

Augmented Reality using mobile technology with real time object rendering data based for vote counting.

A case in Santa Fe elections 2017

Hernán Martínez, *Ingeniero en Sistemas de Información, IEEE*

Abstract—The wide spread of mobile devices on the today's market has put in the user's hands, high computing capabilities and a wide variety of sensors, including integrated devices digital cameras. This has enabled the rise of Augmented Reality, which seeks to superimpose digital information over the real world in order to enhance it for a particular purpose. This paper presents a state of the art on this area of research and focuses it specifically on augmented reality -based markers to obtain real-time data. One of the main characteristics of augmented reality systems is to use objects from reality to start some interactive process, which in its operation could be described as static because its characteristics are not obtained in real time. Obtaining data from elections of state, cities and town charges in the State of Santa Fe gives the optimum framework to implement these technologies in the presentation of results in real time. In addition, the regulatory framework for the use of free software in the state makes it must pay special attention to free software for such efforts. This work takes a step out of the theoretical realm to build an augmented reality application, which implements various aspects covered in the state of the question for a domain specific application. All this is described in this document in order to provide guidance for future work in the area.

Index Terms— Elections, Vote Counting, Markers, Natural Markers, 3D Objects, Augmented Reality, Real Time Rendering, Unity, Vuforia.

1 PROBLEMÁTICA

La Realidad Aumentada (RA) está cada vez más presente en la era digital, como una nueva forma de conocer el mundo que nos rodea. La presentación en el mercado de Google Glass y dispositivos similares, promete revolucionar aún más este campo. En este sentido, los smartphones suponen una alternativa muy ventajosa para el desarrollo de este tipo de aplicaciones, porque hoy en día ya se puede decir que prácticamente cumplen con todos los requerimientos software y hardware que éstas aplicaciones exigen. Es por esto que, la Realidad Aumentada ya no está ligada sólo a aplicaciones en PC o dispositivos especiales, sino que puede ser aplicada a dispositivos móviles comunes, al alcance de todo el mundo, como son los smartphones. [1]

La mayor parte de las aplicaciones de Realidad Aumentada para dispositivos móviles aplicadas a estadísticas como por ejemplo el intento de Silva Pinto [2] y reseñadas en la comunidad científica son de baja complejidad como lo demuestra Ana Serrano Marmolar [3] En general consisten en ejemplo básicos diseñados con el propósito de demostrar el funcionamiento de la librería de Realidad Aumentada subyacente, disminuyendo así la cantidad de posibilidades que podría ofrecer la Realidad Aumentada en situaciones reales.

poca integración de los objetos virtuales con datos tomados en tiempo real si el proyecto está basado en marcadores. Todas las librerías utilizadas para hacer desarrollo de soluciones de Realidad Aumentada muestran objetos estáticos, objetos animados, objetos interactivos que reaccionan ante un clic o desplazamiento táctil, videos, audio, y demás objetos multimedia, pero en ningún caso estos objetos son renderizados o extruidos en base a datos tomados de una base de datos o fuente similar y en tiempo real, para mostrar información relacionada a un marcador concreto. Li en su trabajo obtiene datos a renderizar utilizando conexiones en los smartphones relativa a publicaciones, pero estos datos son prefijados de antemano. [4].

El trabajo de Li puede ser visto en uno de los ejemplos de la librería Vuforia denominado "Books", el cual a partir de un marcador natural, busca información pertinente a ese marcador a través de una consulta en internet, el resultado es obtenido en formato JSON y los campos del archivo JSON se descomponen para renderizar objetos estáticos (como por ejemplo, estrellas de calificación, precio, imagen de portada, etc. y ser mostrado en posiciones predefinidas en el dispositivo. [5].

En este intento, las posiciones de los objetos no varían, el renderizado es prácticamente estático, los modelos están definidos en la aplicación y no hace uso de las capacidades 3D, pero es un muy buen ejemplo de consultas en internet para traer información y representarla utilizando Realidad Aumentada.

Siguiendo lo anteriormente expuesto, el desafío de estetrabajo es demostrar el desarrollo de una aplicación que permita conectar a la base de datos del escrutinio provisorio de la provincia de Santa Fe, mantenida en cada elección de cargos provinciales por la Secretaría de Tecnologías para la Gestión (STG), con una aplicación de Realidad Aumentada para smartphones, que al visualizar con la cámara del dispositivo un contorno de mapa de cada departamento de la provincia de Santa Fe represente en un gráfico con cilindros de tres dimensiones, los votos obtenidos por los principales partidos políticos para un cargo determinado para ese departamento. El mismo caso debe ser realizado al visualizar con la cámara del dispositivo un contorno de la provincia de Santa Fe completo, obviamente esta vez representando gráficos de tres dimensiones de los datos a nivel provincial. Además se mostrarán los logos de los diferentes partidos, la cantidad de votos y el porcentaje total en la misma vista del smartphone. Para el caso de los datos de los representantes de ambas cámaras, se requiere visualizar las bancas ocupadas por los partidos políticos con una representación diferente para cada uno. Estos datos deben ser tomados de la Base de datos de escrutinio y ser renderizadas con el valor actualizado en tiempo real.

El sistema plantea determinados problemas adicionales, por un lado, la factibilidad de la solución del problema planteado y Por otro lado, las limitaciones impuestas por las leyes de software libre de la provincia de Santa Fe [6] que dificultan la posibilidad que la herramienta de desarrollo de una aplicación sea una herramienta propietaria existiendo soluciones similares con software libre, aunque existe la posibilidad de utilizar las excepciones correspondientes de no existir el software requerido.

1.1 Objetivos

El desarrollo de aplicaciones de Realidad Aumentada implica la resolución de una serie de problemas de una complejidad importante, sobre todo con el problema del tracking [7], que varía en función de las peculiaridades inherentes de las propias aplicaciones.

Uno de los problemas con los que se encuentra el desarrollador a la hora de crear su primera aplicación de Realidad Aumentada lo ocasionan todas las tareas relacionadas con la propia interacción usuario-máquina [8]. Concretamente, en las aplicaciones de Realidad Aumentada basadas en visión como las que aquí se van a tratar, destacan como tareas complejas la obtención de la posición del modelo a aumentar en función de la escena real, su tamaño cuando el geoposicionamiento no es viable, el dibujado de las distintas capas gráficas y la interacción con los objetos virtuales. [9]. El principal problema con el que deben tratar los sistemas de Realidad Aumentada es el denominado registro, que consiste en calcular la posición relativa de la cámara real respecto de la escena para poder generar imágenes virtuales correctamente alineadas con esa imagen real. Este registro debe ser preciso (errores de muy pocos milímetros son

muy sensibles en determinadas aplicaciones, como en medicina o en soporte a las aplicaciones industriales) y robusto (debe funcionar correctamente en todo momento). [7]

Dado que existen distintos frameworks desarrollados que ayudan a resolver estas tareas, Ana Serrano Marmolar [3] ha estudiado algunos de estos en su trabajos en su tesis, y ha determinado los principales aspectos a tener en cuenta a la hora de analizar un Kit de Desarrollo de Software (SDK) de Realidad Aumentada, están definidos en los primeros tres ítems siguientes, y para completar su trabajo en este marco se han sumado tres ítems adicionales:

- Tipo de Marcadores. Como se comentará más adelante se han hecho grandes avances en esta fase de reconocimiento, pudiendo llegar a utilizar marcadores 3D [10] en lugar de los típicos 2D así como marcadores naturales.

- Velocidad y eficiencia en el reconocimiento. La rapidez con la que un marcador es detectado influye enormemente en el aumento del grado de satisfacción del usuario de la aplicación. Existen varios elementos a tener en cuenta en este punto, tal cual se explica en el trabajo de Ryan Calo [11]. Por otro lado la eficiencia de la aplicación también se mide en el modo en el que el marcador permanece siendo reconocido frente a cambios de orientación, iluminación o ser parcialmente ocultados.

- Renderizado de objetos virtuales. Los objetos a “aumentar” pueden ser desde los más simples a los más complejos. Dependiendo de las características del SDK a utilizar podemos ampliar o reducir esta gama. Además hay que tener en cuenta el tipo de formato 3D admitido por el SDK. Todo ello influirá en la tasa de frames por segundo (FPS) de la etapa de renderizado de la aplicación y por lo tanto del grado de satisfacción del usuario, tal como se expone en el trabajo de McHenry [12].

- Compatibilidad con la ley de Software Libre de la Provincia de Santa Fe [6]. Como se comentó, la Provincia cuenta con una Ley que regula la adquisición de herramientas de software donde prevalece la adquisición de software con código fuente libre, pero que bajo determinadas circunstancias, es posible desestimar. [6].

- Formatos de objetos 3D a renderizar. Se tendrá en cuenta la factibilidad de trabajo entre el SDK seleccionado con las herramientas de generación de objetos 3D y sus correspondientes formatos, para la selección de esta herramienta teniendo en cuenta trabajos como el de Zolotarjov [13].

- Factibilidad en el Desarrollo de una aplicación móvil para el sistema operativo Android que pueda ser utilizada en el escrutinio provisorio provincial para mostrar resultados de elecciones en 3D basada en marcadores naturales y obteniendo datos en tiempo real.

Por lo tanto, los objetivos secundarios son:

- Llevar a cabo un estudio exhaustivo para identificar todas las herramientas existentes de código abierto y o gratuitas que se ajusten a los lineamientos de desarrollo de la Secretaría de Tecnologías Para la Gestión orientadas al desarrollo de aplicaciones de Realidad Aumentada para Android, ampliando algunos trabajos como el de Ana Serrano Marmolar [3].
- Hacer funcionar todas las herramientas en el/los dispositivos proporcionados por la Secretaría de Tecnologías para la Gestión, estudiar la arquitectura básica de éstas y conocer sus características principales.
- Diseñar una batería de pruebas común que permita identificar la herramienta que ofrece mejores prestaciones.
- Analizar los resultados obtenidos y obtener conclusiones seleccionando la herramienta más adecuada para la forma de trabajo imperante en la secretaría de tecnologías para la gestión.
- Evaluar las herramientas de generación y modelado de objetos 3D en base a trabajo como el de Butkus. [14].
- Evaluar los diferentes formatos de objetos 3D, especificando sus características en base a trabajos como el de McHenry. [12].
- Verificar la factibilidad de generación de modelos 3D en tiempo real utilizando scripts en las herramientas de modelado y/o en el SDK de realidad aumentada.
- Evaluar la factibilidad de subdivisión de un marcador natural, en varios marcadores naturales diferentes.

2 ESTADO DEL ARTE

Existen muchas definiciones de Realidad Aumentada, pero hay dos que son las más comúnmente aceptadas [15] y [16]

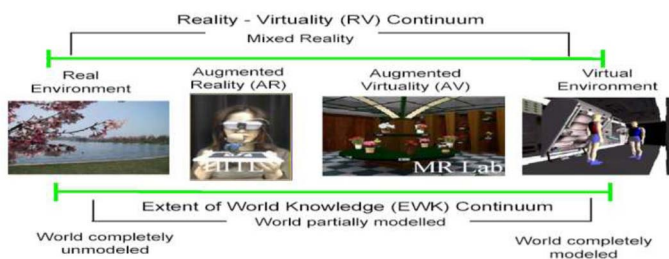


Fig. 1: Reality-Virtuality Continuum

La definición de Azuma [15] dice que la Realidad Aumentada:

- Combina elementos reales y virtuales.
- Es interactiva en tiempo real.
- La registración es 3D.

Se dice que la Realidad Aumentada es un híbrido entre el mundo real y el mundo virtual. Paul Milgram [16] clasificó por primera vez los distintos espacios de realidad "mixta" desde el punto de vista de continuidad del contexto. En la Figura 1, Milgram definía un modelo "Continuo virtual". Este concepto describe que existe una escala continua entre lo completamente real y lo completamente virtual. Entre ambos existe la Virtualidad Aumentada (Está más próxima al entorno virtual) y la Realidad Aumentada (más próxima al entorno real). La posición de la Realidad Aumentada en este sencillo esquema indica que, en esta, la mayor parte de la información es real, incluyéndose complementos virtuales.

Para Milgram, en el mundo real se tienen las interfaces de usuario tangibles, donde el usuario interactúa exclusivamente en el mundo real y el resultado tiene su equivalencia en el mundo virtual.

El siguiente en el continuo de Milgram es la Realidad Aumentada, que añade elementos generados por computadora a la información capturada del mundo real. Esta se divide a su vez en Realidad Aumentada Espacial y Realidad Aumentada Basada en Dispositivos de Visión.

El tercer elemento del continuo de Milgram es la Virtualidad Aumentada, que permite añadir objetos reales a un entorno generado por computadora.

Por último se encuentra la Realidad Virtual, que se encarga de construir entornos totalmente virtuales donde el usuario interactúa. La realidad virtual a su vez, puede ser SemiInmersiva o Inmersiva.

En el ámbito de nuestro problema, es decir con un Smartphone, según Sanni Siltanen[17], para poder experimentar la realidad aumentada, simplemente se necesitan unos pocos elementos trabajando en un flujo determinado, como se muestra en la figura 2.

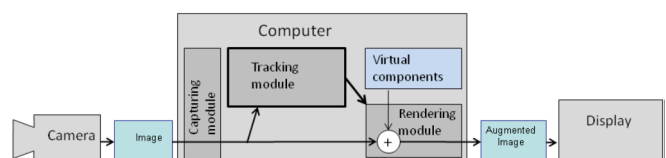


Fig. 2: Elementos necesarios para R.A.

Este trabajo se basa en la realidad aumentada basada en marcadores por lo que solo nos enfocaremos en ésta. Existen muchos métodos de detectar marcadores, Entrando en este tema, el trabajo de Warrington describe que, Li, Laganieri y Roth presentaron un sistema usando tenedores trifocales para colocar aumentaciones de realidad aumentada siguiendo puntos característicos

naturales, con un proceso de partida inicial, usando tres imágenes para el planteamiento de la región. Ferrari, el cual sigue parches planos, lo logra siguiendo transformaciones de secuencias de video afines. [18]

Este es el mismo método que utiliza Vuforia, el cual identifica puntos característicos de la imagen para realizar la identificación y el seguimiento de la misma.

De aquí en adelante nos centraremos únicamente en los sistemas de Realidad Aumentada pertenecientes al grupo de sistemas con reconocimiento espacial basado en visión artificial. En la figura 3 puede verse un ejemplo de la ejecución completa del proceso de Realidad Aumentada con markers o marcadores.

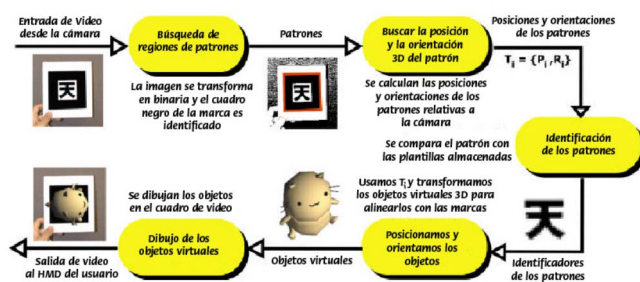


Fig. 3: Creación de Ambientes 3D a partir de marcadores

Según Carmigniani [19] la visión por computadora dibuja (renderiza) objetos virtuales 3D desde el mismo punto de vista desde el cual las imágenes de la escena real están siendo tomados por las cámaras. El registro de imagen de la Realidad Aumentada usa diferentes métodos de visión de computadora mayormente relacionada al seguimiento del video. Estos métodos normalmente consisten de dos etapas: Seguimiento (tracking) y reconstrucción/reconocimiento. Primero, los marcadores fiduciaros, imágenes ópticas, o puntos de interés se detectan en las imágenes de cámaras. El seguimiento (tracking) puede hacer uso de características de detección, detección de bordes u otros métodos de procesamiento de imágenes para interpretar las imágenes de la cámara. En la visión por computadora, la mayoría de las técnicas de seguimiento disponibles pueden ser separadas en dos clases: Basadas en características o Basadas en modelos.

Los métodos basados en características consisten de descubrir la conexión entre las características de las imágenes 2D y su malla 3D de coordenadas. Los métodos basados en Modelos hacen uso de modelos de las características de objetos "seguidos", tales como modelos CAD o plantillas 2D de los ítems basados en características distintivas.

Según Vázquez [20], un desafío importante es la necesidad de acoplar: captura de video, procesamiento de marcos, procesamiento de imagen y reproducción eficiente de dicho video, sin pérdida de marcos y sin

retrasos. El problema es el uso de Video Digital, ya que se requiere una biblioteca que pueda hacer la captura de cada uno de los marcos que lo conforman, posteriormente se necesita realizar su procesamiento de una manera rápida para realizar la calibración de la cámara y el despliegue del objeto virtual en cada uno de los marcos.

Captura de video. Para obtener un video de muy alta calidad se requiere el uso de Video Digital.

Obtención de los marcos. Al ir leyendo el video, se necesita ir tomando cada uno de los marcos, la velocidad de transmisión del Video Digital es de 25 marcos por segundo, por lo cual se deben obtener los 25 marcos para evitar pérdidas en el video.

Procesar cada marco. Se debe realizar un procesamiento sobre la imagen de cada marco para obtener los patrones que se están utilizando y de esta manera realizar la calibración de la cámara.

Calibración de la cámara. La calibración de la cámara es muy importante para que los objetos virtuales sean coherentes con el patrón en el mundo real. Al realizar la calibración de la cámara vamos a obtener los parámetros de ésta, los cuales serán aplicados al objeto virtual para lograr que se vea perfectamente ajustado al patrón.

Los parámetros que se obtienen son:

- Matriz de rotación
- Vector de translación
- Matriz de proyección.

Objeto virtual. Finalmente, ya con los parámetros de la cámara se dibuja el objeto en OpenGL.

3 MARCADORES

Los marcadores en este caso tienen que responder a la forma de la provincia de Santa Fe y a sus departamentos.

La forma de detectar todo el contorno de la provincia en lugar de alguno de sus departamentos es un punto a señalar en este artículo y es debido a la distancia de la captura y la resolución de la cámara del dispositivo.

Una porción de un marcador es una porción de una imagen, que es en realidad una imagen en sí misma. Por lo tanto la imagen de cualquier departamento de la provincia de Santa Fe, es un marcador natural, dado que:

Resolución de la cámara, Distancia al objetivo, Tamaño del marcador, Aumentabilidad del marcador, sean variables incluso al momento de ejecución de la aplicación.

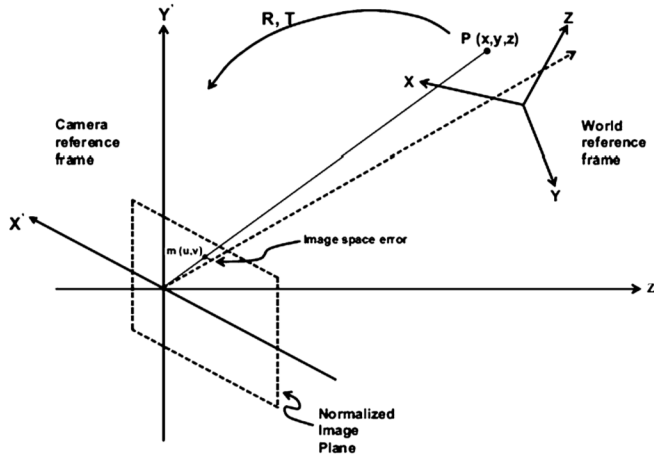


Fig. 4: Referencia a partir de posición de la cámara

Aumentabilidad de las imágenes:

Para poder realizar el proyecto planteado se presenta un estudio de la factibilidad de utilizar un mapa de la provincia de Santa Fe como marcador natural, de manera tal que sea reconocido fácilmente como imagen "aumentable" y que cada uno de los departamentos de la provincia también sea reconocido como marcador.

La empresa creadora de Vuforia, Qualcomm, provee un servicio web para crear y analizar las diferentes imágenes a ser utilizadas como marcadores naturales.

En este servicio web, el desarrollador debe crear la base de datos de imágenes que serán marcadores, y agregar los archivos candidatos, a la página del servicio. Cada imagen es analizada utilizando los algoritmos de reconocimiento de imágenes y puntos de representación de Vuforia.

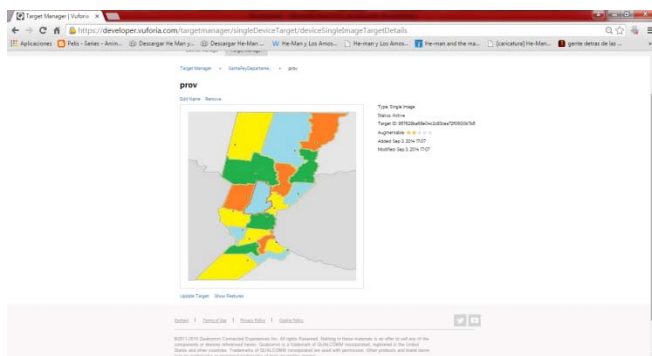


Fig. 5: incorporación de imagen como marcador

El usuario recibe la información de la de la imagen y su factibilidad como marcador natural porque se representan al lado de cada imagen 5 estrellas que al completarse indican la calidad de la imagen para el fin previsto.

Internamente, la detección de la imagen se realiza de la forma descrita por Aan Erlansari, El proceso de

seguimiento y detección de imágenes usa un proceso de transformación en el cuál:

$$x = TX \quad (1)$$

Donde X es un punto en un sistema de coordenadas, x es su proyección en un sistema de coordenadas de imágenes ideal y T es la matriz de transformación de la cámara, es decir la matriz de la cámara extrínseca o la posición de la cámara. La transformación T consiste de un vector traslación t y una matriz de rotación de 3 x 3, R que puede ser expresado en una forma de matriz

$$x = [R \mid t] X \quad (2)$$

Con este conjunto de imágenes es posible hacer la exportación del "dataSet" que ofrece el servicio web de Vuforia, el cual podrá ser implantado en el dispositivo a través del aplicativo desarrollado para ser utilizado como base de datos de marcadores, para identificar a cual departamento de la provincia de Santa Fe, está enfocando la cámara o si la misma está visualizando el mapa completo de la provincia.

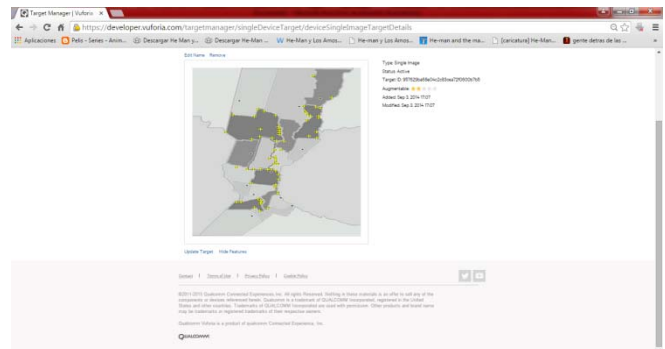


Fig. 6: Pocos puntos de referencia en el mapa

Vale aquí la aclaración de Simonetti [21] que detalla que un dataset es un conjunto de marcadores descargados desde el target management system.

El SDK permite a una aplicación cargar, activar, deshabilitar y descargar grupos de datasets en tiempo de ejecución. Los dataset pueden contener tanto imágenes como MultiTargets.

Los marcadores funcionan con un principio similar a los marcadores de ARToolKit, el más primitivo framework de RA, es decir, marcadores clásicos negros sobre fondo blanco, pero los frameMarkers de Vuforia, consisten en un marco de color negro, con una cantidad fija de muescas de color negro o blanco, intercaladas en determinadas posiciones, de manera tal de tener una combinación de 512 marcos diferentes, perfectamente distinguible por el software de reconocimiento de imágenes de Vuforia. [21]



Fig. 7: Marcador tipo framemaker, con interior variable

El interior del marco puede ser completado por cualquier imagen que se quiera utilizar, ya sea blanca y negra o color, los mismos Framemarkers tienen definida esta área como transparente y la imagen incluida no se ve afectada en su capacidad de ser reconocida, ya que el software está preparado para filtrar cualquier ruido que esta pueda producir, dado que solo busca ubicar los colores de las muescas para determinar de qué número de marcador se trata.

En esta solución en particular, se utilizarán los FrameMarkers para los marcadores utilizados en las proyecciones de los futuros cargos y conformación de los poderes legislativos y municipales.

4 SOLUCIÓN

Para realizar una solución se crea una base de datos de imágenes de departamentos de la provincia con nombre sobrepuestos y texturas en la superficie para facilitar la posibilidad de reconocimiento como marcador natural tal como se demostró anteriormente. Esta base se crea en VuforiaOnLine y se descarga para ser usado en el dispositivo destino como una base de "Image Targets".

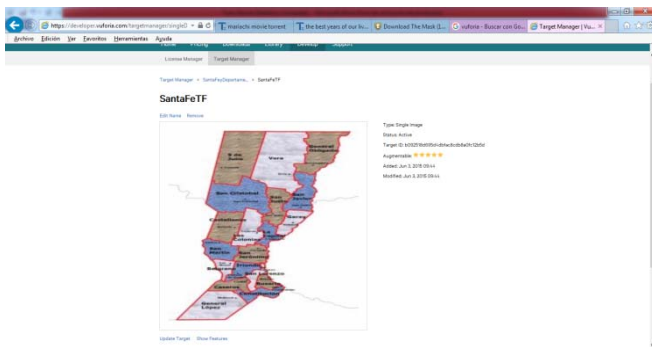


Fig. 8: nuevo mapa texturado

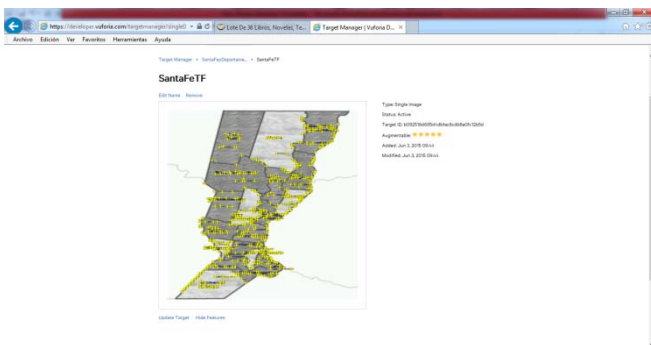


Fig. 9: muchos puntos de referencia del marcador

Se crean 20 Image Target en un proyecto de Unity con la librería Vuforia Incorporada. Se reemplaza la cámara por defecto de Unity por la cámara de la librería Vuforia, lo que permitirá utilizar las facilidades para reconocer marcadores y superponer objetos de Realidad Aumentada de esta librería.

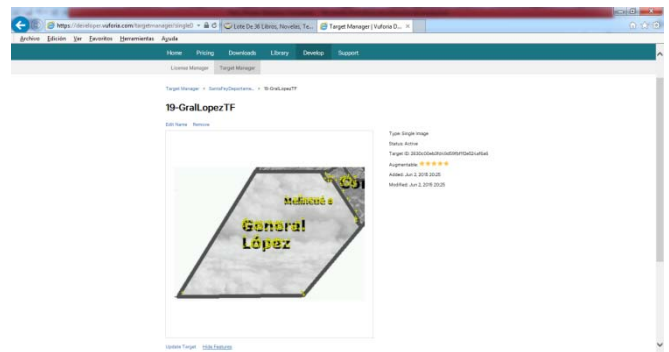


Fig. 10: Image target de un departamento

Sobre cada uno de los 20 marcadores se colocan tres cilindros de los básicos provistos por Unity. Estos Cilindros representarán el partido, a través de su color y el porcentaje total de votos obtenidos a través de su altura.

Para cada uno de los partidos, se ha designado un color representativo, así como un logo partidario. Esta selección está representada los diferentes archivos XML.

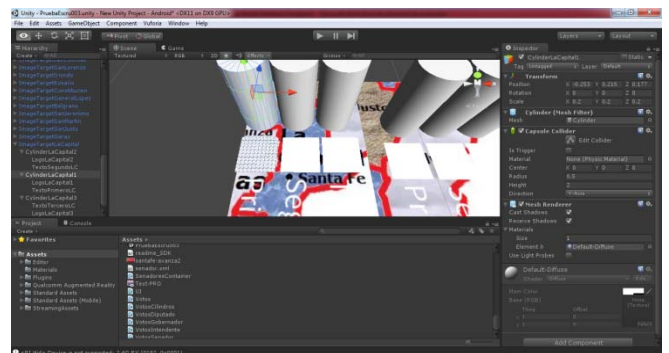


Fig. 11: Solución en Unity con cilindros sobre markers

Estos cilindros deben ser reutilizables pudiendo representar tanto porcentajes de votos a Gobernador, a Senadores o a Diputados, para ello se crea una interfaz gráfica de tres botones, más un cuarto botón para terminar la aplicación y un área de texto para retroalimentación al usuario.

El funcionamiento requerido es que al inicializar la aplicación el usuario seleccione que tipo de datos desea visualizar a través de esta aplicación de Realidad Aumentada.



Fig. 12: Prueba inicial de la aplicación

Al presionar el Botón “Senador” y apuntar la cámara del dispositivo al mapa completo de la provincia de Santa Fe, la aplicación se conecta a la base de datos de la provincia vía Wi-Fi y descarga internamente el archivo “Senador.xml”. Este archivo es confeccionado cada 30 segundos a través de una consulta SQL que indica en las diferentes porciones de este archivo la jurisdicción sobre la cual son válidos los datos, el porcentaje de votos de los tres primeros partidos de la jurisdicción, el nombre del partido, su color representativo, y la cantidad de votos afirmativos válidos obtenidos al momento de realizar la consulta.

Treinta segundos después, el archivo es actualizado y también la aplicación que se ejecuta sobre el dispositivo, intenta obtener nuevamente estos datos.

La aplicación extrae los datos de este archivos XML y utiliza la información obtenida para aplicar a los cilindros sin formato las actualizaciones correspondientes, cambiando la altura de cada cilindro por la proporcional a los votos obtenidos y el color al aplicar el color recibido a través del archivo XML.

Con estos datos también se actualiza El Elemento que se utiliza para mostrar el logo del partido y la cantidad de votos que se muestra al pie de cada cilindro.

Para una mayor claridad, los cilindros siempre estarán ordenados de izquierda a derecha en cuanto a los partidos que mayor cantidad de votos están obteniendo, es decir, cuales son los partidos que obtienen el primer, segundo y tercer lugar.

Esta lógica que se plantea para el marcador-mapa de la provincia de Santa Fe, es idéntica en comportamiento para cada uno de los departamentos y se activa al tomar la cámara la imagen de un departamento en particular.

De la forma planteada, el crecimiento de un cilindro, solo debe realizarse en altura, representado en Unity por el eje Y. Si se recuerda que Unity es un framework para desarrollo de videojuegos y estos pueden ser en 2 dimensiones o en 3 dimensiones, y en el caso de ser dos

dimensiones, el eje X es siempre horizontal y el eje Y es Vertical, por lo que al extender un juego por ejemplo, el eje Z es también “horizontal” en la “profundidad” de la perspectiva.

Esta forma de trabajo no hace necesario un trabajo de detección de elementos 3D y desarrollo de soluciones realistas de oclusión como se plantea en el trabajo de Kahn [22], solo las posibles oclusiones entre sí de los cilindros 3D y los textos e imágenes al pie de los mismos.

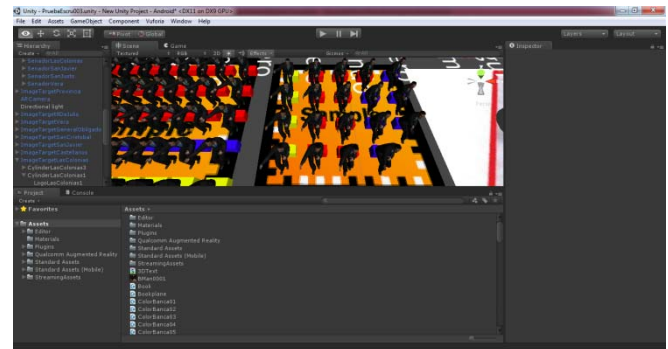


Fig. 13: Marcadores en Unity de Diputados y senadores

De la misma forma que se visualizan los datos del gobernador al descargar el archivo “Senador.xml”, se visualizarán los datos correspondientes a Diputados con la descarga del archivo “Diputados.xml” y los correspondientes a Intendentes con la descarga del archivo “Intendente.xml”.

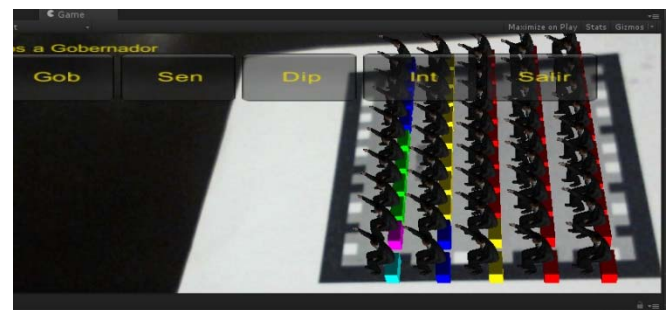


Fig. 14: composición de diputados

La composición de las cámara de senadores, y diputados, así como los consejos deliberantes de cada ciudad pueden ser representados por visualizaciones de realidad aumentada donde se muestren objetos en 3D (diputados en sus bancas por ejemplo) y que su banca esté pintada del color de su partido.

5 CONCLUSIONES

Al terminar el proyecto propuesto se pudo realizar la aplicación de Realidad Aumentada que ayudará a difundir los resultados de las elecciones provinciales con esta novedosa tecnología. Este programa podrá ser utilizado por agentes de prensa destacados en el Show Room de la secretaria de tecnologías para la gestión, dando un énfasis al aspecto tecnológico del desarrollo del escrutinio.

A continuación se presentan las siguientes conclusiones generales que se obtuvieron al desarrollar el proyecto:

- La Realidad Aumentada es una herramienta que puede ser utilizada en infinidad de campos como: programas educativos de estimulación para niños, aplicaciones de entretenimiento, tecnología bélica. y en obras civiles.
- Los mejores sistemas operativos para dispositivos móviles en la actualidad son Android e iOS, por todas las innovaciones y funcionalidades que brindan. Asimismo, es importante notar que en el ámbito mundial Android está presente en un porcentaje mucho mayor que iOS y esa tendencia es muchísimo más marcada a nivel nacional.
- Con la aplicación desarrollada se puede promocionar el uso de ésta tecnología para el ámbito provincial.
- Es fundamental conocer las funcionalidades del dispositivo móvil para obtener el mayor provecho posible.
- Existen varias librerías gratuitas que nos ayudarán en la implementación de aplicaciones de Realidad Aumentada, y algunas de estas librerías son incluso con código abierto.
- En cuanto al diseño de los marcadores se sugiere que éstos sean de forma compleja.
- Los marcadores pueden ser contenedores de otros submarcadores el grado de acercamiento de la cámara del dispositivo facilita la detección de un determinado marcador.
- Los marcadores deben estar impresos en un material que no genere demasiado brillo con la luz ambiente, además se deben considerar que la luz solar no caiga perpendicularmente hacia la cámara del dispositivo al enfocar al marcador.
- La aplicación es de fácil uso e instalable en un dispositivo con características mínimas para los estándares actuales.
- Se comprobó que la plataforma de desarrollo de Vuforia es la de mejor rendimiento para este tipo de aplicaciones.

5.1 Resultados Finales

Dado que el objetivo principal de se planteó como estudiar las herramientas principalmente de software libre o en su defecto software gratuito o de bajo coste para el desarrollo de aplicaciones de Realidad Aumentada para dispositivos móviles con sistema operativo Android, seleccionar la más adecuada, realizar la renderización de un elemento 3D en tiempo real basado en diferentes datos

y su correcto posicionamiento y visualización en un dispositivo, utilizando como base los datos provistos por el Proceso de Escrutinio Provisorio de la Provincia de Santa Fe, entonces puede decirse que el objetivo primario ha sido cumplido.

Los tipos de marcadores a utilizar óptimos para éste tipo de solución son los denominados marcadores naturales, los cuales es posible utilizar con Vuforia, el software seleccionado en el presente trabajo.

La velocidad y eficiencia del reconocimiento de marcadores ha sido probada en esta investigación con una buena respuesta del software seleccionado para el presente trabajo.

El renderizado de Objetos Virtuales puede realizarse en tiempo real con el software seleccionado para el desarrollo de la aplicación.

El software seleccionado no es de software libre, pero aplica como una de las excepciones estipuladas por la ley ya que no existe otro software con las características necesarias de reconocimiento de patrones naturales en los marcadores, lo que constituye una excepción. La solución realizada en el presente trabajo, fue presentada en lenguaje C# utilizando Monodevelop, el cual se ajusta a los lineamientos de la mencionada ley, y Vuforia soporta además el mismo desarrollo en lenguaje JavaScript, lo cual además está dentro de los lineamientos de la secretaría de Tecnologías para la Gestión.

El software seleccionado es uno de los IDEs que más formatos de objetos 3D soporta, lo cual lo hace muy conveniente para desarrollar todo tipo de soluciones.

Vuforia, además de posibilitar desarrollos Android, está pensado para utilizarse en varias plataformas con soporte para Android, iOS y a través de Unity a casi cualquier plataforma moderna.

En cuanto a los objetivos secundarios plateados, podemos responder que se han revisado 15 herramientas para realizar este trabajo.

Varias de las herramientas seleccionadas previamente no cumplían las especificaciones señaladas por lo que no fueron instaladas en los dispositivos proporcionados por la Secretaría de Tecnologías para la Gestión

Se utilizó una batería de pruebas en común y se revisaron trabajos bibliográficos para determinar las mejores herramientas.

Se analizaron los resultados obtenidos llevaron a la selección de la herramienta Vuforia junto con Unity para desarrollar la solución en la secretaría.

Así mismo se ha evaluado una selección de herramientas de generación y modelado de objetos 3D y se han evaluado diferentes formatos de objetos 3D, y se

ha determinado que tanto Blender como Unity tienen capacidad para generar modelos en 3D en tiempo real utilizando Scripts.

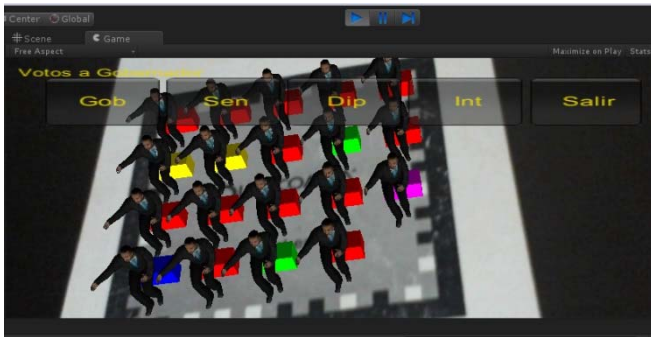


Fig. 15: Composición del senado

Blender se utilizó en esta solución para renderizar modelos estáticos e incorporarlos al desarrollo de la aplicación, como en el caso de las bancas de diputados y senadores provinciales. Mientras que Unity se utilizó para generar y modelar objetos variables en tiempo real como el crecimiento de cilindros que representan porcentajes de votos por partido.

Por último, Se ha demostrado la factibilidad de subdivisión de marcadores y se ha realizado una explicación de todo el sistema de incorporación y manejo de marcadores más “aumentables”.

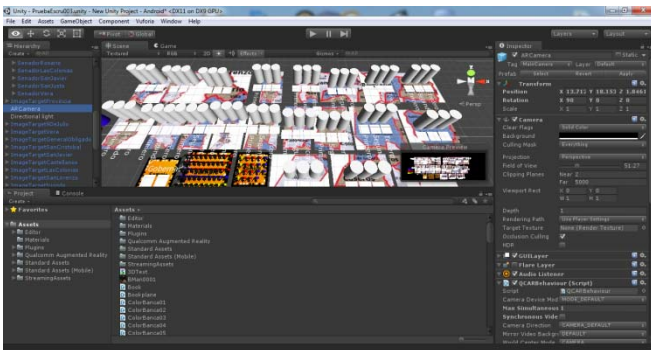


Fig. 16: Solución final en Unity

AGRADECIMIENTOS

El autor desea agradecer a la Doctora Luciana Ballejos por su apoyo durante este trabajo.

REFERENCIAS

[1] George Papagiannakis, Gurminder Singh, Nadia Magnenat-Thalmann, “A survey of mobile and wireless technologies for augmented reality systems”. 2008

[2] Ana Serrano Mamolar. “Herramientas de desarrollo libres para aplicaciones de Realidad Aumentada con Android. Análisis comparativo entre ellas”. Tesis de Maestría de la Universidad

Politécnica de Valencia de setiembre del año 2012.

[3] Fabiana Silva Pinto del Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Unidade Estadual do Rio Grande do Sul, Jorge Antonio Silva Centeno de Universidade Federal do Paraná– “A realidade aumentada em smartphones na exploração de informações estatísticas e cartográficas”. Paper de la Augmented Reality in smartphones for cartographic information exploration. Junio de 2012.

[4] Xinan Li. “Augmented Reality Book Information Retrieval” Second draf del paper publicado en Abril de 2014.

[5] Vuforia Bests Practices “Book Sample” [http://developer/vuforia/downloads/samples](http://developer.vuforia/downloads/samples) . 2014.

[6] Ley 12360 – Legislatura de la Provincia de Santa Fe. 2004. Ley 13139 – Legislatura de la Provincia de Santa Fe. 2010.

[7] Carlos González Morcillo, Javier Albusac Jiménez, David Vallejo Fernández, José Jesús Castro Sánchez - “Realidad Aumentada. Un Enfoque Práctico con ARToolKit y Blender”. Primera Edición. ISBN 978-84-686-1151-8. Bubok Publishing S.L. del año 2012.

[8] Mathieu Delangle, Emilie Poirson. Del Institut de Recherche en Communications et Cybernétique de Nantes “Helping the designer to choose his software: Comparative analysis of human modeling tools” – Paper publicado para la 21ème Congrès Français de Mécanique en Agosto de 2013.

[9] Anshul Bhatnagar, Andy Pruet, Mukul Sati - “ArtExplore - Natural Image Tracking for Large Images”. Georgia Institute of Technology, Atlanta, Georgia, USA. Paper publicado en 2013.

[10] C.Battini, G. Landi del Department of Civil, Chemical and Environmental Engineering, Genova – “3D tracking based augmented reality for cultural heritage data management”. paper publicado en 2015 en The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-5/W4, del año 2015, y en 3D Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures, 25-27, Avila, España, Febrero del año 2015.

[11] Ryan Calo, JD, Tamara Denning, PhD, Batya Friedman, PhD, Tadayoshi Kohno, PhD, Lassana Magassa, PhD candidate , Emily McReynolds, JD, LLM, Bryce Newell, JD, PhD Franziska Roesner, PhD, Jesse Woo, JD “AUGMENTED REALITY - A Technology and Policy Primer” - Tech Policy Lab, University of Washington, paper publicado en Septiembre 2015

[12] Kenton McHenry and Peter Bajcsy del National Center for Supercomputing Applications de la University of Illinois “An Overview of 3D Data Content, File Formats and Viewers”. Paper técnico de la National Center for Supercomputing Applications octubre de 2008.

[13] Anton Zolotarjov. “Open source 3D Modeling suite Blender, in comparison to proprietary applications”. 2010.

[14] PranasButkus, Algirdas Noreika, Justinas Jaronis, Justas Ingelevičius. “Parametric and distributed computer aided design(CAD) functionality integration into Blender 3D

modelling and animation platform (Technical feasibility study)" –Año de publicación 2011.

- [15] Azuma, Ronald "A survey of augmented reality". Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 6(4): 355–385. Paper de Hughes Research Laboratories, California 1997.
- [16] Paul Milgram and Fumio Kishino. "A taxonomy of mixed reality visual displays". Paper publicado en IEICE Trans. Information Systems, number 12 in E77-D, pages 1321–1329. Noviembre de 1994.
- [17] Sanni Siltanen – "Theory and applications of marker-based augmented Reality" – Editorial VTT, ISBN 978-951-38-7450-6, Publicación de 2012.
- [18] Christopher R. Warrington - "Markerless Augmented Reality for Panoramic Sequences". 2007.
- [19] Julie Carmigniani Department of Computer and Electrical Engineering and Computer Sciences, Florida Atlantic

University, Boca Raton, Florida, USA y Borko Furht - "Augmented Reality: An Overview". Paper publicado en 2011.

- [20] Rosa Atzín Vázquez del Ángel – "Sistema de desarrollo para aplicaciones de realidad aumentada". 2010.
- [21] Alexandro Simonetti Ibañez, Josep Paredes Figueras - "Vuforia v1.5 SDK: Analysis and evaluation of capabilities". 2013.
- [22] Svenja Kahn – "Reducing the Gap Between Augmented Reality and 3D Modeling with Real-Time Depth Imaging". 2011.

Hernán Diego Martínez biography Ingeniero en Sistemas de Información de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe en 2003, Maestría en Sistema de Información (defensa de tesis en setiembre 2017) Universidad Tecnológica Nacional. Desarrollador en Asertia, Software Santa Fe, FyB Sistemas, Motorola y Cervecerías Unidas, actualmente Administrador de Proyectos en la Dirección Provincial de Gestión de Proyectos del Gobierno de la provincia de Santa Fe. Expositor en Augmented World Expo de Santa Clara, California en 2015. Miembro del Project Management Institute, capítulo Buenos Aires.