

A

món_RA: procesamiento de marcadores de realidad aumentada para el reconocimien- to de grandes objetos en el mundo real

Esteban Arias-Méndez*
Esteban González-Damazio**
David Porras-Alfaro***
dporras@tec.ac.cr



Figura 1. Ejemplo de fotografía empleada para el reconocimiento.

La realidad aumentada (RA) es una variación de los entornos virtuales (EV) o realidad virtual (RV) como se le llama comúnmente. La tecnología RV sumerge completamente al usuario en un entorno sintético. Mientras está inmerso, el usuario no puede ver el mundo real a su alrededor. Por el contrario, la RA permite al usuario ver el mundo real con objetos virtuales superpuestos o compuestos con el mundo real. Por lo tanto, RA complementa la realidad, en lugar de reemplazarla por completo. Idealmente, le parecerá al usuario que los objetos virtuales y reales coexisten en el mismo espacio [1]. Surgió por primera vez en los años setentas, como una tecnología orientada a experiencias en mundos virtuales. El término fue acuñado por Tom Caudell en 1992 y desde ese momento en adelante, se desarrollaron diferentes aplicaciones y plataformas para desarrollar más tecnología y aplicaciones de RA [3].

RA, como define Adams Becker et al. [2], es “la generación de nuevas imágenes basadas en la combinación de información digital en tiempo real y el campo de visión de una persona” (p.12). Una tecnología que nos permite relacionar imágenes en tiempo real, así como la posición geográfica del usuario, generalmente con metadatos asociados y almacenados en una computadora [4]. Por lo tanto, se puede decir que la RA permite

incorporar información en diferentes formatos virtuales (videos, audios, texto) a un elemento real (espacio, objeto, etc.), con lo cual el usuario puede extender su experiencia más allá del contacto con los objetos y el ambiente físico. Se requieren varios componentes para el funcionamiento de la RA [5]:

- Hardware, un dispositivo con una cámara, como una computadora, tableta, teléfono móvil, reloj, lentes.
- Software, que puede estar compuesto por una aplicación informática o un programa específico para realidad aumentada y un servidor de contenido.
- Disparador o disparador de información: una imagen, un marcador, un objeto, un código QR, geolocalización o reconocimiento de imágenes.

Actualmente la RA funciona de dos maneras diferentes: la primera, usando una imagen de marcador a la que está asociado un modelo virtual 3D; y la segunda, a través de un punto de ubicación geográfica al que se asigna información y que se identifica a través del GPS. El uso de sistemas que funcionan desde la geolocalización está destinado, según diversos autores [6], a ofrecer mayores ventajas en términos de ampliar la información de un sector

específico, reconstruir escenas antiguas, recrear ruinas o espacios perdidos y agregar información del lugar destinado a diferentes públicos.

Se suele hablar de dos tipos principales de RA: la RA *geolocalizada*, que se clasifica como “posicionamiento”, debe su nombre a que está determinada por “disparadores” de la información que son los sensores que indican el posicionamiento del dispositivo, por ejemplo a través de GPS, brújula o acelerómetro. Aquí la información se captura con la cámara que contiene el dispositivo y este, a su vez, procesará la información mediante el software de posicionamiento instalado.

Marcadores basados en RA representan el tipo de activador de la información por excelencia en el mundo de la RA y podrían incluirse en tres tipos:

- **Códigos QR**, ampliamente conocidos y de uso común.
- NFT sin marcadores, activadores de información como imágenes u objetos reales.
- Otros marcadores, formas geométricas en blanco y negro se enmarcan en un cuadrado; a veces también incluyen siglas o imágenes simples.



Figura 2. Imagen recortada para mejorar el procesamiento.

Se presentan los llamados niveles de RA, según Prendes [7], que define los diferentes grados de complejidad en las aplicaciones actuales, basadas en la RA, de acuerdo con las tecnologías que implementan. El autor establece la clasificación definida de la siguiente manera:

- **Nivel 0 (vinculado al mundo físico):** las aplicaciones hipervinculan el mundo físico mediante el uso de códigos de barras y 2D (por ejemplo, códigos QR). Estos códigos solo sirven de hipervínculos a otro contenido, por lo que no hay registro en 3D o seguimiento de marcadores.
- **Nivel 1 (RA con marcadores):** las aplicaciones utilizan marcadores, imágenes cuadrangulares en blanco y negro y con dibujos esquemáticos, generalmente para el reconocimiento de patrones 2D. La forma más avanzada de este nivel también permite la identificación de objetos 3D.
- **Nivel 2 (RA sin marcadores):** las aplicaciones reemplazan el uso de marcadores por GPS y la brújula o acelerómetro de dispositivos móviles para determinar la ubicación y orientación del usuario y superponer puntos de interés en imágenes del mundo real.
- **Nivel 3 (aumento de la visión):** estaría representado por dispositivos como lentes especiales, lentes de contacto de alta tecnología u otros que, en el futuro, podrán ofrecer una experiencia totalmente contextualizada, inmersiva y personal.

Valorización urbana y patrimonial

En este contexto se presenta el proyecto de investigación del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC) Amón_RA, de la Escuela de Arquitectura y Urbanismo, con colaboración con las Escuelas de Computación y de Diseño Industrial. El objetivo principal es “implementar tecnología de RA para la puesta en valor y difusión del paisaje urbano histórico de barrio Amón”.

Amón es un barrio en el centro de San José, capital de Costa Rica, que cuenta con una amplia variedad de elementos arquitectónicos de valor histórico, simbólico, cultural y social muy reconocidos. Además, en el caso particular del TEC, tiene un valor agregado adicional, ya que el Campus Tecnológico Local de San José está inmerso en el barrio. Por lo tanto, deriva un interés particular para contribuir a la preservación del patrimonio en el vecindario y la generación de herramientas que permitan aprovechar y documentar la historia, proporcionando en

un futuro cercano una explotación positiva del turismo y la valoración por parte de la comunidad y sus visitantes.

La RA para la mejora del patrimonio y la educación ya tiene su camino. En varias ciudades históricas, se ha utilizado como una herramienta para crear conciencia sobre el patrimonio cultural, así como los recursos turísticos del territorio; algunos ejemplos son la Guía de Realidad Aumentada de Segovia (España) y el *Streetmuseum* del Museo de Londres. Otros ejemplos están más vinculados al patrimonio arqueológico; entre ellos se puede mencionar *Archeoguide* [8], Córdoba Romana [9] y Teotihuacán AR. Así, Amón_RA toma, como objeto de estudio, el barrio Amón, ubicado en uno de los ensanches históricos de San José desarrollado entre fines del siglo XIX y principios del XX. Este barrio es uno de los espacios de la capital que aún conserva gran parte de su tejido histórico, caracterizado por la presencia de edificios pertenecientes a estilos arquitectónicos representativos de una época de bonanza vinculada al café y al comercio que favoreció a ciertas élites económicas y políticas del país. Barrio Amón, como área de estudio, es un sitio de referencia del desarrollo histórico-social de la ciudad capital, de gran interés patrimonial. Diversas investigaciones [10], [11], [12], [13] han señalado los valores patrimoniales y

silvestre-crop

Edit Name Remove



Type: Single Image

Status: Active

Target ID: 65cdd15f359a4a03826f968b8706c1ff

Augmentable: ★★★★★

Added: May 31, 2018 00:34

Modified: May 31, 2018 00:34

Figura 3. Imagen procesada con Vuforia que muestra los marcadores generados. Como puede observarse en este caso, el signo en la fotografía tiene muchas irregularidades, lo cual denota un grado de “aumentabilidad” con calificación 4 estrellas de 5.

urbanos de barrio Amón, que están asociados a su conformación como el primer suburbio de la capital, su desarrollo arquitectónico y su complejo desarrollo social. En su trama destaca la presencia de diversos personajes que han tenido papeles determinantes en la historia costarricense.

Para lograr su objetivo, este proyecto busca la determinación de contenidos para la revaluación urbana y patrimonial (análisis urbano, arquitectónico, social y cultural) de barrio Amón con desarrollos tecnológicos relacionados con la creación de aplicaciones móviles de RA.

Amón_RA es un proyecto en desarrollo para crear una aplicación móvil de RA en áreas poco exploradas dentro del contexto costarricense, como la mejora de la ciudad y los recursos patrimoniales.

Modelo de desarrollo

Amón_RA tiene como objetivo alcanzar los niveles 1 y 2 de RA, descritos previamente. En este trabajo se presenta un nuevo uso de los marcadores tradicionales que reconocen objetos pequeños en un mundo real en 3D, mediante el uso de elementos de infraestructura, como edificaciones. Por lo tanto, se desea que mediante un proceso de reconocimiento de elementos clave en imágenes tomadas de las construcciones o elementos característicos del barrio Amón, se pueda proporcionar al usuario una

experiencia de RA superponiendo imágenes antiguas.

Para lograrlo, se han utilizado varias herramientas de software y marcos de desarrollo, presentados aquí como referencia.

React Native, marco de desarrollo de aplicaciones móviles de código abierto creado por Facebook. Se utiliza para desarrollar aplicaciones para Android y iOS. Permite a los desarrolladores utilizar la plataforma React junto con las capacidades nativas de la plataforma de cada sistema operativo móvil. Esta configuración permite, a nivel de rendimiento, que el comportamiento de las aplicaciones sea casi similar a tener un desarrollo 100% nativo (<http://www.reactnative.com> y <https://github.com/facebook/react-native>).

Vuforia, un *kit* de desarrollo de software de RA (SDK) para dispositivos móviles que permite la creación de aplicaciones de RA. Utiliza tecnología de visión artificial para reconocer y rastrear imágenes planas (objetivos de imagen) y objetos 3D simples como cuadros, en tiempo real (<https://www.ptc.com/en/products/augmented-reality>).

Unity, motor de juegos multiplataforma que se puede utilizar para crear juegos tridimensionales, bidimensionales, de RV y RA, así como simulaciones y otras

experiencias. El uso particular de Unity en el desarrollo de Amón_RA ha sido principalmente para la manipulación de elementos 3D, así como para el uso de imágenes de 360 grados, que proporcionan una vista más realista de algunas ubicaciones del barrio que generalmente no están disponibles para el público en general (<https://unity.com>).

Proceso de marcadores de RA

Primero, debe elegirse una fotografía que no tenga objetos que obstruyan el edificio, que muestren características clave que lo identifiquen. Se utiliza para cortar la foto, para que Vuforia sea responsable de analizar las partes del edificio que tienen pocas posibilidades de cambiar en el futuro.

Consideraciones para la elección de fotografías:

Evitar reflejos, porque puede reconocer algún patrón en el reflejo de una ventana, lo que disminuye el rendimiento del reconocimiento.

- La foto contiene suficientes “irregularidades” o características distinguibles del objeto a procesar; entre más presente, mejor “capacidad de aumento” y reconocimiento.
- La foto no contiene elementos que puedan cambiar con el tiempo, como letreros, banderas, etc.

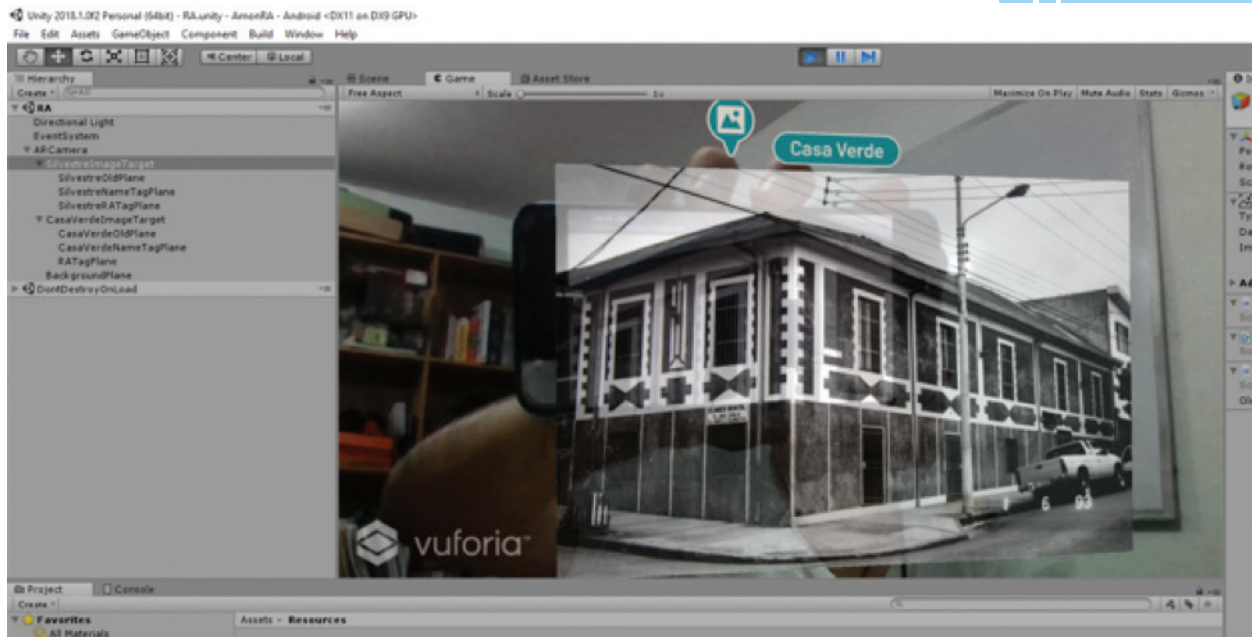


Figura 4. Se muestra la sobreposición de una fotografía antigua reconocida luego del procesamiento de marcadores en la imagen según los pasos dados.

- La luz natural es deseable; dependiendo de las sombras de las luces nocturnas, es posible que estas influyan mucho en el reconocimiento de las estructuras.
- El ángulo de la foto actual debe ser similar al de la foto anterior, pero también accesible para el usuario.

Por ejemplo, en la figura 1, se muestran varios reflejos de las ventanas que sería aconsejable evitar; sin embargo, si se eliminan se perderían detalles. Para obtener un buen reconocimiento, se toma el signo “Silvestre”. Por otro lado, hay elementos en la fotografía que cambiarán con el tiempo según la ubicación de los vehículos y las personas, por lo que cada imagen requiere un análisis de cuáles serían las partes más apropiadas. Se recorta la imagen como se muestra en la figura 2.

En las ventanas se notan algunas luces pequeñas, lo que podría ser un problema; pero al ser elementos tan pequeños y conforme a las pruebas realizadas, el riesgo de falla durante el reconocimiento se minimiza.

El procesamiento de las imágenes debe realizarse con anticipación, no es una actividad que se ejecuta *in situ* en la aplicación en un dispositivo móvil debido al procesamiento de imágenes que debe realizarse, lo que requiere un mayor poder de procesamiento de cálculo. Se inicia sesión en el sitio web <https://developer.vuforia.com/targetmanager> para lograr la RA; posteriormente, la primera vez, se debe seleccionar o crear una base de datos. La base de datos contiene los “objetivos” definidos. El resultado obtenido es el que se muestra en la figura 3.

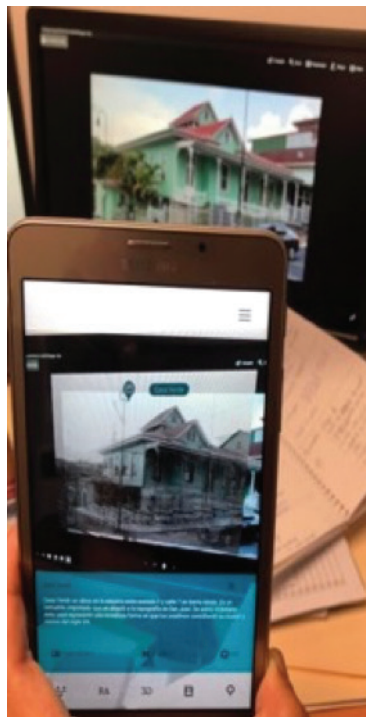


Figura 5. Aplicación Amón_RA. RA en acción que muestra el reconocimiento de Casa Verde mediante el uso de marcadores de imagen y superposición de la imagen histórica.

El resultado obtenido es el que se muestra en la figura 3.

La figura 4 muestra un uso de sobreposición de imágenes de la computadora como muestra de la capacidad de RA disponible para la aplicación Amón_RA. Como otro ejemplo de este proceso desarrollado, la figura 5 muestra el uso de un dispositivo móvil con el APK de la aplicación Amón_RA y superpone una imagen antigua de la Casa Verde, al reconocerla usando una fotografía actual que se muestra desde una pantalla. Como se mencionó anteriormente, este reconocimiento también es posible en las vías públicas cuando el usuario se encuentra en la posición esperada frente al edificio histórico.

Conclusiones

El desarrollo de software para el uso de aplicaciones móviles de realidad aumentada constituye una oportunidad para mejorar y difundir entornos urbanos con valores patrimoniales. Además, este proyecto de investigación, junto con la participación de actores sociales, constituye una alternativa para mejorar las actividades económicas como el turismo o las industrias culturales, generando opciones de desarrollo local basadas en el uso de los recursos del patrimonio urbano.

La tecnología y la innovación pueden contribuir a fortalecer la identidad y la memoria colectiva de las ciudades costarricenses; en este sentido, la contribución que la academia puede ofrecer

es un valor agregado para la investigación. Aunque esta contribución es un avance preliminar del desarrollo de la aplicación Amón_RA, se espera que en breve contribuya a la revalorización urbana y patrimonial de San José mediante el uso de tecnologías de información y comunicación.

El proceso descrito en este trabajo puede ayudar a promover nuevos usos y capacidades en el desarrollo futuro de nuevas aplicaciones. Además, muestra el tipo de exploración empleado en este proyecto el cual conlleva trabajo previo a la utilización de la aplicación móvil por parte del usuario. ■

Contacto

Dr. Arq. David Porras Alfaro (dporras@tec.ac.cr), coordinador del proyecto Amón_RA.

***Esteban Arias Méndez** es profesor, investigador y extensionista de la Escuela de Computación del TEC. Ingeniero en computación, forma parte del grupo de investigación PaRMA y coordina el grupo estudiantil *Singular*, grupo de investigación y extensión que gestiona el proyecto *Programación: la nueva alfabetización*. Adicionalmente trabaja en temas relacionados con inteligencia artificial y bioinformática sobre algoritmos alternos de comparación de rutas metabólicas. También es instructor certificado LPIC-1 de Linux. Participa frecuentemente en actividades de voluntariado brindando cursos de programación abiertos a la comunidad como extensión social. Es profesor asesor del Capítulo Estudiantil IEEE Computer Society y profesor asesor de la Rama Estudiantil IEEE del TEC.
<https://orcid.org/0000-0002-5600-8381>

****Esteban González-Damazio** es estudiante avanzado de la carrera de Ingeniería en Computación del TEC y estudiante asistente especial de investigación del proyecto Amón_RA. Labora actualmente como desarrollador para la empresa Middleware.

<https://orcid.org/0000-0002-3017-0102>

*****David Porras-Alfaro** es doctor en Geografía y máster universitario en Planificación y Desarrollo Territorial Sostenible por el Departamento de Geografía de la Universidad Autónoma de Madrid. Licenciado en Arquitectura por el TEC, donde labora actualmente como profesor adjunto de la Escuela de Arquitectura y Urbanismo desempeñando labores de docencia, investigación y extensión. Además, es miembro del Consejo de Investigación y Extensión del TEC, cofundador del Grupo Territorio Racional y Sostenible (Grupo TRyS) y miembro del Grupo de Investigación en Estudios Urbanos y del Turismo (URByTUR).
<https://orcid.org/0000-0002-8917-1652>

Bibliografía

- [1] R.T. Azuma, "A Survey of Augmented Reality", *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, vol. 6, no. 4, pp. 355–385, 1997.
- [2] S. Adams Becker, L. Johnson, D. Gago, D. Garcia, and S. Martín, "Perspectivas tecnológicas educación superior en América Latina 2013-2018", Texas: The New Media Consortium, 2013.
- [3] T. P. Caudell and D. W. Mizell, "Augmented Reality: An Application of Heads-up Display Technology to Manual Manufacturing Processes", in *Proceedings of the Twenty-fifth Hawaii International Conference on System Sciences*, vol. 2. IEEE, 1992, pp. 659–669.
- [4] J. Fombona Cadavieco, M. Pascual Sevillano, and M.F. Madeira Ferreira Amador, "Realidad aumentada, una evolución de las aplicaciones de los dispositivos móviles", *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 2012, (41): 197-210, 2012.
- [5] M. Badilla-Quesada and M. Sandoval, "Realidad aumentada como tecnología aplicada a la educación superior: Una experiencia en

desarrollo", *Innovaciones Educativas*, vol. 17, no. 23, pp. 41–50, 2015.

[6] J.J.L. Olivencia and N.M.M. Martínez, "Tecnologías de geolocalización y realidad aumentada en contextos educativos: experiencias y herramientas didácticas", *DIM: Didáctica, Innovación y Multimedia*, no. 31, pp. 1–18, 2015.

[7] C. Prendes Espinosa, "Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas", *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 46,187-203, 2015.

[8] V. Vlahakis, M. Ioannidis, J. Karigiannis, M. Tsoiros, M. Gounaris, D. Stricker, T. Gleue, P. Daehne, and L. Almeida, "Archeoguide: an Augmented Reality Guide for Archaeological Sites", *IEEE Computer Graphics and Applications*, vol. 22, no. 5, pp. 52–60, 2002.

[9] M. Prendes Espinosa and P. Soriano, "Córdoba romana: un ejemplo del uso de la realidad aumentada aplicada a la arqueología. Ciudades históricas del patrimonio mundial". *Actas de Congreso. Córdoba: Delegación de Patrimonio, Casco Histórico y Naturaleza, Ayuntamiento de Córdoba Aula de Patrimonio Histórico*, 2012.

[10] F. Quesada, "En el Barrio Amón: arquitectura, familia y sociabilidad del primer residencial de la élite urbana de San José, 1900-1935", San José: Editorial Universidad de Costa Rica, 2001.

[11] F.Q. Avendaño, Modernidad, "Segregación urbana y transformación arquitectónica: San José, Costa Rica, 1890-1935", *Scripta Nova: Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, no. 7, p. 27, 2003.

[12] F. Quesada Avendaño et al., "La modernización entre cafetales: San José, Costa Rica, 1880-1930", *Helsingin yliopisto*, 2007.

[13] K.G. Baltodano, "El patrimonio cultural como base para un modelo de desarrollo endógeno. La herencia cultural del periodo liberal en Costa Rica (1870-1940) como capital cultural. Un estudio de caso", tesis doctoral, Universidad Autónoma de Madrid, 2016.