Machine Learning and General Image Processing for Text Detection of American Nutrition Labels*. Gothenburg, Sweden: Master's Thesis Department of Signals and Systems Chalmers University of Technology.

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

[16] Vincenzi M. (2019) *La realidad aumentada en la educación: catalogación de aplicaciones educativas*. Especialista en Tecnología Informática Aplicada en Educación, Facultad de Informática de la Universidad Nacional de La Plata

[17] Vincenzi M. (2019) *Repositorio de aplicaciones educativas RA* <https://sites.google.com/view/repositorio-educativo-ra>

[18] Gavilanes López W.L., Cuji B.R., Salazar Mera J.V., Abásolo M.J. (2020) *Methodology for the Production of Learning Objects Enriched with Augmented Reality by University Students*. In: Auer M., Hortsch H., Sethakul P. (eds) *The Impact of the 4th Industrial Revolution on Engineering*

Education. ICL 2019. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 1134. Springer, Cham.

[19] Lopez-Ruiz, N., Curto, V. F., Erenas, M. M., Benito-Lopez, F., Diamond, D., Palma, A. J. & Capitan-Vallvey, L. F. (2014). *Smartphone-based simultaneous pH and nitrite colorimetric determination for paper microfluidic devices*. *Analytical chemistry*, 86(19), 9554-9562.

[20] Sicard, C., Glen, C., Aubie, B., Wallace, D., Jahanshahi-Anbuhi, S., Pennings, K. & Filipe, C. D. (2015). *Tools for water quality monitoring and mapping using paper-based sensors and cell phones*. *Water research*, 70, 360-369.

[21] Perales, Francisco & Ramis, Silvia & Riquelme, Inmaculada. (2017). *Un videojuego serio para el estudio de expresiones faciales en personas con Autismo*. *Cognitive Area Networks*. 4. 85.

[22] Pennisi, P., Tonacci, A., Tartarisco, G., Billeci, L., Ruta, L., Gangemi, S., & Pioggia, G. (2015). *Autism and Social Robotics: A Systematic Review*. *Autism Research*, 9, 165-183.

[23] Ramis, Silvia & Perales, Francisco & Guerrero, Alejandro & Buades Rubio, Jose Maria. (2019). *Interacción basada en robots sociales para la evaluación de expresiones faciales*. *Interacción 2019*, June 25–28, 2019, Donostia, Gipuzkoa, Spain