

UNIVERSIDAD DEL AZUAY



MODELO DE REALIDAD AUMENTADA APLICADA A LA DIFUSIÓN DE PATRIMONIO

TESIS PREVIA A LA OBTENCION
DEL TÍTULO DE
MASTER EN GEOMÁTICA
CON MENCIÓN EN
ORDENAMIENTO TERRITORIAL

AUTOR: **ING. FABRICIO AVILÉS TENORIO**

DIRECTOR: **ING. PAUL OCHOA ARIAS**

CUENCA-ECUADOR 2014

DEDICATORIA

Rodrigo, Ana y Anita, mi gran familia,
Ustedes son mi gran equipo,
Los quiero mucho.

AGRADECIMIENTOS

Partiendo de antemano y diciendo MUCHAS GRACIAS a todas las personas, que de una u otra manera han colaborado en el desarrollo de esta tesis, deseo agradecer especialmente a:

A la Universidad del Azuay en la realización de este Master, ya que con la ayuda de los profesores y especialmente del Ing. Omar Delgado, Director del Master, se desarrolló con éxito.

A Fernando Sumba por su desinteresada colaboración en las actividades de campo y laboratorio.

Mis compañeros del Master, cuales con diferentes criterios y enseñanzas hemos cultivado un excelente compañerismo y amistad.

Mi familia por su constante apoyo y colaboración.

Finalmente al Ing. Paul Ochoa Arias, que participó como Director de la Tesis, por su insistencia en abordar en este tema que se encuentra en desarrollo, por su contribución en cada etapa del trabajo, y conocimiento ante los requerimientos planteados.

INDICE:	PAG.
1. Resumen.....	7
2. Abstract.	8
3. Introducción.....	9
4. Materiales y Métodos.....	10
4.1 Aplicación móvil implementada sobre Android.....	11
4.2 Reconocimiento de panorama.....	13
4.3 Aplicación móvil implementada sobre IOS.....	15
4.4 Propiedades de hardware empleados en el análisis.....	16
4.5 Optimización del número de polígonos del objeto 3D.....	16
5. Resultados y discusión.....	17
5.1 Resultados utilizando plataforma Android.....	17
5.2 Complejidad del modelo 3D de Casa Acllawasi.....	18
5.2.1 Resultados utilizando el reconocimiento de panorama.....	20
5.3 Resultados utilizando la plataforma móvil IOS.....	21
6. Conclusiones.....	22
7. Referencias.....	23

Indice de Figuras

PAG.

<i>Figura 1: Marcadores evaluados y Utilizados con la aplicación móvil sobre Android.....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 2: Entorno de desarrollo Unity 3D.....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 3: Calificación asignada por la herramienta Web de Vuforia: TargetManager, al marcador utilizado como panorama.....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 4: Combinación de imágenes panorámicas usadas como marcador.....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 5, Marcador de panorama acoplado a modelo 3D en Unity 3D.....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 6: Sketchup, plugin AR-Media.....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 7: AR-Player en IOS 7.</i>	<i>15</i>
<i>Figura 8: Marcador utilizado con la aplicación móvil IOS.</i>	<i>16</i>
<i>Figura 9: Resultado de RA utilizando la aplicación móvil sobre la plataforma Android.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 10: Parámetros de configuración para optimización del número de polígonos de la Casa Acllawasi.</i>	<i>20</i>
<i>Figura 11: Realidad aumentada utilizando la aplicación móvil mediante reconocimiento de panorama.....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 12: Realidad aumentada utilizando la aplicación móvil sobre la plataforma IOS.....</i>	<i>22</i>

Indice de Tablas

PAG.

Tabla 1: Resumen de resultados
de análisis de marcadores y su reconocimiento.....18

Tabla 2: Número de polígonos del
gráfico 3D reflejado en el rendimiento de la aplicación móvil.....19

1. Resumen:

En éste trabajo se desarrolla la recreación de edificaciones incásicas por medio de recorridos ambientados en el sitio arqueológico de Pumapungo, utilizando software de realidad aumentada para crear, en la pantalla de un dispositivo móvil, una ambientación de lo que pudo ser éste espacio en su época de apogeo.

Se utiliza en cada recorrido un sistema de gestión de imágenes que en los dispositivos con sistema operativo Android y IOS, permite mejorar en el renderizado y con reconocimiento del ambiente en vez del marcador.

ABSTRACT

This paper is about the recreation of Incan buildings through tours along the archaeological site of *Pumapungo* by means of augmented reality software to create, on the screen of a mobile device, an atmosphere that resembles what this space could have been during its glory days.

A management system of digital images is used in each tour. This system allows, on devices with Android and IOS operating system, to improve the rendering and environment recognition instead of the marker.




Translated by:
Lic. Lourdes Crespo

3. Introducción

La realidad aumentada es una tecnología en la que la visión que tiene el usuario del mundo real es mejorada o aumentada con información adicional generada por un modelo informatizado.(Baldasano, J.M. 1989)

La situación del usuario será utilizar un amplio conjunto de métodos de reconocimiento como tiempo, posición o inspección de objetos empleando la visión de la aplicación. También podemos hacer más comprensible el mundo real para el ordenador usando códigos que puedan procesar la aplicación en el suelo, (Alonso, Balaguer et al. 2001)

Se trata, pues, de una nueva tecnología que aumenta o mejora la visión que el usuario tiene del mundo real con información adicional sintetizada mediante un modelo computarizado. Los usuarios pueden trabajar y examinar objetos 3D reales mientras reciben información adicional sobre estos objetos o sobre la tarea que se está realizando. (Alonso, Balaguer et al. 2001)

Así, la Realidad Aumentada (RA) permite al usuario permanecer en contacto con su entorno de trabajo, de forma que su foco de atención no está en el ordenador, sino en el mundo real. Explotando las habilidades visuales y espaciales de los usuarios, la RA traslada información adicional a su mundo real, en vez de introducirlos en el mundo virtual del ordenador.(Gimeno, J.M 2001)

De esta forma, el papel que juega el ordenador es el de asistir y mejorar las relaciones e interacciones entre las personas y el mundo real. Este paradigma de la interacción y visualización de información constituye el centro de una nueva y muy prometedora tecnología para muchas aplicaciones en multitud de sectores como medicina, arquitectura, diseño interior, construcción, ingeniería civil, diseño de automóviles, mantenimiento mecánico y reparación, etc. De todas formas, las aplicaciones reales para RA imponen una fuerte demanda de tecnología que todavía no se ha alcanzado. (Alonso, Balaguer et al. 2001)

En resumen, usando este paradigma un usuario será capaz de interactuar con el mundo real, el cual está aumentado por la información sintetizada por el ordenador.

Con la tecnología disponible para hardware y software, se plantea realizar una aplicación que pueda reconocer los marcadores codificados y proyectar la imagen del modelo digitalizado, a la vez de realizar la misma en software libre y comercial, y compartir las experiencias de cada una.

La aplicación se trata de recrear una casa antigua en el palacio de Huayna Cápac (Yacimiento arqueológico donde habitaban los incas en el periodo finales del siglo XV e inicios del XVII en este caso la casa donde habitaban las mujeres escogidas del Palacio, realizaban tareas de textilería y obligadas a prestar servicios laborales al Estado. (Idrovo, 2000)

4. Materiales y Métodos

Para obtener aplicaciones móviles que permitan el uso de la Realidad Aumentada se van a utilizar una gran variedad de herramientas para el modelado 3D como, el desarrollo de software para dispositivos móviles, optimizadores de modelos, etc. Por lo cual se detalla en primera instancia a la metodología utilizada sobre la plataforma Android, y consiguiente sobre la plataforma IOS. (sistema operativo móvil de la empresa Apple Inc.)

Dentro del proceso de elaboración de nuestra propia realidad aumentada se utilizaron las siguientes herramientas:

Software:

- Google Sketchup, programa informático de diseño en 3D para entornos arquitectónicos, ingeniería civil, diseño industrial, GIS, videojuegos o películas. (Wikipedia, Google Sketchup, 2014).
- Plugin AR-media para Sketchup, complemento para visualizar en el espacio físico que nos rodea los modelos 3D que hemos diseñado con Google Sketchup. (Tecnotic.com, 2009).
- Unity 3d es un motor de videojuego que permite crear animaciones con diferentes tipos de formato (Wikipedia, Google Unity 3d, 2014).
- AR-media player , Programa que permite a los usuarios mostrar archivos de realidad aumentada creadas por el software AR-media desarrollado por Inglobe Technologies, 2014

Estas herramientas fueron manejadas a través de la versión libre.

Hardware:

- Computadora Mac Book Pro
- Cámara Web integrada Isight
- Smartphone Iphone 5
- Ipad Mini
- Smatphone Motorola X914
- Marcador, son hojas de papel con símbolos que el software interpreta y de acuerdo a un marcador específico realiza una respuesta específica (mostrar una imagen 3D, hacerle cambios de movimiento al objeto 3D que ya este creado con un marcador). (Santiago, 2011).

4.1 Aplicación móvil implementada sobre Android.

Para los dispositivos móviles con sistema operativo Android, se tomó en cuenta varios aspectos como: los límites de implementación, reutilización de código, software libre, etc. Se utilizó la herramienta Vuforia[Unity 3d, 2014], que pertenece a la familia de los software libre, que nos ayuda con el despliegue de objetos 3D en dispositivos móviles, en tiempo real, mediante el reconocimiento de marcadores, que pueden ser imágenes predefinidas por la herramienta o por el usuario. El plugin Vuforia para Unity 3D tiene varias herramientas, como es la dirección de la cámara del usuario, patrones predefinidos por la herramienta, así como también la importación de marcadores construidos en Vuforia Image (Target Alonso Romero, Luis Calonge Cano, 2001).

Vuforia Image es un servicio en la web que ofrece la plataforma, permite agregar imágenes, para así, generar marcadores de reconocimiento en el plugin Vuforia, este utiliza algoritmos de Inteligencia Artificial para la definición y reconocimiento de patrones en la imagen, la herramienta califica al marcador con una puntuación de 0 a 5 estrellas, según la densidad de patrones encontrados en la imagen, cuales se han de almacenarse en una base de datos.

La herramienta web comprime esta imagen y los patrones correspondientes a un archivo, el cual se descarga y conjuntamente con el plugin Vuforia y Unity 3D se genera el aplicativo de realidad aumentada.

Para la configuración del ambiente de desarrollo de las aplicaciones móviles utilizando Vuforia y Unity 3D se toma en cuenta los siguientes puntos:

- Adaptación del SDK Android con Unity 3D.
- Configuración del plugin Unity Extension 3.0.9 for Android & iOS.package en Unity 3D.
- Añadir el paquete ImageTarget que contiene el marcador y una base de datos de los patrones de reconocimiento.

En la figura 1 se presentan marcadores empleados en este análisis los cuales fueron procesados por la herramienta web de Vuforia TargetManager:

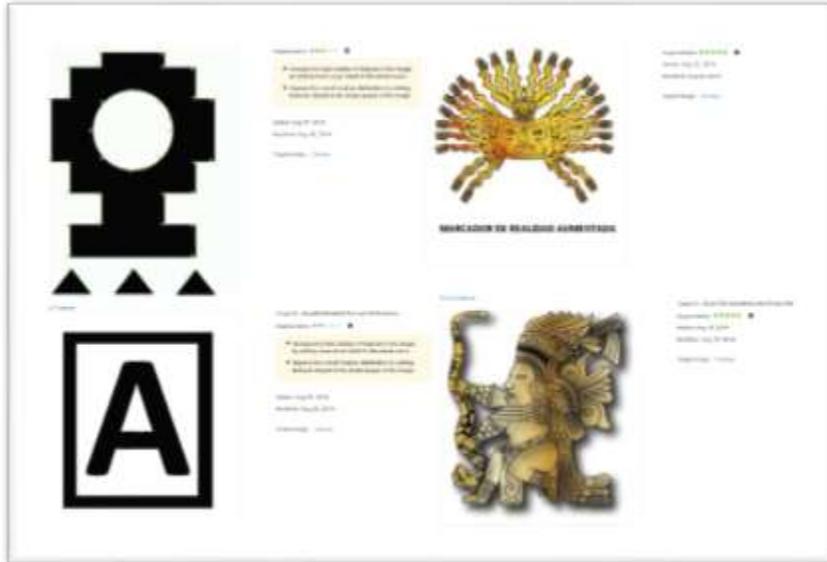


Figura 1: Marcadores evaluados y utilizados con la aplicación móvil sobre Android.

En la figura 2 se puede observar el ambiente de desarrollo de Unity 3D, en el que se puede distinguir el modelo gráfico de la Casa Acllawasi, conjuntamente posicionado y configurado respectivamente al espacio físico donde va a ser renderizado mediante el dispositivo móvil.

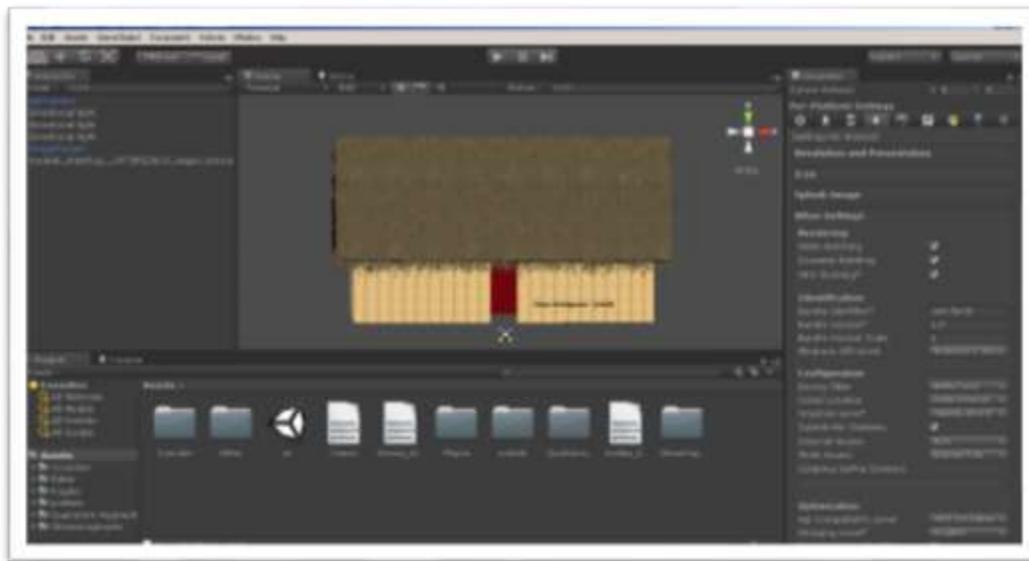


Figura 2: Entorno de desarrollo Unity 3D.

4.2 Reconocimiento de panorama

En esta sección se realizó una experimentación, que consiste en ya no utilizar los marcadores antes mencionados, ahora consta en lograr que la aplicación móvil reconozca el panorama capturado, por la cámara del dispositivo, logrando así aumentar la distancia entre la posición física en el que se ejecuta el modelo 3D y el dispositivo móvil del usuario, lo cual es un aspecto importante, ya que si se utiliza un marcador, la distancia a la que los dispositivos móviles los reconocían era siempre menor.

Se realizaron varias fotografías del panorama en el que queremos reflejar el modelo utilizando la técnica realidad aumentada, se combinaron y se generó una base de datos de patrones del paisaje, es decir, que la efectividad de reconocimiento es proporcional al número de capturas de panorama, y de las características de estas fotografías en cuanto a patrones de identificación que estos tengan a favor del algoritmo de reconocimiento que ejecuta Vuforia; en la figura 3 se presenta un ejemplo de una imagen panorámica usada como marcador. En pocas palabras entre más densidad de características tenga las imágenes capturadas del panorama, aumenta la capacidad de reconocimiento del lugar para la implementación del modelo.

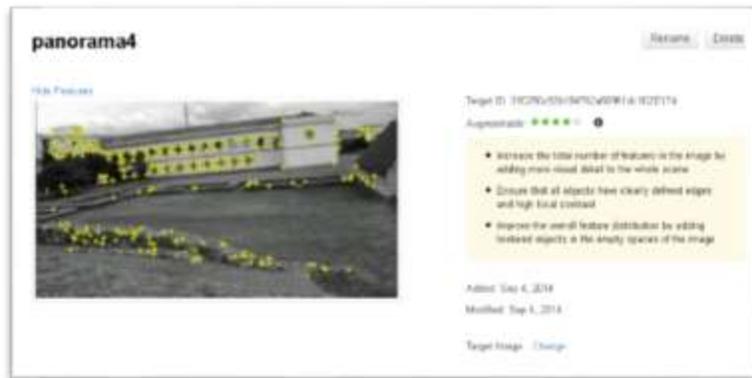


Figura 3: Calificación asignada por la herramienta Web de Vuforia: TargetManager, al marcador utilizado como panorama.

En la figura 4 Se muestra un ejemplo de imágenes utilizadas sobre el paisaje que estamos trabajando para lograr un resultado que combine el modelo 3D de la Casa Acllawasi en el ambiente



Figura 4: Combinación de imágenes panorámicas usadas como marcador.

Para lograr utilizar la captura del paisaje como marcador en la herramienta Unity 3D, se debe combinar manualmente el marcador del panorama y los modelos 3D que se van a modelar, luego por la aplicación móvil (como se puede verificar en la figura 5) se observa dos casas, de tal manera que al momento que la aplicación reconozca el panorama, las Casas Acllawasis se modelen en el lugar correcto, esto puede llegar a ser un problema si no se maneja con detenimiento, ya que si no se realiza este ajuste manual, los modelos se dibujarán en cualquier lugar de la pantalla, y este no es el objetivo.

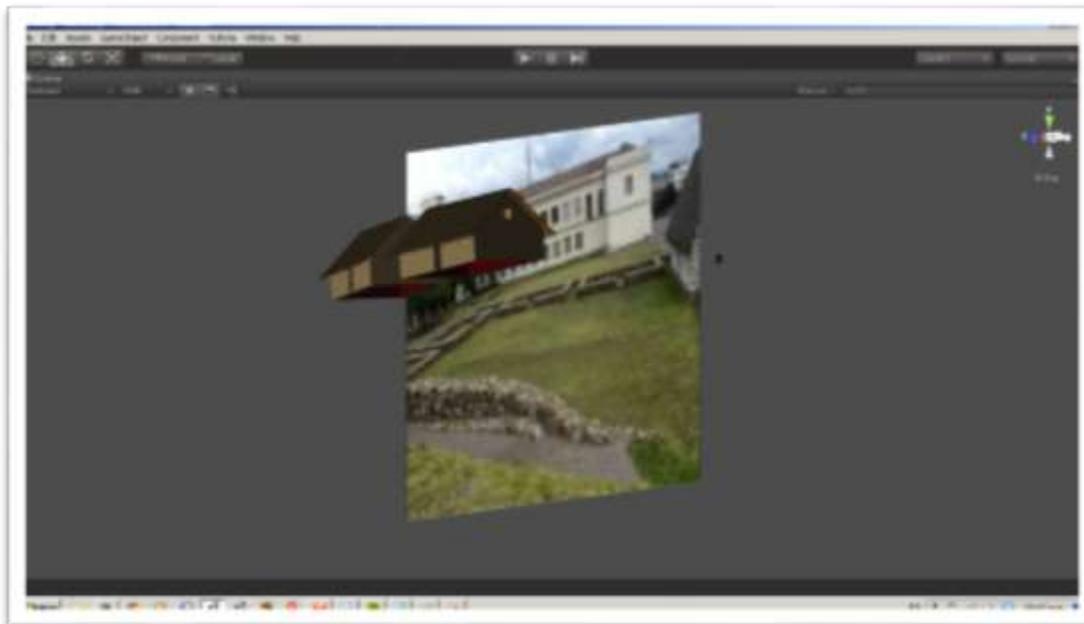


Figura 5. Marcador de panorama acoplado a modelo 3D en Unity 3D

4.3 Aplicación móvil implementada sobre IOS.

Para el caso de los dispositivos móviles con sistema operativo IOS, se trabajó con la aplicación móvil que utiliza realidad aumentada AR-Player, a ésta, solo se le debe agregar el modelo 3D que se desea visualizar, en este caso se ha generado un archivo con la extensión “.armedia” en el programa Sketchup, y luego con el Plugin AR-Media podremos exportar el archivo del modelo 3D para la visualización correcta en los dispositivos móviles con sistema operativo IOS.

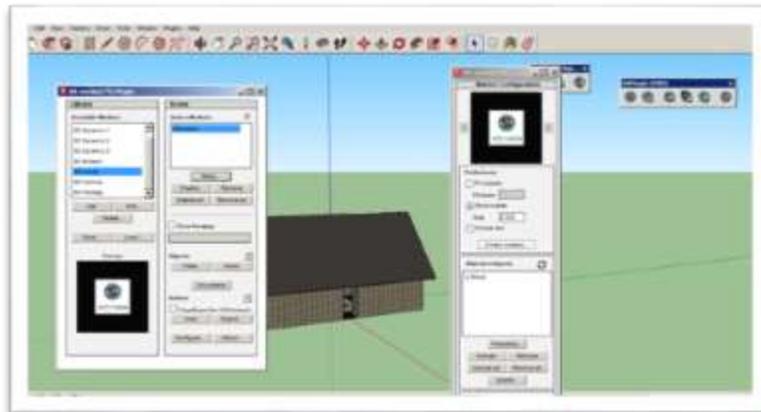


Figura 6: Sketchup, plugin AR-Media.



Figura 7: AR-Player en IOS 7.

Se adoptó como marcadores los que están incluidos en la herramienta AR- Media, esta herramienta no brinda ningún aspecto dinámico para la generación de patrones de reconocimiento por parte del usuario, por lo que nos vemos forzados a utilizar los que la herramienta proporciona, limitando así uno de los objetivos planteados en un

principio, que establece realizar pruebas de reconocimiento del ambiente como tal, en el que va a ser proyectado nuestro modelo 3D.

Se utilizó sobre la plataforma iOS el patrón que se observa en la figura 8 en el que se han impreso marcadores de varios tamaños, y así obtener datos de la distancia a la que surge efectivo el reconocimiento, el resultado de este análisis los detallaremos más adelante.



Figura 8: Marcador utilizado con la aplicación móvil IOS.

4.4 Propiedades de hardware empleados en el análisis.

Para la experimentación correspondiente a la plataforma IOS se utilizaron los siguientes dispositivos:

- iPad mini de 7.9 pulgadas
- iPhone 5

Estos dispositivos cuentan con características similares, por lo que los resultados no difieren en gran magnitud.

4.5 Optimización del número de polígonos del objeto 3D.

Para mejorar la aplicación, se debe disminuir el número de polígonos del modelo 3D, así se evita que los dispositivos móviles tengan que modelar un número de polígonos innecesarios, pues esto afecta el rendimiento de la misma; para este procedimiento se utilizó la herramienta Polygon Cruncher 10.51, se tuvo en cuenta como límite inferior un número de polígonos en el modelo 3D que un dispositivo de gama baja los pueda renderizar en tiempo real, según observaciones se determinó que este número bordea entre 4500 para el modelo 3D de la Casa Acllawasi.

5. Resultados y discusión

Los resultados obtenidos se los puede analizar desde varias perspectivas, en primera instancia analizaremos los resultados obtenidos con la plataforma Android y posteriormente con la plataforma IOS.

5.1 Resultados con Android.

En la tabla 1 se encuentra el resumen de los resultados utilizando varios marcadores, así podemos indicar que el principal problema es la distancia a la que la aplicación móvil reconoce el marcador, esta distancia llega como máximo a los once metros, pues no se logra visualizar todo el modelo renderizado de la Casa Acllawasi: de manera similar, si aumenta la distancia mencionada se pierde la consistencia del renderizado del modelo 3D.

Un elemento que no podemos olvidar de mencionar es el factor de la luz existente en el lugar de análisis, tomaremos un rango horario para el uso de la aplicación de 11:00 am a 15:00 pm, la cantidad de luz es considerablemente mayor en los horarios mencionados, si comparamos con la noche por ejemplo; es decir, el factor ambiental afecta al reconocimiento del marcador, perjudicando a la aplicación móvil, en su efectividad al modelar la Casa Acllawasi.



Figura 9: Resultado de RA utilizando la aplicación móvil sobre la plataforma Android

5.2 Complejidad del modelo 3D de Casa Acclawasi

El número de polígonos existentes en el modelo 3D es importante, porque si éste sobrepasa del óptimo, se logrará un rendimiento inadecuado, ya que el hardware sobre el que se está realizando la renderización, no soporta una gran cantidad de polígonos. Si recordamos la metodología de realidad aumentada, ésta realiza en tiempo real el renderizado de acuerdo la persistencia del marcador en el rango que cubre la cámara web del dispositivo, al realizar esta observación, depende el tipo de dispositivo móvil que se esté empleando, y el número de polígonos del modelo 3D, para que el rendimiento de la aplicación móvil sea la óptima. En la Tabla 2 se muestra los resultados capturados según el número de polígonos sobre el dispositivo Motorola x914.

Tabla 1: Resumen de resultados de análisis de marcadores y su reconocimiento.

N°	Tamaño marcador	Marcador	Distancia de reconocimiento (metros)	Número de pruebas	Técnica	Tiempo de reconocimiento	Calif. Image Target	Plataforma	Estabil. de gráficos
1	A4(21.0 x 29.7 cm)		1.70 mts	4	Reconocimiento de marcador	1.54 seg	5	Android	Buena
2	A4(21.0 x 29.7 cm)		1.35 mts	6	Reconocimiento de marcador	1.82seg	5	Android	Buena
3	A4(21.0 x 29.7 cm)		1.00 mts	4	Reconocimiento de marcador	2.05 seg	2	Android	Buena
4	A4(21.0 x 29.7 cm)		0.5 mts	16	Reconocimiento de marcador	2.14 seg	3	Android	Buena
5	A3(297 x 420)		3.5 mts	13	Reconocimiento de marcador	2.74 seg	3	Android	Regular

6	A2(420 x 594)		7.5 mts	8	Reconocimiento de marcador	3.45 seg	3	Android	Mala
7	A4(21.0 x 29.7 cm)		1.00 mts	9	Reconocimiento de marcador	1.45 seg	-	IOS	Buena
8	A2(420 x 594)		8.3 mts	7	Reconocimiento de marcador	3.72 seg	-	IOS	Mala
9	Panorama		50 mts	7	Reconocimiento de panorama.	3.63 seg	4	Android	Buena
10	Panorama		18 mts	5	Reconocimiento de panorama.	5.53 seg	1	Android	Regular
11	Panorama		30-40 mts	3	Reconocimiento de panorama.	5.63 seg	3	Android	Buena

Tabla 2: Número de polígonos del gráfico 3D reflejado en el rendimiento de la aplicación móvil

Nº	Número de polígonos reales	Numero de polígonos optimizados	Rendimiento	Prom. de segundos en Repaint
1	40000	18000	Malo	0.156
2	20000	11000	Malo	0.121
3	12000	4500	Regular	0.023
4	8000	3600	Bueno	Imperceptible
5	5000	2500	Bueno	Imperceptible

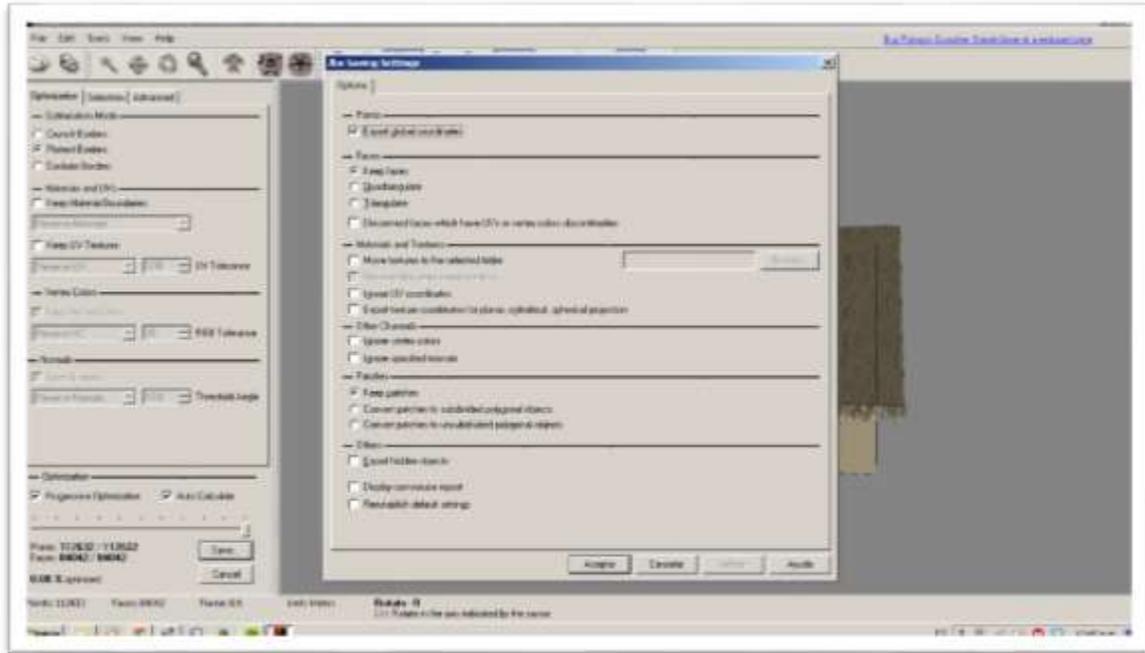


Figura 10: Parámetros de configuración para optimización del número de polígonos de la Casa Acllawasi.

5.2.1 Resultados utilizando el reconocimiento de panorama.

Los resultados no son los esperados al generar el reconocimiento de panorama en el dispositivo móvil, por el tiempo que demora en generarse, pero para la distancia de reconocimiento es más efectivo que el visualizado en el patrón impreso.

De la tabla 1 podemos concluir existen factores que influyen de manera importante como el tamaño del marcador, la luz ambiental y las características del hardware del dispositivo móvil.



Figura 11: Realidad aumentada utilizando la aplicación móvil mediante reconocimiento de panorama.

5.3 Resultados utilizando la plataforma móvil IOS.

Los resultados capturados en el análisis desarrollado sobre la plataforma móvil IOS es similar con respecto a Android al utilizar un patrón impreso, con una mejora en el aumento de la distancia de reconocimiento del marcador, en la tabla 1 podemos observar datos similares.

Podemos decir que en las aplicaciones en Android y IOS se utilizaron marcadores de diferentes tamaños, cuyos resultados de reconocimiento no difieren de manera importante, ambas conservan la problemática de la distancia de reconocimiento del patrón y los factores ambientales presentes en este análisis. En la figura 12 se verifica como se desempeña la aplicación móvil al reconocer el marcador correspondiente:



Figura 12: Realidad aumentada utilizando la aplicación móvil sobre la plataforma IOS.

6. CONCLUSIONES

La realidad aumentada se ha desarrollado hasta ahora, principalmente en ambientes cerrados, pero no existe aún aplicaciones estables en ambientes externos, por lo cual según las pruebas realizadas, con la utilización de distintos marcadores que se cambiaron en densidad de patrones, concluimos que no se desempeñan de la manera esperada en el lugar de nuestro análisis en el museo Pumapungo y en específico las casas Acllawasi. Resulta adecuado utilizar tecnología que reconozca el paisaje y renderize sobre las pantallas de dispositivos móviles modelos 3D utilizando la realidad aumentada se necesita un reconocimiento a una distancia considerable de unos 50 metros, para observar adecuadamente los modelos mencionados.

Al realizar el reconocimiento del paisaje, también resulta importante percatarse de que dicho espacio brinde una densidad de patrones considerable, para que los algoritmos que generan la base de datos de patrones ofrezcan datos que faciliten el reconocimiento de los modelos en un lugar específico del sitio.

Como trabajo futuro se puede mencionar el utilizar un algoritmo diferente para el reconocimiento del paisaje como puede ser el Perceptrón Multicapa (*Alonso Romero, Luis Calonge Cano, 2001*), un tipo de red neuronal al cual se le entrene con una cantidad adecuada de imágenes del panorama, teniendo así el dominio del reconocimiento del algoritmo.

7. REFERENCIAS

Alonso, N., A. Balaguer, et al. (2001). Análisis de escenarios de futuro en realidad aumentada. Aplicación al yacimiento arqueológico de Els Vilars. AA. VV. Actas del 2º Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador (Interacción'2001), Salamanca.

Baldasano, J.M. (1989) "Influencia de la Informática en el Proceso de Proyectar". V Encuentro Nacional de Proyectos de Ingeniería, UPV. Valencia, 20-21-Septiembre.

Fombona Javier, y Pascual Maria Angeles. "Realidad Aumentada, una Evolución de las aplicaciones de los dispositivos móviles",Dr. Javier Fombona Cadavieco,Dra. María Ángeles Pascual Sevillano.

Idrovo, J (2000). Tomebamba. Arqueología e Historia de una Ciudad Imperial. Ediciones Banco Central del Ecuador.

Izquierdo, C. A. (2010). Desarrollo de un sistema de Realidad Aumentada en dispositivos móviles. Proyecto Final de Carrera. Retrieved from <http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/8597/PFC - Desarrollo de un sistema de Realidad Aumentada en dispositivos moviles.pdf>

Martínez, M. and G. Muñoz (2004). "El uso de bocetos multimedia para diseñar interfaces de realidad aumentada para visitas guiadas." Disponible en línea: <http://www.aipo.es/aipo/articulos/3/11.pdf>.

Romero Alonso, Calonge Cano Luis (2001). Redes neuronales y reconocimiento de patrones.

Virgilio Victor, Padilla Julia, Salustino Jiménez Martin Proyecto 3d + Realidad Aumentada AR-media plugin