



MAESTRIA EN GEOMÁTICA CON MENCIÓN EN ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Implementación de un Sistema de Navegación con Realidad
Aumentada basado en Puntos Conocidos para geo localización
de Puntos de Interés

Autor: Martín Geovanny Zhindón Mora

Director: Paúl Ochoa Arias

Cuenca, Ecuador

2014

DEDICATORIA

A mi esposa Patricia e hija Martina fuentes de mi inspiración.

A mis padres Benito e Isolina, gracias el apoyo

fundamental e incondicional recibido

durante mi proceso de formación y mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por permitirme alcanzar este logro en en mi
carrera profesional.

A mi director de Tesis Ing. Paúl Ochoa, por su guía, consejos y
tiempo durante el desarrollo de este proyecto.

A mis hermanos José, Sebastián, Marcelo y hermana Karla por
su ayuda incondicional en todas las etapas de mi vida.

A mis parientes y amigos por su ayuda sincera y desinteresada
en los momentos que los necesité.

Agradezco también a todas las personas que de una u otra
manera han contribuido para alcanzar este logro.

RESUMEN

La Realidad Aumentada mejora y aumenta el conocimiento del entorno de manera natural, sobrepone información digital sobre objetos reales capturados a través de una cámara y visualizados en la pantalla de un dispositivo. La capacidad de procesamiento de los dispositivos móviles y la disponibilidad de herramientas y estándares permiten su desarrollo en el contexto de los Sistemas Basados en Localización. Se propone implementar un Sistema de Navegación con Realidad Aumentada utilizando estándares de interoperabilidad existentes y en desarrollo, basando la navegación y orientación en puntos conocidos para la geo localización de puntos de interés.

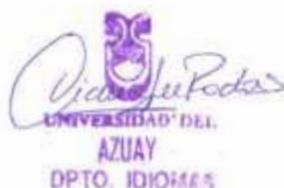
PALABRAS CLAVE

Exploración, Aumentación, Entorno, Contenido Digital, Objeto Real, Orientación.

ABSTRACT

Augmented Reality enhances and increases the knowledge of the environment naturally, and superimposes digital information on real objects captured by a camera and displayed on the device screen. The processing capacity of mobile devices and the availability of tools and standards allow its development in the context of Location Based Systems. We propose the implementation of a Navigation System with Augmented Reality by using existing and develop interoperability standards, and establishing navigation and orientation at known points to find Geo-location points of interest.

KEYWORDS: Exploration, Augmentation, Environment, Digital Content, Real Object, Direction.




Translated by,
Lic. Lourdes Crespo

Índice de Contenidos

INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO 1: MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
Especificación de la metodología de desarrollo	9
Identificación de Casos de Uso.	9
Análisis y definición del Modelo Conceptual.....	9
Arquitectura de la Aplicación	10
Funcionamiento Básico	11
Componentes de la Aplicación.....	11
Análisis de herramientas y estándares.....	15
Programación.....	15
Fuentes de Datos	17
Desarrollo de la Implementación de Referencia	18
CAPÍTULO 2: RESULTADOS	20
CAPÍTULO 3: DISCUSIÓN.....	21
CONCLUSIÓN.....	22
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25
ANEXOS.....	28
Anexo 1. Análisis de herramientas y estándares	28
Formatos de Contenido.....	28
APIs para Gráficos	28
Estándares de Imagenes	28
Estándares de Localización.....	28
Interfaces de Control de Hardware.....	28
Formato.....	29
Estándares de Sensores.....	29
Estándares para Interacción Natural.....	29
Programación.....	29
Fuentes de Datos	30

Índice de figuras

Figura 1. Arquitectura interna del Sistema de Navegación con Realidad Aumentada.....	10
Figura 2. Componente Radar del Sistema de Navegación con Realidad Aumentada.....	11
Figura 3. Marcadores del Sistema de Navegación con Realidad Aumentada	12
Figura 4. Panel de Información detallada de marcadores del Sistema de Navegación con Realidad Aumentada.....	13
Figura 5. Rango para delimitación de Puntos de Interés del Sistema de Navegación con Realidad Aumentada.....	13
Figura 6. Indicador que guía al Usuario a un Punto de Interés en específico.....	14
Figura 7. Menú principal del Sistema de Navegación con Realidad Aumentada	15
Figura 8. Empaquetado de la Aplicación Web en un contenedor nativo del dispositivo Webview.....	16

Martín Geovanny Zhindón Mora

Trabajo de Graduación

Paul Ochoa

Septiembre, 2014

Implementación de un Sistema de Navegación con Realidad Aumentada basado en Puntos Conocidos para geo localización de Puntos de Interés

INTRODUCCIÓN

La próxima generación de sistemas basados en localización (LBS) se orientan al uso de la Realidad Aumentada (Percivall, 2011). La Realidad Aumentada permite ver el mundo real superpuesto o combinado con objetos virtuales en tiempo real (Azuma, 1997). Los elementos del entorno son aumentados por contenido digital generado por computador (Iec, Sc, Wg, Preda, & Valente, 2011).

Las aplicaciones de realidad aumentada han sido desarrolladas para dispositivos móviles debido a su capacidad de procesamiento y los componentes que estos poseen como cámara, acelerómetro (Paucher & Turk, 2010), GPS entre otros.

Los dispositivos móviles actualmente están equipados con componentes de hardware suficientes para desarrollar aplicaciones para brindar al usuario experiencias con Realidad Aumentada. El GPS determina la posición del usuario, el acelerómetro detecta la velocidad con la que el usuario mueve el dispositivo y la orientación del mismo permitiendo conocer si el dispositivo se encuentra en posición horizontal o vertical, además determina el ángulo del dispositivo permitiendo conocer si el celular se encuentra hacia el cielo o el suelo. El compás puede detectar cambios en el campo magnético de la tierra, permitiendo determinar con gran precisión la dirección a la que es apuntado el dispositivo. (Wrox. Professional. Augmented. Reality. Browsers. for. Smartphones. Jun. 2011)

En la actualidad existen organizaciones para el desarrollo de estándares establecidas como una comunidad de organizaciones y empresas con el fin de agilizar el desarrollo y la interoperabilidad de aplicaciones de Realidad Aumentada, entre las cuales se encuentran; Web 3D Consortium, Open Geospatial Consortium (OGC), W3C, Institute TELECOM, KHROS GROUP, y uno de los más representativos ISO JTC 1 / SC 24 (Kim & Kim, 2011).

Las aplicaciones con Realidad Aumentada reconocen objetos en tiempo real mediante marcadores o imágenes a través de una cámara, o basadas en geo localización por GPS

para encontrar un punto de interés (POI). De la geo localización por GPS se desprenden la navegación y superposición a POIs(Jeon, Kim, & Lee, 2010).

La navegación es el movimiento dentro o alrededor de un entorno y es de dos tipos; exploratoria y de viaje o búsqueda de rutas. El conocimiento espacial se obtiene de fuentes primarias y secundarias, las fuentes primarias se encuentran en el entorno y se adquieren mientras nos movemos en este, si el usuario se encuentra inmerso en el entorno se puede preguntar por los lugares que se encuentran alrededor de su ubicación actual, al contrario, una fuente secundaria puede ser un mapa en el cual un usuario busca a donde ir, mientras se encuentra en un hotel, cuando no se encuentra inmerso en el entorno(Grasset, Mulloni, Billinghamurst, & Schmalstieg, 2011).

La realidad aumentada se puede usar como fuente primaria de información espacial al sobreponer información digital sobre los elementos del entorno, aumentando la percepción del usuario acerca del entorno en el que se encuentra inmerso(Grasset et al., 2011).

La navegación mediante Realidad Aumentada, a diferencia de la navegación con mapas impresos o digitales, es intuitiva y permite al usuario percibir la realidad de manera constante mediante un dispositivo, contrario a los sistemas de navegación tradicionales, en los que se tiene que consultar un gráfico abstracto y tratar de reconciliar la perspectiva relativa a la localización física respectiva del usuario (users respective physical location) (Jackson, Angermann, & Meier, 2011).

La realidad aumentada tolera 2 tipos de navegación, el primero se denomina exploratorio, que presenta una serie de anotaciones geo-referenciadas en objetos reales del entorno pero sin que faciliten específicamente una ruta hacia un lugar determinado, permitiendo al usuario entender su entorno. El segundo consiste en superponer un path o ruta directamente sobre el entorno físico con indicaciones y giros a seguir para llegar a un punto deseado(Grasset et al., 2011).

El limitante del uso de los Sistemas de Navegación tradicionales radica en que conllevan un grado de dificultad para su entendimiento, debido a que representan la información del entorno real mediante gráficos abstractos como mapas físico o digitales, los cuales tienen que ser interpretados por la persona que los utiliza para comprender cómo el entorno real se abstrae en el gráfico y entender lo que este representa, a su vez debe realizar el proceso opuesto, traducir las indicaciones que se presentan en el gráfico, para seguir las en el entorno real concreto. Las indicaciones que se presentan en estos gráficos consisten en líneas que representan las calles por las que la persona debe atravesar para llegar a un determinado lugar, por lo que las áreas que interesan explorar tienen que disponer de inventarios viales como fuente primaria de información de los Sistemas de Navegación tradicionales, lo que restringe su uso en áreas que carecen de esta información.

El propósito de este trabajo es desarrollar un Sistema de Navegación con Realidad Aumentada usando principalmente software libre de código abierto y estándares existentes, que permitan navegar en el entorno a través de puntos conocidos para localización de puntos de interés. Para el desarrollo del Sistema de Navegación con Realidad Aumentada es necesario; establecer el proceso metodológico para el desarrollo del sistema de navegación, definir el alcance del sistema a implementar, analizar la funcionalidad y arquitectura que requiere el sistema, identificar los módulos de los que va a estar conformado el sistema, analizar las herramientas y estándares existentes y en desarrollo a utilizar durante el proceso de desarrollo de la Implementación de Referencia y la construcción de la base datos geográfica como fuente de datos de Puntos de Interés del Sistema de Navegación con Realidad Aumentada.

CAPÍTULO 1: MATERIALES Y MÉTODOS

Especificación de la metodología de desarrollo

El ciclo de desarrollo del proyecto se basó en la técnica de Ingeniería de Software Espiral(Boehm, 1988) que consiste en volver a pasar por las etapas que comprenden el proyecto las veces necesarias durante el proceso de desarrollo, además se optó por el paradigma prueba y error por tratarse de una aplicación que carece de estándares y tecnologías establecidos. Las fases que se detallan a continuación no corresponden a una metodología específica.

Identificación de Casos de Uso.

En esta sección definimos lo que se encuentra dentro y fuera del alcance de la aplicación(Lechner & Gmbh, 2011). La Comunidad de Estándares AR, hasta el momento ha definido tres casos de uso generales, El primero es de guía que consiste en que el usuario realiza una serie de preguntas para un entendimiento exitoso, cumplimiento de tareas y llegada a destinos, el segundo consiste en la interacción del usuario con el dispositivo, para agregar más información y el tercero es el de juegos, que consta de los elementos que cualquier aplicación de realidad aumentada dispone como son; el mundo real, el dispositivo y contenido digital(aumentación), su diferencia con los dos casos anteriores radica en que son dos o más usuarios que interactúan uno con el otro(PEREY Research & Consulting, 2012).

Se ha establecido que el Sistema de Navegación con Realidad Aumentada a desarrollar se encuentra dentro del caso de uso general guía. Por lo que se requiere que el Sistema permita al usuario experimentar los dos tipos de navegación; la exploratoria y la de búsqueda de rutas.

Análisis y definición del Modelo Conceptual

El análisis de la arquitectura requerida nos sirve para satisfacer la funcionalidad con la que debe contar el sistema(Azuma, 1997) identificando los elementos generales del modelo del

contexto, algoritmos para el cálculo y su representación con Realidad Aumentada(Luna, Hervás, Fontecha, & Bravo, 2012). Este análisis es necesario para dividir la aplicación en módulos concretos en base a los casos de uso identificados(Lechner & Gmbh, 2011).

Arquitectura de la Aplicación

El proyecto implementado con Apache Cordova funciona de manera nativa en el contenedor del dispositivo, pero la lógica del funcionamiento se ha desarrollado como una aplicación web utilizando la tecnología HTML5, JavaScript y CSS3. El Sistema de Navegación con Realidad Aumentada se estructura en cinco capas; presentación, web, lógica de negocios, comunicación y de datos, de manera similar a las estructuras implementadas con la plataforma JEE(Oracle Corporation, 2013).

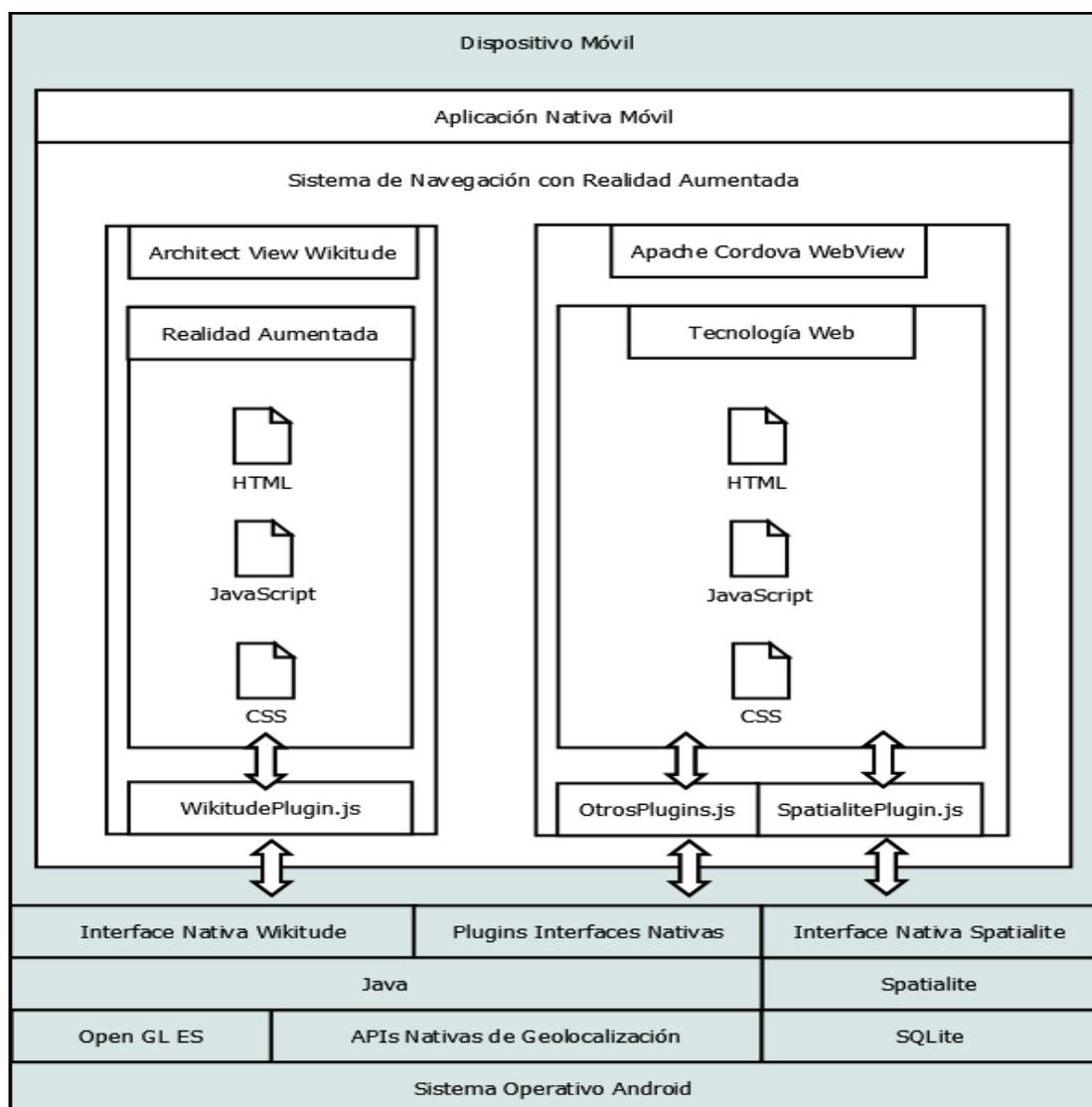


Figura 1. Arquitectura interna del Sistema de Navegación con Realidad Aumentada.

(Fuente: Autor)

Funcionamiento Básico

El Sistema de Navegación con Realidad Aumentada detecta la posición actual del usuario, el ángulo de orientación del dispositivo y la dirección a la que apunta este apunta, con esta información obtenida desde los sensores del dispositivo, el Sistema de Navegación con Realidad Aumentada carga los Puntos de Interés que se encuentran alrededor de la información recogida por el dispositivo, muestra el entorno real en la pantalla a través de la cámara y sobrepone los Puntos de Interés al entorno real en la pantalla. (Wrox.Professional.Augmented.Reality.Browsers.for.Smartphones.Jun.2011)

Componentes de la Aplicación

El Sistema de Navegación con Realidad Aumentada cuenta con los siguientes componentes sugeridos con los que debe contar un Sistema de Navegación con Realidad Aumentada basado en geo localización (Wrox.Professional.Augmented.Reality.Browsers.for.Smartphones.Jun.2011).

El Radar

El radar muestra al usuario la dirección en la que se encuentran ubicados los POIs, con respecto a la posición actual del usuario, orientando al mismo hacia dónde tiene que apuntar el dispositivo.



Figura 2. Componente Radar del Sistema de Navegación con Realidad Aumentada

(Fuente: Sistema de Navegación con Realidad Aumentada Desarrollado)

Marcadores

Los Puntos de Interés son representados mediante Marcadores durante la Navegación con Realidad Aumentada, son imágenes que se muestran en la pantalla y representan de manera visual a los Puntos de Interés, estos Marcadores son los que aumentan la realidad con contenido digital (Wrox.Professional.Augmented.Reality.Browsers.for.Smartphones.Jun.2011).



Figuran 3. Marcadores del Sistema de Navegación con Realidad Aumentada

(Fuente: Sistema de Navegación con Realidad Aumentada Desarrollado)

Panel de Información

El usuario puede seleccionar un Punto de Interés para visualizar en un panel la información acerca de mismo; como la descripción y la distancia a la que se encuentra de la posición del usuario.



Figura 4. Panel de Información detallada de marcadores del Sistema de Navegación con Realidad Aumentada

(Fuente: Sistema de Navegación con Realidad Aumentada Desarrollado)

Rango

El rango permite limitar la cantidad de Puntos de Interés que se muestran en la pantalla durante la Navegación con Realidad Aumentada, cargando únicamente los que se encuentran en el radio de distancia especificado.

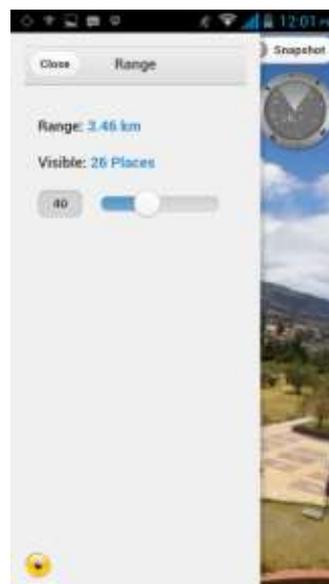


Figura 5. Rango para delimitación de Puntos de Interés del Sistema de Navegación con Realidad Aumentada

(Fuente: Sistema de Navegación con Realidad Aumentada Desarrollado)

Indicadores

Un usuario puede ser guiado sobre cómo llegar hacia un Punto de Interés, seleccionando el mismo, la aplicación le guiará mediante la presentación de flechas en la parte lateral de la pantalla, permitiendo de esta manera cambiar de modo de navegación exploratoria a navegación hacia un Punto de Interés específico.



Figuran 6. Indicador que guía al Usuario a un Punto de Interés en específico.

(Fuente: Sistema de Navegación con Realidad Aumentada Desarrollado)

Disponibilidad

El Sistema de Navegación con Realidad Aumentada se encuentra desarrollado con tecnología Web y nativa del dispositivo. Apache Cordova permite empaquetar el sistema como cualquier aplicación Android APK, por lo que puede ser descargado desde cualquier repositorio e instalado en un dispositivo Android.



Figura 7. Menú principal del Sistema de Navegación con Realidad Aumentada

(Fuente: Sistema de Navegación con Realidad Aumentada Desarrollado)

Análisis de herramientas y estándares

Las herramientas y estándares que se detallan a continuación corresponden a las más relevantes para el desarrollo del Sistema de Navegación con Realidad Aumentada. El Anexo 1 contiene el análisis de todas las herramientas y estándares que no se mencionan en este apartado, tal y como se encuentran especificados, y otros estándares que necesitan ser extendidos para proporcionar las funcionalidades requeridas (The AR Standards Community, 2012).

Programación

Apache Cordova

Apache Cordova es un framework libre de código abierto con licencia Apache version 2.0., para construir aplicaciones nativas multiplataforma usando HTML5. Es implementado como una combinación de tecnologías nativas y web. Este tipo de aplicaciones son denominadas aplicaciones híbridas(Wargo, 2013).

Dispone de un conjunto de APIs, que le permite acceder desde la aplicación web a aplicaciones de lado del dispositivo de hardware, conocidas como APIs nativas, a las que normalmente una aplicación web no tiene o dispone de acceso como al, acelerómetro, cámara, compas, conexión, eventos, etc., estas APIs constan de dos partes, la primera parte de la API es una librería de JavaScript que expone las capacidades nativas del dispositivo móvil a la aplicación web y la segunda parte del API es el código nativo que se

ejecuta en el dispositivo el cual tiene acceso a las capacidades del dispositivo, al cual se realizan llamadas desde la API de JavaScript(Wargo, 2013).

Provee de un conjunto de herramientas para crear aplicaciones usando los SDKs nativos de cada plataforma móvil(Wargo, 2013).

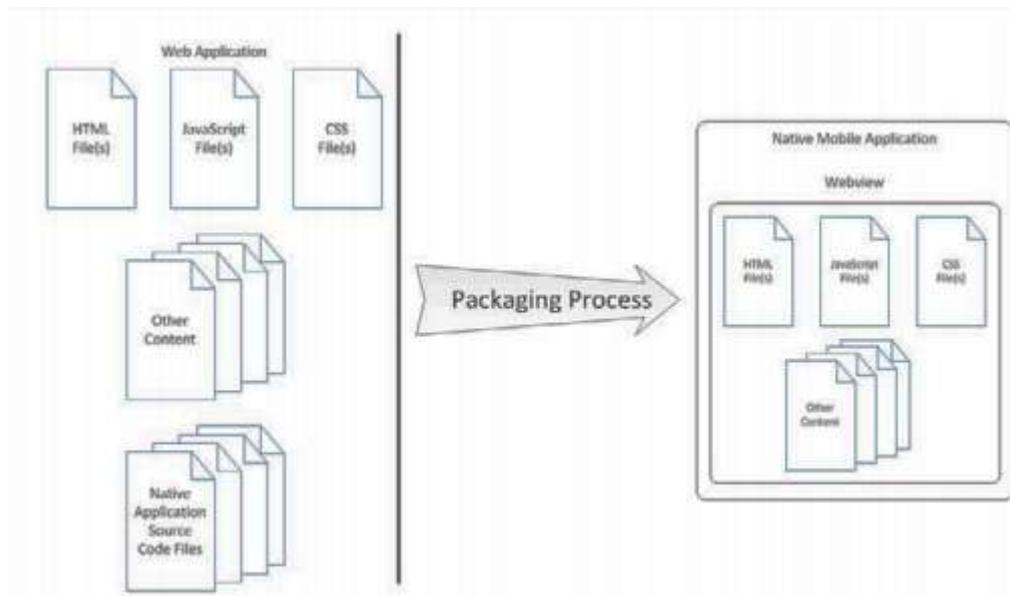


Figura 8. Empaquetado de la Aplicación Web en un contenedor nativo del dispositivo Webview.

(Fuente: Apache Cordova 3 Programming)

Las aplicaciones desarrolladas con Apache Cordova tienen una estructura HTML5 y se ejecutan en un contenedor de aplicación nativo de lado del cliente llamado Web View, usado para visualizar contenido web, generalmente páginas HTML. El contenedor funciona igual que un navegador web móvil, por lo tanto la aplicación web se ejecuta dentro del contenedor(Wargo, 2013).

Wikitude

“El Kit de Desarrollo de Software Wikitude SDK es una librería de software y un framework que soporta cualquier tipo de casos de uso basados en localización”(“PhoneGap Plugin - Wikitude SDK Documentation - Devzone,” n.d.), provee de un conjunto de herramientas para el desarrollo de aplicaciones con Realidad Aumentada personalizadas(Butchart, 2011).

Wikitude Browser es una de las plataformas más importantes de navegadores de Realidad Aumentada y se encuentra construida utilizando Wikitude SDK(Madden, 2011).

“Wikitude implementa la Realidad Aumentada mediante los denominados ARchitect Worlds. Los Architect Worlds son creados con tecnologías Web como HTML, JavaScript y CSS. Son básicamente páginas web ordinarias que pueden utilizar una API Architect, que permite crear objetos en realidad aumentada”(“PhoneGap Plugin - Wikitude SDK

Documentation - Devzone,” n.d.). El uso de tecnologías web permite a los desarrolladores crear aplicaciones multiplataforma.

En el contexto de la programación orientada a objetos, Wikitude provee de objetos que de manera conjunta permiten realizar la aumentación de la realidad como el objeto AR.ImageResource en el cual se carga una representación del punto de interés a visualizar el que puede ser una imagen en formato png o jpeg, este objeto es utilizado como parámetro por el objeto AR.ImageDrawable, el cual es un componente visual que es conectado a un AR.GeoObject, mediante el cual un marcador es colocado en una localización geográfica específica durante la navegación con realidad aumentada(“PhoneGap Plugin - Wikitude SDK Documentation - Devzone,” n.d.).

Wikitude dispone de un plugin mediante el cual es posible usar todas las características de Wikitude en PhoneGap, permitiendo utilizar el SDK para desarrollar cualquier proyecto personalizado con Realidad Aumentada.

Wikitude implementa la unidad de medida SDU para determinar el tamaño de los objetos virtuales en la pantalla del dispositivo en base a la distancia a la que se encuentra el dispositivo del objeto real. El objeto virtual cambia su tamaño dependiendo de la distancia a la que se encuentra el dispositivo de un objeto real, conforme el dispositivo se acerca o aleja al objeto virtual, el tamaño del objeto virtual se incrementa o reduce. Wikitude además implementa DBS para limitar la reducción del tamaño del objeto virtual cuando un objeto real se encuentra a una gran distancia para evitar que el objeto virtual desaparezca de la pantalla, por otro lado si un objeto real se encuentra muy acerca, evita que el tamaño del objeto virtual(“PhoneGap Plugin - Wikitude SDK Documentation - Devzone,” n.d.).

El kit de desarrollo de software de Wikitude implementa una Vista de Realidad Aumentada que es similar a una Vista Web, el contenido para las dos vistas es implementado con código HTML y JavaScript, pero la diferencia radica en el la Vista de Realidad Aumentada puede renderizar contenido de Realidad Aumentada(“PhoneGap Plugin - Wikitude SDK Documentation - Devzone,” n.d.).

Fuentes de Datos

Spatialite - Android

Spatialite es un proyecto de código abierto liberado por el U.S. Army Geospatial Center bajo la licencia LGPL V3(“Spatialite: spatialite-android-tutorial,” n.d.). Es un sistema de gestión de base de datos que extiende la base de datos personal Sqlite, la cual soporta el estándar de lenguaje de consulta estructurado sql92. Spatialite está implementado bajo el estándar internacional de la Open Geospatial Consortium, Simple Feature OGS – SFS, el cual permite a SQLite extender su capacidad para poder almacenar entidades geométricas(Fureiri, 2011).

Spatialite DBMS es una base de datos multiplataforma desarrollada con una arquitectura diferente a la tradicional cliente – servidor, su estructura único usuario permite que todo el sistema gestor de base de datos DBMS se encuentre embebido dentro de la aplicación en el que es utilizado.

Spatialite DBMS es una base de datos portable ya que puede ser utilizada en cualquier sistema operativo sin la necesidad de realizar cambios.

Desarrollo de la Implementación de Referencia

El desarrollo de la aplicación inicia con la creación del proyecto de Apache Cordova mediante el uso de la herramienta de línea de comandos (CLI), la cual sirve para crear, compilar, ejecutar y probar la aplicación en la plataforma de Android ya sea en un emulador o en un dispositivo real.

Para instalar y utilizar las herramientas de Apache Cordova es necesario instalar previamente el kit de desarrollo Android SDK, GIT y Node JS, una vez instaladas las herramientas requisito es posible instalar la línea de Comandos y después proceder con la creación del Proyecto con Apache Cordova.

La herramienta usada crea una estructura genérica a la cual es posible agregar la plataforma en la cual vamos a ejecutar la aplicación, en este caso Android. De esta manera se crea la estructura básica del proyecto.

El siguiente paso consiste en agregar la herramienta que permite implementar la experiencia de Realidad Aumentada Wikitude SDK como un Plugin del Proyecto Apache Cordova, usando la herramienta de línea de comandos de Apache Cordova.

Una vez incorporado el proyecto Wikitude, este provee las herramientas para que pueda existir una comunicación con el resto del proyecto, ya que Wikitude a pesar de estar desarrollado con tecnología Web, funciona en su propio contenedor.

Para iniciar el desarrollo de la aplicación con realidad aumentada es necesario invocar el Plugin de Wikitude, para lo cual se crea una instancia del mismo para acceder a todas herramientas de Wikitude SDK a través de una interface JavaScript. Configurado el Plugin de Wikitude es posible invocar a cualquier vista de Realidad Aumentada implementada con Wikitude, localmente desde el dispositivo móvil o desde una dirección remota URL, gracias al uso de la tecnología web.

Navegador con Realidad Aumentada

La implementación de la aplicación correspondiente a Realidad Aumentada se realiza utilizando el denominado Architect World de Wikitude, el cual se encuentra estructurado de diferentes tecnologías web. La estructura implementada para el desarrollo del Sistema de Navegación con Realidad Aumentada es la siguiente:

- index.html: es el punto de acceso a la aplicación
- js/*: incluye las librerías de JavaScript necesarias y la implementación de la lógica para el funcionamiento de la aplicación
- css/*: estilos requeridos
- assets/*: contiene las imágenes a ser visualizadas en la pantalla durante la navegación con realidad aumentada.

Fuente de Datos

El primer paso es poblar la base de datos SpatialLite con información de OpenStreet Maps con la herramienta de spatialite_osm_map. Esta herramienta permite pasar la información del archivo xml .osm a la base de datos relacional. Una vez que se ha poblado la base de datos geográfica el siguiente paso es adicionar la misma al directorio de recursos del proyecto Android que fue generado con Apache Cordova.

Configuración de Spatialite

Es necesario copiar en las librerías nativas de proyecto Android construido con Apache Cordova, las librerías de Spatialite-Android, luego es necesario instalar el Plugin de Spatialite para Apache Cordova para poder acceder a las entidades geográficas que van a representar a los Puntos de Interés.

La pantalla inicial de la aplicación corresponde a un menú que se encuentra cargado con todos los tipos de puntos de interés que se encuentran almacenados en la base de datos y que corresponden a los tipos disponibles en la base de datos de Open Street Maps.

Los puntos de interés son recuperados de la base de datos geográfica y su latitud y longitud son convertidos al formato requerido por Wikitude, los puntos corresponden a los más cercanos a la ubicación actual del usuario, para lo cual se emplean consultas espaciales por medio del lenguaje de consulta estructurado SQL.

Es necesario limitar el número de puntos de interés a presentar, debido a que si se visualiza una gran cantidad en pantalla no es posible distinguir entre un punto y otro, además de limitar los puntos de interés de acuerdo a un radio en el espacio, también en el menú de la aplicación se reduce la cantidad de puntos de interés, debiéndose seleccionar el tipo de punto de interés a cargar durante la Navegación con Realidad Aumentada.

Cabe recalcar que las entidades que representan los puntos de interés deben encontrarse en el sistema de Coordenadas Geodésicas EPSG: 4326, Datum WGS84.

Diseño de la Aplicación

Gracias a la XHR API, es posible realizar llamadas asíncronas y procesar datos sin interrumpir la actividad del usuario, de esta manera las aplicaciones web se ven y funcionan de manera similar a las aplicaciones nativas. El uso de HTML5 mejora el rendimiento de la aplicación ya que implementa un archivo que carga todas las herramientas necesarias al

momento en que el índice de la aplicación web es invocado, permitiendo usar los datos de manera local. En el caso de la aplicación en desarrollo, HTML5 funciona dentro del contenedor de Apache Cordova de la misma manera que un navegador web normal (Wargo, 2013). Las interfaces de usuario se encuentran desarrolladas con tecnología web y corresponden a componentes de la librería JavaScript JQuery.

Una vez codificado el Sistema de Navegación con Realidad Aumentada, este debe ser empaquetado en un contenedor para que se ejecute dentro del dispositivo móvil como una aplicación nativa.

Construcción de la geo database

Los navegadores de realidad aumentada recuperan contenido geo referenciado de distintas bases de datos y los presentan a través de una interfaz (Grasset et al., 2011). El Sistema de Navegación con Realidad Aumentada recupera información de la base de datos geográfica Spatialite, cuya fuente de datos para la construcción de la base de datos geográfica es Open Street Maps, para lo cual es necesario delimitar la zona que nos interesa para descargar el archivo con extensión osm. Este archivo contiene los datos de la zona seleccionada, los cuales son transferidos a la base de datos geográfica Spatialite con la herramienta spatialite_ osm_map. Una vez que se encuentra poblada la base de datos geográfica la información puede ser consumida como Puntos de Interés para su representación en el Sistema de Navegación con Realidad Aumentada (Madden, 2011).

CAPÍTULO 2: RESULTADOS

Se desarrolló un sistema basado en geo localización para dispositivos móviles con sistema operativo Android que usa el acelerómetro para determinar la altura hacia donde apunta el celular, el compás electrónico determina su dirección y el GPS determina la posición del usuario, una vez que la aplicación determina la posición geográfica del usuario y la dirección y ángulo del dispositivo, se presenta en pantalla los nombres de los Puntos de Interés que se encuentran alrededor sobre los objetos reales capturados en ese momento por la cámara del celular, generando la experiencia de Realidad Aumentada (Figura 3).

Los fuente de los datos para cargar los Puntos de Interés es la base de datos geográfica que se encuentra instalada de manera nativa en la aplicación, la cual fue poblada previamente con información de Open Street Maps, por lo que no necesita conexión hacia a un servidor (Figura 1).

Las capas de lógica de negocios y presentación se implementaron con tecnologías Web, además todas las herramientas utilizadas en el desarrollo de la aplicación son de código abierto con diferentes tipos de licencias de uso (Figura 1).

El sistema de navegación dispone de un menú de opciones que permite a un usuario seleccionar el tipo de Puntos de Interés, estos tipos son alimentados desde la base de datos geográfica (Figura 7).

La aplicación visualiza los Puntos de Interés que se encuentran alrededor del usuario, permite consultar información detallada de un Punto de Interés específico, la distancia a la que se encuentra el Punto de Interés del usuario y guiarlo hacia el mismo (Figura 6).

El Sistema de Navegación con Realidad Aumentada permite al usuario seleccionar el rango de distancia que le interesa explorar, de tal manera que la aplicación visualiza en pantalla solo los Puntos de Interés que se encuentren dentro del radio seleccionado (Figura 5).

Dispone de un radar que visualiza los Puntos de Interés alrededor del dispositivo para orientar al usuario acerca de la dirección en donde se encuentran los Puntos de Interés (Figura 2).

CAPÍTULO 3: DISCUSIÓN

Para que el Sistema de Navegación con Realidad Aumentada funcione en un dispositivo este debe disponer de requisitos como; compas, acelerómetro, GPS y cámara. Aunque pueden parecer muchas exigencias, los avances actuales permiten disponer de estas tecnologías a través de los dispositivos móviles, pudiendo hacer uso de la aplicación cualquier persona que disponga de una Tablet o Teléfono Inteligentes con sistema Android.

Al mantener el motor de base de datos geográfica dentro del Sistema de Navegación con Realidad Aumentada instalado en el dispositivo móvil es posible utilizar la herramienta en cualquier lugar en donde se disponga de señal GPS, sin la necesidad de conexión a internet, esto debido a que no se encuentra desarrollada con la estructura tradicional cliente servidor, por lo que no necesita conectarse a ningún servidor. De esta manera la independencia de la aplicación de terceros y al contar con el almacenamiento de local de una de las fuentes más completas de información Open Street Maps, se convierte en una herramienta que se puede usar en cualquier entorno ya sea en áreas rurales o urbanas.

El Sistema de Navegación con Realidad Aumentada se desarrolló con herramientas de código abierto, el uso de tecnologías web y nativas lo convierten en una herramienta híbrida que hace uso de estándares existentes para facilitar el desarrollo e interoperabilidad de las aplicaciones de Realidad Aumentada, permite que el sistema se pueda escalar para ser usado en otras plataformas únicamente modificando las fuentes de datos, encontrándose de esta manera alineada con las tendencias de desarrollo de aplicaciones móviles actuales.

La presentación de la información en la pantalla del dispositivo mediante la realidad aumentada hace que no sea necesario disponer la callejeros para dar referencia de en donde se encuentran ubicados los Puntos de Interés, además se elimina la dependencia de

representaciones abstractas como mapas, debido a que la información se presenta de manera natural en el entorno real, mejorando la comprensión del mismo.

A pesar de que la realidad aumentada representa la información de manera natural, existen sus limitaciones, ya que debido al tamaño de la pantalla, si existe una gran cantidad de puntos de interés, estos terminan superponiéndose entre sí y cubren totalmente la vista del mundo real capturado por la cámara y visualizado en la pantalla, por esta razón fue necesario implementar mecanismos amigables para poder limitar y organizar la visualización de los Puntos de Interés, mediante un menú que limita su carga a un tipo específico, además la herramienta permite al usuario limitar los Puntos de Interés que se visualizan en la pantalla determinando el radio dentro del cual deben encontrarse los Puntos de Interés a visualizar, adicional a esto mediante la implementación de una consulta espacial con el lenguaje consulta estructurado SQL y de manera transparente al usuario se alimenta el sistema de navegación solamente con los puntos más cercanos a la posición actual del usuario.

Los retos durante el desarrollo del Sistema de Navegación con Realidad Aumentada fueron debido a factores como; el proceso de integrar las múltiples tecnologías necesarias para la implementación del sistema de realidad aumentada, la curva de aprendizaje que representa el aprendizaje de las nuevas tecnología, los rápidos y constantes cambios que se implementan en los proyectos de código abierto hacen que las tecnologías en uso se encuentren sujetas a cambios para garantizar su compatibilidad e interoperabilidad; la adaptación de tecnologías estándares para su uso en un sistema basado en geo localización y el análisis del Framework para implementar la Realidad Aumentada resultan complejos ya que no existen estándares de interoperabilidad e implementación por lo que cada herramienta implementa la Realidad Aumentada con modelos propios.

CONCLUSIÓN

Se desarrolló el Sistema de Navegación con Realidad Aumentada propuesto, para esto fue necesario identificar los requisitos funcionales de la aplicación y sus casos de uso, se estableció una arquitectura capaz de satisfacer la funcionalidad requerida, lo que demandó de un arduo análisis para seleccionar las herramientas de código abierto para el desarrollo de la Realidad Aumentada. Durante el proceso del desarrollo resulto necesario implementar mecanismos para conseguir el funcionamiento conjunto de todas las tecnologías involucradas, lo que inicialmente se convirtió en una tarea compleja.

El Sistema de Navegación con Realidad Aumentada implementado permite al usuario primero aumentar y mejorar la percepción del entorno en el que se encuentra inmerso, y segundo da la posibilidad de seleccionar un punto en específico para guiarlo hacia el mismo, de este modo se demuestra que el Sistema de Navegación con Realidad

Aumentada permite al usuario experimentar los dos tipos de navegación, en el primer caso la navegación exploratoria y en el segundo la navegación con búsqueda de rutas.

El Sistema de Navegación con Realidad Aumentada a diferencia de los Sistemas de Navegación tradicionales; agrega información sobre los objetos reales y elimina la tarea de pasar de lo concreto a lo abstracto y viceversa, constituyéndose en un sistema intuitivo de fácil comprensión para la persona que la utiliza, hace que la exploración del entorno sea un proceso natural, la única fuente primaria de información que necesita son los Puntos de Interés, lo que elimina la dependencia de inventarios viales y expandiendo su disponibilidad de uso en cualquier área. Durante el proceso de navegación de búsqueda de rutas, las indicaciones se presentan sobre el entorno real, las cuales guían a la persona hacia el Punto de Interés que quiere alcanzar, los Puntos de Interés que se encuentran dentro de la ruta hacia el objetivo, se utilizan como referencia convirtiéndose en Puntos Conocidos por los que el usuario debe a travesar para llegar al Punto de Interés.

El Sistema de Navegación con Realidad Aumentada puede funcionar en cualquier lugar en donde disponga GPS, debido a que la aplicación contiene la base de datos geográfica con los Puntos de Interés, eliminando cualquier dependencia tecnológica para conexión a Internet.

Las herramientas utilizadas durante el desarrollo del proyecto, el trabajo para conseguir su interoperabilidad y el uso de estándares existentes conllevan a re afirmar que, “La Realidad Aumentada no solo es una tecnología. Es una combinación de muchas tecnologías que trabajan juntas para llevar información digital dentro de una percepción visual”(Kipper & Rampolla, 2012).

La arquitectura de la aplicación con respecto al uso de Android-Spatialite como fuente de entidades geográficas para la representación de los Puntos de Interés es propia de este Sistema de Navegación con Realidad Aumentada y no se encuentra basado en ningún trabajo similar.

A pesar de que el sistema de Realidad Aumentada presenta la información al usuario de manera natural y le permite aumentar la percepción del entorno en el que se encuentra, la realidad aumentada no es capaz de mostrar de manera simultánea la cantidad de información que es posible presentar en un mapa tradicional, debido a que al mostrar un cantidad considerada de Puntos de Interés en la pantalla del dispositivo móvil, estos ocupan todo el espacio de la pantalla haciendo que el usuario deje de percibir el entorno real capturado por intermedio de la cámara.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- About | jQuery Mobile. (n.d.). Retrieved September 28, 2014, from <http://jquerymobile.com/about/>
- Android Developer Tools | Android Developers. (n.d.). Retrieved September 28, 2014, from <http://developer.android.com/tools/help/adt.html>
- Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality, *4*(August), 355–385.
- Boehm, B. W. (1988). A spiral model of software development and enhancement. *Computer*, *21*(5), 61–72.
- Burd, B. (2014). *Java® Programming for Android™ Developers For Dummies®*. John Wiley & Sons, Inc.
- Butchart, B. (2011). *Augmented Reality for Smartphones A Guide for developers and content publishers*. JISC Observatory.
- Cascading Style Sheets Level 2 Revision 1 (CSS 2.1) Specification. (n.d.). Retrieved September 26, 2014, from <http://www.w3.org/TR/CSS2/>
- Cory Gackenheimer. (2013). *Node.js Recipes A Problem-Solution Approach*. Apress.
- Device APIs Working Group - W3C. (n.d.). Retrieved September 26, 2014, from <http://www.w3.org/2009/dap/>
- ECMAScript Language Specification - ECMA-262 Edition 5.1. (n.d.). Retrieved September 26, 2014, from <http://www.ecma-international.org/ecma-262/5.1/>
- FAin, Ya. (2011). *Java® Programming 24-Hour Trainer Published by*. Wiley Publishing, Inc.
- Fureiri, A. (2011). *SpatialLite Cookbook*.
- Geolocation API Specification. (n.d.). Retrieved September 26, 2014, from <http://www.w3.org/TR/geolocation-API/>
- Google tech talk: Linus Torvalds on git*. (2007). Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=4XpnKHJAok8>
- Grasset, R., Mulloni, A., Billingham, M., & Schmalstieg, D. (2011). Navigation Techniques in Augmented and Mixed Reality: Crossing the Virtuality Continuum. In *Handbook of Augmented Reality* (pp. 379–407). Springer.
- Havele, A. (2011). *Augmented Reality Roadmap for X3D* (pp. 1–8). USA.
- HTML 4.01 Specification. (n.d.). Retrieved September 26, 2014, from <http://www.w3.org/TR/html401/>
- Iec, I. S. O., Sc, J. T. C., Wg, N., Preda, M., & Valente, S. (2011). INTERNATIONAL ORGANISATION FOR STANDARDISATION ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION ISO / IEC JTC1 / SC29 / WG11 CODING OF MOVING PICTURES AND AUDIO Title : Authors : Status : MPEG Vision , Position and Technologies for Augmented Reality 2 . MPEG .

- Jackson, T., Angermann, F., & Meier, P. (2011). *Survey of use cases for mobile augmented reality browsers. Handbook of Augmented Reality* (pp. 409–431). Springer.
- Jeon, J., Kim, S., & Lee, S. (2010). Considerations of Generic Framework for AR on the Web. In *W3C AR on the Web Workshop*, http://www.w3.org/2010/06/w3car/generic_framework.pdf.
- JPEG JFIF. (n.d.). Retrieved September 26, 2014, from <http://www.w3.org/Graphics/JPEG/>
- Kim, G. J., & Kim, Y. (2011). Report : AR / MR Standardization Activities at ISO JTC 1 / SC 24, 9(Wg 9).
- Kipper, G., & Rampolla, J. (2012). *Augmented Reality: an emerging technologies guide to AR*. Elsevier.
- Lechner, M., & Gmbh, W. (2011). A Proposed Step-By-Step Guide to an AR Standard.
- Luna, J. M., Hervás, R., Fontecha, J., & Bravo, J. (2012). A friendly navigation-system based on points of interest, augmented reality and context-awareness. In *Ubiquitous Computing and Ambient Intelligence* (pp. 137–144). Springer.
- Madden, L. (2011). *PROFESSIONAL Augmented Reality Browsers for Smartphones PROGRAMMING FOR JUNAIO, LAYAR, AND WIKITUDE* (p. 334). John Wiley & Sons.
- OpenGL ES - The Standard for Embedded Accelerated 3D Graphics. (n.d.). Retrieved September 26, 2014, from <http://www.khronos.org/opengles/>
- OpenStreetMap. (n.d.). Retrieved September 29, 2014, from <http://www.openstreetmap.org/about>
- Oracle Corporation. (2013). *The Java EE 6 Tutorial*.
- Paucher, R., & Turk, M. (2010). Location-based augmented reality on mobile phones. *2010 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition - Workshops*, 9–16. doi:10.1109/CVPRW.2010.5543249
- Percivall, G. (2011). Increasing Market Opportunities for Augmented Reality through collaborative development of open standards (p. 4). Crofton, MD 21114, USA.
- PEREY Research & Consulting. (2012). Mobile Augmented Reality Use Cases for Standards Development Use s, 1–10.
- PhoneGap Plugin - Wikitude SDK Documentation - Devzone. (n.d.). Retrieved September 22, 2014, from <http://www.wikitude.com/developer/documentation/phonegap>
- Portable Network Graphics (PNG) Specification (Second Edition). (n.d.). Retrieved September 26, 2014, from <http://www.w3.org/TR/PNG/>
- Preda, M., & Telecom, I. (1963). Standards for 3D Graphics Assets and Applications.
- SpatialLite: spatialite-android-tutorial. (n.d.). Retrieved September 22, 2014, from <https://www.gaia-gis.it/fossil/libspatialite/wiki?name=spatialite-android-tutorial>
- The AR Standards Community. (2012). Existing Standards. Retrieved from <http://www.perey.com/ARStandards/existing-standards/>

W. Frank Ableson, Robi Sen, Cjris King, C. E. O. (2012). *Android in Action Third Edition*. Manning Publications Co.

W3C Web Events Working Group. (n.d.). Retrieved September 26, 2014, from <http://www.w3.org/2010/webevents/>

Wargo, J. M. (2013). *Apache Cordova 3 Programming*. Addison-Wesley.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de herramientas y estándares

Formatos de Contenido

COLLADA, MPEG-4 y X3D

Son considerados los más importantes para la representación de gráficos 3D (Preda & Telecom, 1963). Cabe resaltar que X3D representa un conjunto de tecnologías cuyo funcionamiento y estabilidad se encuentran comprobados (Havele, 2011).

APIs para Gráficos

OpenGL Es

Es un estándar para el soporte de gráficos avanzados en dos y tres dimensiones para sistemas embebidos ("OpenGL ES - The Standard for Embedded Accelerated 3D Graphics," n.d.), es el motor de generación de gráficos de Wikitude SDK.

Estándares de Imágenes

Portable Network Graphics PNG

Es un estándar para el portado de gráficos a través la red, es portable, extensible y eficientemente comprimido para el almacenamiento de imágenes de mapas de bits ("Portable Network Graphics (PNG) Specification (Second Edition)," n.d.).

Joint Photographic Experts Group JPEG JFIF

Es un metodo creado para la comprensión de imágenes, estandarizado por la Organización Internacional de Estandarización ("JPEG JFIF," n.d.).

Estándares de Localización

API de Geolocalización

"Esta especificación define un API que provee acceso a la información de la localización geográfica asociada con el dispositivo de alojamiento" ("Geolocation API Specification," n.d.).

Interfaces de Control de Hardware

API para Dispositivos

Es un grupo de trabajo encargado de diseñar APIs para permitir acceder desde aplicaciones web a servicios de los dispositivos móviles nativos como cámara, acelerómetro, compas, etc ("Device APIs Working Group - W3C," n.d.).

Formato

HyperText Markup Language HTML

“Esta especificación define el Language de Marcado de Texto, el lenguaje de publicación de la red mundial (WWW)” es una aplicación SGML de acuerdo al Estándar Internacional ISO 8879(“HTML 4.01 Specification,” n.d.).

Cascading Style Sheets CSS

Es un lenguaje de hojas de estilos que pueden ser aplicados a lenguajes estructurados como HTML o XML permitiendo emplear de manera separada la presentación del contenido del documento(“Cascading Style Sheets Level 2 Revision 1 (CSS 2.1) Specification,” n.d.).

Estándares de Sensores

Device Orientation Event Specification

Esta especificación define nuevos eventos en el modelo en objetos para la representación de documentos DOM, adicionando información de la orientación física y el movimiento del dispositivo(“W3C Web Events Working Group,” n.d.).

Estándares para Interacción Natural

Interacciones Basadas en el tacto

Esta especificación define los eventos en los que se usa un lápiz o un dedo sobre una superficie sensible al tacto para realizar una acción manipulando la interface de usuario(“W3C Web Events Working Group,” n.d.).

Programación

JavaScript

JavaScript es un lenguaje de programación de scripting orientado a objetos, usado para manipular los servicios de un sistema existente(“ECMAScript Language Specification - ECMA-262 Edition 5.1,” n.d.).

XHR API

XMLHttpRequest permite realizar peticiones asíncronas al servidor sin interrumpir la actividad del usuario, permitiendo que una aplicación funcione como una nativa(Madden, 2011).

Node JS

Node.js es un framework de lado del servidor basado en el motor de JavaScript V8 de google para crear aplicaciones de red altamente escalables(Cory Gackenhimer, 2013).

JQuery Mobile

“jQuery Mobile es un sistema de interfaces de usuario basado en HTML5 diseñado para hacer sitio web y aplicaciones responsive que son accesibles en todos los teléfono inteligentes, tabletas y dispositivos de escritorio”(“About | jQuery Mobile,” n.d.).

Android

Android es una plataforma de software libre de código abierto, diseñada para dispositivos móviles, dispone de un Sistema Operativo basado en un kernel de Linux, el desarrollo de aplicaciones para Android se realizan en Java y C(W. Frank Ableson, Robi Sen, Cjris King, 2012).

Java

Java es un lenguaje de programación de código abierto multipropósito orientado a objetos, la programación orientada a objetos permite representar de manera sencilla los objetos reales en el desarrollo de una aplicación(FAin, 2011). Es el lenguaje primario de Programación para aplicaciones en Android(Burd, 2014).

JAVA JDK

Es el kit de desarrollo de Java, incluye herramientas para el desarrollo, depuración y monitoreo de aplicaciones Java.

Android Development Tools ADT

ADT es un plugin para eclipse que provee un conjunto de herramientas para crear, realizar prototipos rápidos, compilar y ejecutar aplicaciones android("Android Developer Tools | Android Developers," n.d.).

Android SDK

Android SDK es el kit de desarrollo de software de Android, provee un abanico de librerías que para el desarrollo de aplicaciones Android.

Eclipse IDE

Eclipse es un entorno de desarrollo integrado IDE

GIT

Es un sistema de software libre utilizado para administración de código fuente y control de versiones(*Google tech talk: Linus Torvalds on git*, 2007).

Fuentes de Datos**SQLite**

SQLite es una base de datos relacional incluida en la Plataforma Android(W. Frank Ableson, Robi Sen, Cjris King, 2012).

Open Street Maps

Es un mapa mundial construido por una comunidad creadores de mapas, es alimentado basado en el conocimiento local, su información puede ser utilizada libremente, dando crédito a OSM("OpenStreetMap," n.d.).

Spatialite-Osm-Map

Es una herramienta que permite convertir el contenido XML de los archivos con extensión .osm, en una base de datos de Spatialite.