

Aplicación móvil como herramienta de ubicación y demarcación de rutas para invidentes, utilizando realidad aumentada*¹

[Mobile Application as location and demarcation tool paths for the blind using augmented reality]

EDGAR HERBERTO MEDINA SÁNCHEZ², MAURO CALLEJAS CUERVO³

RECIBO: 20.11.2013 – APROBACIÓN: 15.03.2014

Resumen

Se presenta una propuesta basada en el desarrollo de una aplicación para dispositivos móviles que cuenten con sistemas operativos Android, integrando dos herramientas de demarcación como es realidad aumentada y geo posicionamiento, contribuyendo a una mejor movilidad de personas invidentes en la ciudad de Tunja; además se presenta el estado del arte de trabajos relacionados con dispositivos móviles y realidad aumentada, dando soporte al desarrollo de actividades en poblaciones con este tipo de discapacidad; la articulación de este tipo de tecnologías permite obtener dispositivos de gran utilidad para su desenvolvimiento autónomo. La solución consta de un primer módulo de geo-referencia el cual se encarga del almacenamiento de los puntos geográficamente importantes sobre rutas seleccionadas para el estudio; un segundo módulo trata

* **Modelo para la citación de este artículo:**

MEDINA SÁNCHEZ, Édgar Herberto & CALLEJAS CUERVO, Mauro (2014). Aplicación móvil como herramienta de ubicación y demarcación de rutas para invidentes, utilizando realidad aumentada. En: Ventana Informática No. 30 (ene-jun). Manizales (Colombia): Facultad de Ciencias e Ingeniería, Universidad de Manizales. p. 27-42. ISSN: 0123-9678

- 1 Artículo de investigación científica y tecnológica proveniente del proyecto *Realidad aumentada en beneficio de la ubicación y demarcación de rutas para personas invidentes*, ejecutado en el periodo 09/2012-09/2013, e inscrito en el Grupo de Investigación en Software – GIS, de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- 2 Ingeniero de Sistemas y Computación, Aspirante a Magister en Tecnología Informática, Integrante del Grupo de Investigación en Software, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (Tunja, Boyacá, Colombia). edgarmedinauptc@gmail.com
- 3 Ingeniero de Sistemas, Esp. en Ingeniería de Software, MSc. en Ciencias Computacionales, Integrante del Grupo de Investigación en Software, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (Tunja, Boyacá, Colombia). Correo electrónico: maurocallejas@gmail.com

de escoger la ruta óptima que la persona puede recorrer, adicionalmente se integra la funcionalidad en realidad aumentada, la cual basándose en los puntos reconocidos estratégicamente y la información recibida sobre esta, ayudara a reconocer los lugares por los que la persona pueda guiarse como referencia durante su trayectoria.

Palabras clave: Realidad Aumentada, dispositivo móvil, discapacidad visual, movilidad, invidentes.

Abstract

We present a proposal based on the development of an application for mobile devices that have Android operating systems, integrating two tools demarcation as augmented reality and geo positioning, contributing to the improved mobility of blind people in the city of Tunja, plus it presents the state of art related work and augmented reality mobile devices, supporting the development of activities in people with this type of disability, the articulation of these technologies allows for useful devices for autonomous development . The solution consists of a first geo - reference module which is responsible for storage of important geographical points on routes selected for the study, a second module deals with choosing the optimal path that the person can go, additionally integrates the functionality in augmented reality, which recognized based on the points strategically and information received about this, help you recognize the places that a person can be guided as a reference during his career.

Keywords: Augmented Reality, mobile, visual impairment, mobility, blind.

Introducción

Conocer los dispositivos móviles y las herramientas tecnológicas que las utilizan, los usuarios potenciales, la forma como estas personas le encuentran utilidad, permiten diseñar y crear soluciones cada vez más a la medida, pensando en todas las necesidades reportadas sin discriminar estrato, o estado físico en el que se encuentra, permitiendo que su uso sea más sencillo hasta convertirse en intuitivo. Aunque los dispositivos móviles son cada vez mejorados para las actividades de las personas, se olvidan en ocasiones en personas con limitaciones visuales, dejando a un lado las necesidades que ellos presentan como es el caso de la demarcación de rutas.

Con el apoyo de los teléfonos con tecnología de alta gama se busca suplir algunas necesidades que tienen personas que cuentan con limitación visual, permitiendo que sea de uso agradable, confiable y estar dispuestos a responder a sus actividades diarias; en la actualidad las aplicaciones soportan cualquier estilo de vida, desde aquellos que les gusta la música, comunicarse a larga distancia, incluso en administración de sus cuentas electrónicas, se convierten en una herramienta de uso primario en sus quehaceres diarios.

Ahora, con el uso de aplicaciones que permiten procesar información en tiempo real y con ayuda de una conexión a internet, se ven beneficiados en sus labores cotidianas permitiendo llegar a una ciudad desconocida y ubicarse de manera fácil, rápida y segura, ayudando a minimizar la probabilidad de tomar caminos equivocados, es el caso de algunas herramientas como *Waze* y *Google maps*, las cuales dan este tipo de soporte indicando en el primer caso los estados del tránsito y cuál es la ruta apropiada para llegar a un lugar determinado, y en el segundo caso ayuda a tener posicionamiento de los lugares en donde se encuentra la persona y hacia dónde quiere ir.

Entre las actividades que toda persona realiza está desplazarse de un lugar a otro por medio de la caminata, en el caso de las personas con discapacidad visual, es más complejo debido a que deben conocer el lugar donde se encuentran y como se distribuye, con la ayuda de Smartphone, les permite mejorar el desempeño diario en todas sus actividades, un ejemplo según Thorpe, et al. (1996, 520-522), es la ubicación de los objetos que los rodean; su análisis es más complejo debido al reconocimiento que ellos efectúan, distinguir y verificar en donde se encuentra el objeto requiere de mayor esfuerzo, una vez localizado se observan las reacciones que presentan al tener interacción con algún color, conociendo el proceso por el que la información es percibida y tratada, hasta ser reproducida mediante la reacción que el sujeto toma, dicho proceso se describe con el almacenamiento de la información obtenida en la base de datos interna, la cual es consultada en una acción de milisegundo y verifica si lo que está llegando ya fue registrado o no, si la respuesta es positiva la acción que se toma es tan inmediata y en cuestión de poco tiempo.

Autores como Blum, et al. (2012), proponen que por medio de una base de datos implementada en dispositivos móviles y que almacene información sonora, se pueda realizar búsquedas comparativas y así retornar datos que sean acordes a la información percibida y generar una respuesta significativa.

Por otro lado, Basogain et al. (2007, 2), describen una idea centralizada sobre el uso de dispositivos móviles y realidad aumentada, que apoya el desenvolvimiento de personas con discapacidad visual o ciegos, y gracias a la mejora de procesos y procedimientos, comienzan a ser más independientes al tener una descripción del lugar en donde se encuentra y el lugar a donde desea llegar.

Se propone desarrollar una aplicación informática implantada en dispositivos móviles, que cuente con un mapa para brindar apoyo en la ubicación del lugar en donde está la persona con discapacidad visual, y sugerir por donde puede movilizarse en la ciudad de Tunja; ya que las calles, en algunos casos, no son óptimas debido al volumen vehicular y/o peatonal.

El documento se distribuye de la siguiente manera: En primera instancia se mencionan los fundamentos teóricos que sustentan la investigación; luego se describe la metodología aplicada; posteriormente se presentan los resultados y finalmente se generan las conclusiones.

1. Fundamento teórico

A continuación se presentarán los trabajos representativos para el desarrollo de esta investigación, permitiendo conocer los diferentes aportes que ayudan a personas con discapacidad visual en sus actividades cotidianas con dispositivos móviles, colocando de esta manera la tecnología al servicio de este tipo de población.

1.1 Dispositivo móvil

Los dispositivos móviles son aparatos de pequeño tamaño, con alguna capacidad de procesamiento, móviles o no, con conexión permanente o intermitente a una red, memoria limitada, diseñados específicamente para una función, pero pueden llevar a cabo algunas funciones adicionales, afirman Gorricho & Gorricho (2004, 248).

De esta manera se puede comprender que se tiene en cuenta el tamaño y la portabilidad, además de la conectividad a internet y la velocidad de procesamiento de los aplicativos, adentrándose en un concepto más teórico: «*Mecanismo o pieza de equipo diseñado para servir a un propósito o realizar una función*» (IEEE, 2013), que a comparación del anterior se enfatiza solo en la funcionalidad, en lo que coincide con el significado dado por (RAE, 2013), «*mecanismo o artificio dispuesto para producir una acción prevista*», de donde se deduce que estos dispositivos cumplen un papel multifuncional, pudiendo ser herramientas tan poderosas como un computador.

1.2 Sistemas operativo Android una ventaja para el desarrollo ante otros sistemas operativos para dispositivos móviles

Android es el sistema operativo para móviles desarrollado por Google, escrito sobre la plataforma de desarrollo java y basado en GNU/Linux, permite que sea fácil controlar los dispositivos por medio de bibliotecas (librerías de desarrollo aplicadas) adaptadas por la compañía creadora. El código de desarrollo es totalmente libre, permitiendo de esta forma que el código fuente esté al alcance de los demás programadores para apoyar las modificaciones que puedan resultar, según Moreno & Elena (2012).

La selección de Android para el desarrollo de este proyecto, se fundamentó en el estudio realizado en el año 2012 por *Developers* (Vision Mobile, 2012) donde se afirma que este sistema operativo es el más usado por los desarrolladores para aplicaciones móviles (*mindshare*⁴), con un 77% frente a otros sistemas operativos (figura 1). Este estudio se realizó teniendo en cuenta los años de experiencia, las integraciones con otras plataformas, el tiempo de desarrollo y la facilidad para realizar los despliegues de las aplicaciones.

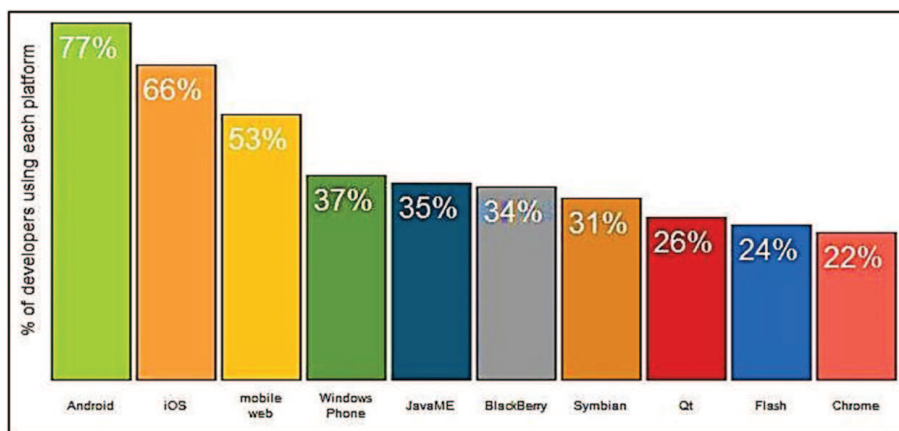


Figura 1. Principales plataformas para desarrolladores
Mindshare (Visio Mobile, 2012).

⁴ En marketing, se conoce como *mindshare* (presencia mental), señala, De Miguel (2012, 14-16), a un parámetro que mide la cantidad o porcentaje de personas que piensan en una determinada marca o producto, cuando se les menciona una categoría o tipo de productos.

1.3 GPS el soporte para la localización

Con el uso de los mapas dotados por Google, se busca mejorar el rendimiento con herramientas propias, que hagan uso de los satélites, cuyo unión con las redes de alta velocidad dan la oportunidad de contar con el GPS⁵, que al estar todo el tiempo disponibles, garantizan la información verídica y actualizada constantemente, garantizando que pueda conocer las coordenadas de un punto sin fallo alguno. Esta tecnología, se puede encontrar en diversos dispositivos móviles, haciendo posible que mediante ellos y una conexión WiFi emite la señal para que sea capturada por los satélites y sea retornada en tiempo real.

1.4 Realidad aumentada una herramienta colaborativa

Se define como *«una tecnología que complementa la percepción e interacción con el mundo real y permite al usuario estar en un entorno real aumentado con información adicional generada por el dispositivo»* (Basogain et al., 2007, 2).

1.5 Rutas de alto tránsito un punto de vista social

Las rutas de alto tránsito son aquellas que tienen gran flujo vehicular y de transeúntes, además presentan gran variedad de obstáculos como pueden ser andenes inestables, calles ciegas, vendedores ambulantes, personas hablando y automotores mal estacionados, considerándose de gran peligro para peatones y automóviles.

1.6 Brújula y acelerómetro como herramientas claves en la construcción de un sistema con mapas y realidad aumentada

La brújula, según el diccionario de la RAE, se define como *«instrumento para determinar cualquier dirección sobre la superficie de la tierra por medio de una aguja imantada que siempre marca los polos magnéticos»* (RAE, 2013), y un acelerómetro *«es un dispositivo insertado dentro del móvil que sirve para detectar los movimientos del mismo, como también su posición y saber cuándo éste ha sido girado»* (RAE, 2013); al unir estas dos potentes herramientas se logra que al momento de detectar un lugar de interés se pueda primero definir la posición cardinal, y dirigir el dispositivo en la posición que se desea y poder entender que sin importar como sea movido siempre va apuntar la posición indicada, esto en la actualidad ha servido

5 *«Un sistema global de navegación, es monitoreado por satélite permitiendo localizar con precisión los dispositivos en cualquier lugar del mundo entregando coordenadas exactas de los lugares que se están ubicando, sin importar la hora o el sitio en donde la persona se encuentre»* (Amado, 1997, 155-165).

como una combinación poderosa para videojuegos y aplicaciones de guías viales para automotores.

1.7 Discapacidad visual como eje de estudio

La definición médica de discapacidad visual *«es cualquier restricción o carencia de capacidad para realizar una actividad en la misma forma o grado que se considere normal para un ser humano»* (Roa et al., 1998, 5-15), es el punto central en la investigación, debido a que las personas que cuentan con este tipo de discapacidad, tienden a ser dependientes de otros.

2. Metodología

Se procedió a realizar un reconocimiento de algunos trabajos que fueron significativos en torno al objeto de la presente investigación. Reconocieron las rutas de alto tránsito en las zona centro de la ciudad de Tunja, para esto, utilizaron la técnica de observación directa de las principales vías de afluencia de personas y así, se tomaron los registros de cómo es la movilización de personas en las horas pico y los días en los que se presenta mayor afluencia de caminantes y los lugares más recorridos. Contiguo a estas identificaciones realizadas se identificaron las rutas más apropiadas para las personas con discapacidad visual para su desplazamiento, analizaron por medio de un estudio con base en la disponibilidad de rutas poco transitadas que presenten distancia más cortas y que además tengan poco flujo de personas bajo.

Posteriormente consiguieron la geo-referenciación de las rutas que integran la zona centro de la ciudad de Tunja, esto lo realizaron por medio de los mapas que provee Google, debido a que se identificaron las principales latitudes y longitudes de la tierra. Finalmente crearon una aplicación móvil basada en realidad aumentada que se ejecuta sobre el sistema operativo *Android* y permite la gestión de la información relacionada con rutas en la zona centro de la ciudad de Tunja.

Por último, en la ciudad de Tunja se identificaron los principales sitios turísticos en el proyecto desarrollado por Callejas, Quiroga & Alarcón (2011, 91), en donde por medio una aplicación *Android* se pueden reconocer los diferentes lugares de importancia con sus respectivas descripciones, permitiendo de este modo conocer gran parte de la información en la cual se soportará la **aplicación propuesta**, implementando el aporte en la selección de rutas para personas con discapacidad visual.

3. Resultados y discusión

En este capítulo se presenta, en primera instancia, una revisión de los trabajos más relevantes asociados al objeto del trabajo reportado en el presente artículo, luego, se describen los módulos que conformarán la aplicación desarrollada.

3.1 Avance tecnológico en pro de las personas con discapacidad visual en cuanto a su desplazamiento

Los dispositivos móviles que actualmente están incursionando en el mercado, tienen en cuenta todas las prevenciones para su uso, no se han centrado sólo en un sector poblacional, sino también tienen como objetivo cubrir las necesidades de comunicación y de incluir en la onda tecnológica a personas con discapacidad visual, así como se puede ver en trabajos desarrollados por diferentes centros y también por empresas encargadas de crear y distribuir equipos que prácticamente son inteligentes.

Por otra parte, Parlouar, Macé & Jouffrais (2009, 227-228), presentan el desarrollo de un sistema que es capaz de reconocer objetos portátiles en tiempo real, basándose en un sistema de análisis de imágenes el cual permite que esta población pueda conseguir la dependencia y autonomía para localizar e identificar objetos. Una necesidad para las personas con discapacidad visual, puede ser la más lógica y en la que más se han centrado los esfuerzos, como es la posibilidad de ofrecerles un mejor desempeño en la localización de objetos, haciendo uso de un diseño de patrones visuales los cuales puedan ayudar a reconocer diferentes lugares y objetos de uso cotidiano, así se puede realizar un procesamiento de las imágenes y de la información que se obtiene.

Un tema de alta importancia para complementar este tipo de estudio, es conocer el funcionamiento del ojo humano, en la retención de información e imágenes. Todo esto comienza con la grabación de lugares que son conocidos, fáciles de recordar y en los cuales el ojo está acostumbrado a reconocer, teniendo así un almacenamiento o banco de imágenes los cuales son ubicados en el cerebro, como señalan Thorpe et al. (1996, 521), con este concepto se puede afirmar que entre más conocidas sean las imágenes que el ojo esté percibiendo, más rápido es la velocidad en que las imágenes son procesadas por él, llegando al cerebro atrayendo una imagen más clara y con tiempo de respuesta más rápido que una imagen que no se ha visto o no se tiene almacenada.

Un punto importante para tratar y tener en cuenta es; la gran mayoría de los desarrollos e investigaciones realizadas, tienen un pequeño

conocimiento sobre la pérdida de visión y ceguera total, al ser un mundo de percepción oscuro se convierte en un reto sobre entender el impacto de colores y objetos que pueden transmitir a la información. Según Ananto, Sari & Harwahu (2011, 129), se centra en dar un punto de vista sobre la manera correcta de ubicar y combinar colores en personas con deficiencia visual y personas con ceguera total, definiendo que los colores son percibidos como grises, blancos y negro, dependiendo del tipo de enfermedad que la persona pueda tener.

Dos temas ya mencionados, conocer cómo las personas con discapacidad visual pueden procesar la información y utilizarla para realizar sus actividades normales, una de ellas es la de transitar por rutas peatonales de sus ciudades de origen o lugares de confort, como proponen Kammoun et al. (2010, 2225), creando un algoritmo para el encaminamiento de peatones con deficiencia visual, cubriendo la necesidad de buscar las rutas más apropiadas desde el lugar de origen al lugar de destino, tomando lo que ellos mismos utilizan, representación mental de los lugares que suelen recorrer, mejorando sus desplazamientos y permitiendo mayor confort al momento de caminar con seguridad.

La realidad aumentada comienza a jugar un papel importante en este punto de confort para las personas, en este caso personas con discapacidad visual, según Katz et al. (2012), el procesamiento de imágenes, encuentra un importante uso de la realidad aumentada para buscar, generar dependencia, vivir la vida como una persona más y no como una personas con discapacidad visual o ciegos totales, permitiendo reconocer aquellos lugares que no tienen gran destreza para su ubicación, al igual para mejorar sus habilidades en aquellos sitios en los que suelen frecuentar y ubicarse fácilmente, usando el sistema global GNSS⁶, para obtener una ubicación precisa, dicho sistema se basa en un motor de base de datos geográfica y de imágenes almacenadas de aquellos lugares más frecuentados, permitiendo ser guiado a través de un sistema audio especializado centrando de esta manera la cabeza hacia el lugar que es referenciado.

Uniendo el estudio de NAVIG y el sistema de apoyo de visión para personas con discapacidad, es pertinente nombrar *NaviView* (Kojima et al. 2005), el cual consiste en una ayuda visual para conductores utilizando imágenes obtenidas y almacenadas por medio de cámaras digitales, haciendo uso de espejos virtuales los cuales se encargan de realizar la triangulación geométricamente, esto permite que la navegabilidad sea más confiable, aunque es una aplicación no des-

6 Global Navigation Satellite System

tinada para personas con discapacidad visual, sirve como punto de referencia para aquellos puntos ciegos que la comunidad descuida en el momento de transitar.

Según White, Fitzpatrick & McAllister (2008, 134-141), la realidad aumentada ha permitido tocar temas tan importantes y novedosos como la tercera dimensión, es por eso que se presentan nuevos métodos para hacer uso de dicha tecnología en pro de personas con discapacidad visual y ciegos totales.

Un pequeño acercamiento de trabajos dirigidos a la población con discapacidad visual, llegando a un punto más tangible, lo hace Mahkovic (2010, 327-340), quien propone un robot que sea de mayor ayuda para personas ciegas, se conoce de la existencia de perros lazarillos, los cuales prestan un servicio de movilización, muy pocas de estas personas invidentes pueden adquirir este tipo de mascotas, o simplemente no lo ven necesario, por cuestiones económicas y de mantenimiento, este tipo de robot presta esa función, respondiendo preguntas de cómo ir de un lugar a otro solo, solucionando problemas de localización, orientación y navegabilidad, sirviendo como un verdadero soporte para sus labores diarias. Con la construcción de este robot se busca dar un apoyo psicológico y adaptativo de la persona ciega para el uso apropiado del robot, encargándose de realiza la comunicación de manera independiente y detallada.

Teniendo la construcción de robots que soportan la movilización de personas con discapacidad visual, pero no siendo uno de las soluciones más fáciles de adquirir, teniendo en cuenta el estado socioeconómico del sector discapacitado, se encuentra la propuesta de Blum et al. (2012, 49), quienes presentan una solución con las siguientes características, siendo de mayor accesibilidad y facilidad de uso:

- Los usuarios tendrán teléfonos móviles tipo *Smartphone*, que se están convirtiendo en teléfonos de fácil acceso y con múltiples funcionalidad que permiten mayor manejo de aplicaciones interactivas.
- Una base de datos de ubicación: que ayuda a controlar los principales puntos de la ciudad, por los cuales pueden pasar y movilizarse, accedida de forma rápida y exacta.
- Audio para la base de datos: con esta implementación de audio más base de datos se tiende el soporte para que la aplicación sea de fácil uso y sobre todo de máxima utilidad.

Con esto se busca la implementación y eliminación de otros métodos de movilización para esta población, como pueden ser perros guías, ya que en ocasiones son de difícil acceso y económicamente son de alto

costo para su mantenimiento, también tienden a ser muy complicados en el tema de adaptación entre persona ciega y animal.

Es importante tocar el tema de la adaptación que tienen las personas con discapacidad visual y el contacto con los dispositivos móviles, que según Ipiña, Rodríguez & Vázquez (2004), se puede encontrar un punto de vista acerca de cómo los dispositivos móviles, como herramientas pueden ayudar a facilitar la vida, usando tecnologías como *MobileSense* y *PhoneProxy*, los cuales ayudan a que la adaptación sea más rápida en las principales necesidades como pueden ser accesibilidad a las funciones principales, dando de esta manera un soporte de interacción sencilla y rápida, además garantizando que los nuevos productos que pueden obtener sus teléfonos serán acogidos.

Estas tecnologías que funcionan por medio una interfaz gráfica que es agradable al usuario, enfocándose en el uso de algunos de los sentidos diferentes a la vista, como es el tacto y en ocasiones el oído, jugando un papel importante en este estudio, debido a que se hace un aporte de gran importancia al tema auditivo, siendo un sentido de mayor importancia después del tacto para las personas ciegas, como lo exponen Macé, Dramas & Jouffrais (2012, 636–643), al diseñar un dispositivo que permite a las personas con discapacidad visual tener una mejor localización con alto grado de precisión por medio de sonidos, estos sonidos son representados en espacios abiertos, utilizándolos como indicadores para la detección objetos y la dirección a seguir o la posición más exacta de ellos.

3.2 Hacia una aplicación móvil dirigida a personas con discapacidad visual para ubicación y demarcación de rutas

A continuación se describen los módulos que integran una aplicación móvil que ayudará a las personas con discapacidad visual y ciegos totales a demarcar rutas óptimas para transitar en la zona céntrica de la ciudad de Tunja, con ayuda de realidad aumentada como tecnología de apoyo sensorial.

3.2.1 Módulo de reconocimiento de rutas. Permitirá identificar los principales sitios geográficos de la zona céntrica que presenten mayor flujo de tránsito vehicular y peatonal, por la parte norte se iniciará desde la Plazoleta Muisca (calle 25), punto en donde inicia una bifurcación de las vías de acceso al centro de la ciudad; por el sur se toma el Bosque de la República (calle 15), lugar donde termina el casco histórico de la ciudad de Tunja, y por donde se encuentra represada la mayor cantidad de tránsito, tanto vehicular como peatonal; por el oriente se referenciará la Avenida Oriental (carrera 6 y 7), y por el occidente la carrera 14.

3.2.2 Módulo de revisión y sitios de referencia, posicionamiento audiovisual. Para el registro de los puntos de referencia, se debe tener en cuenta las posibles rutas que el individuo pueda escoger para realizar su recorrido, como primer punto de referencia se tomará la Iglesia las Nieves, el Colegio Salesiano, ubicados en la Plazoleta los Muisca, seguido a este punto de referencia se tomará la Plaza de Bolívar, punto intermedio entre los puntos de origen y destino. En esta parte del casco histórico de la ciudad se encuentra también referencias como la Casa del Gobernador, la Alcaldía, la Catedral, la Casa de la Cultura, la Casa del Fundador, puntos estratégicos en las rutas más directas para llegar al punto final que es el Bosque de la República.

Para el almacenamiento de dichos puntos de referencia se debe tener un gestor de recolección de información, el cual se encargará de registrar las coordenadas geográficas. Un posible prototipo propuesto es el siguiente gestor (Figura 2), proveniente de una aplicación ya existente, diseñado por Callejas, Quiroga & Alarcón (2011, 91).

3.2.3 Módulo de elección de ruta óptima. Con los módulos anteriormente mencionados se optará por ayudar a la persona ciega o de baja visión a tomar la ruta en la cual sea potencialmente menos peligrosa, teniendo en cuenta los siguientes parámetros: - Cantidad de flujo vehicular, - Cantidad de flujo peatonal, - Estado de las vías peatonales, y -

Ruta óptima apoyada por el algoritmo de Dijkstra. Al tener estos parámetros para la elección de la ruta, se desea que el individuo pueda decidir según la información obtenida, y escoger cuál de las posibilidades presentadas le conviene y prefiere para llegar al lugar de destino.

Figura 2. Interfaz de la aplicación basada en realidad aumentada (Callejas, Quiroga & Alarcón, 2011, 98).

3.2.4 Módulo de Implementación de Realidad Aumentada. La elección de ruta, los puntos de referencia, se suma la implementación de la capa de Laya⁷, encargada de realizar la gestión de la realidad aumentada, al permitir la visibilidad de los datos obtenidos, proveyendo de estas referencias en la pantalla final, y así por medio las herramientas que lo usan como es el acelerómetro, la brújula, el GPS, los cuales permiten calcular la posición y la dirección donde está apuntando u observando el dispositivo, se realiza una petición a los servidores de Laya, procesando la información obtenida, consulta, almacena y los devuelve una respuesta auditiva que será interpretada por la persona con discapacidad visual.

3.3 Usabilidad de la aplicación en el usuario final

Una vez la persona ciega, o con discapacidad visual, tenga instalada y abierta la aplicación en su móvil con sistema operativo Android, así como una conexión a datos o internet, encontrará una primera pantalla que tomará su posición actual, como es la latitud y longitud del lugar, relacionando de esta manera el nombre del lugar en donde está tomando los puntos de posición inicial, en seguida se encontrará una lista predeterminada la cual presentará los posibles lugares de destino, la persona escoge el lugar de destino y acepta la orden propuesta, en seguida se encontrará con un mapa en donde le indicará nuevamente su posición y la mejor ruta la cual lo llevará al lugar de destino escogido, también sobre esta ruta se irán indicando por medio de voz los lugares por donde se tiene que transitar, esto gracias al API que proporciona Google en sus mapas, además sobre la ruta escogida se demarcarán los puntos más representativos de ella, un ejemplo son iglesias, restaurantes o monumentos que sirven de referencia a la persona (ciegos o discapacitados visuales) que están haciendo uso de la aplicación, para la demarcación de estos lugares se hará uso de la herramienta escogida para dar soporte a la realidad aumentada que es Laya, (se debe tener en cuenta que la aplicación para esta investigación se está centrando en la parte histórica de la ciudad de Tunja) toma la posición del lugar o sitio turístico referenciado o precargado anteriormente, indicándole al sujeto en donde se encuentra, como es el caso de la dirección y el nombre de lugar, definiendo las fotos de los lugares, aunque ellos no las puedan ver, servirán de guía tanto táctil como sonora llegado el caso en que el sujeto necesite verificar la información del lugar en donde está o el siguiente punto de referencia al que llegará. Una vez el sujeto ha llegado al lugar de destino el sistema se encargará de indicárselo por

⁷ Laya al ser un navegador de realidad aumentada para dispositivos móviles, permite la gestión de información por medio *Layers*, como también obtener una vista mejorada digitalmente del mundo real.

medio de un sonido de alerta, permitiendo de esta manera cumplir con el propósito de la creación de este aplicativo.

La ventaja de utilizar este tipo de aplicaciones para personas con discapacidad visual o ciegos, es permitirles que sean más independientes, puedan tener el conocimiento de adquirir tecnología en pro de sus necesidades, y hacer uso de los dispositivos móviles de manera eficiente, aunque el propósito sea en principio para personas con discapacidad visual, se puede ver que también queda sujeto a cualquier tipo de población, siendo de esta manera una herramienta no solo de guía de rutas, sino de reconocimiento de lugares turísticos de la ciudad de Tunja en principios del casco histórico.

4. Conclusiones

Con la implementación de la capa de Layar como gestor de realidad aumentada, para la descripción de los puntos que se encuentran sobre las rutas demarcadas, permite que la parte sensorial para la persona invidente sea amigable y fácil de percibir, debido a que al escoger la ruta, los puntos de referencia estarán descritos, permitiendo de esta forma conocer el lugar por donde está transitando, y también saber que tan lejos puede estar de su destino.

El avance tecnológico permite hacer nuevas investigaciones que están haciendo uso de nuevas herramientas y tecnologías acorde a las necesidades que se presentan, sin importar la condición social o física de las personas, mejorando de esta manera el modo de vida de las personas.

Tener en cuenta personas que tienen discapacidad visual e incluirlas en el uso y avance tecnológico por medio de aportes o estudios que puedan mejorar su vida diría utilizando dispositivos que el mercado está entregando, permite hacer una concientización cultural y sobre todo a nivel de la calidad de vida, de igual manera se aporta al desarrollo de actividades diarias teniendo de esta manera un mejor desempeño, con simplemente un dispositivo el cual se convirtió en un estilo de vida y ahora está ofreciendo más ventajas para el desenvolvimiento diario.

Referencias bibliográficas

- AMADO REINO, X. (1997). La aplicación de GPS a la Arqueología [en línea]. En: Trabajos de Prehistoria, Vol. 54, No. 1. Madrid (España): Instituto de Historia, CSIC. p. 155-165. eISSN: 0082-5638. <tp.revistas.csic.es/index.php/tp/article/download/384/388> [consulta: 23/10/2013].
- ANANTO, B.S.; SARI, R.F. & HARWAHYU, R. (2011). Color transformation for color blind compensation on augmented reality system. User Science and Engineering. International Conference on User Science and Engineering. (29/11/2011). Shah Alam, Malacia. Proceedings International Conference on User Science and Engineering (i-USer) 2011. p. 129-134. ISBN: 978-1-4577-1654-6.
- BASOGAIN, X.; OLABE, M.; ESPINOSA, K.; & OLABE, J. C. (2007). Realidad Aumentada en la Educación : una tecnología emergente [en línea]. Zaragoza (España): Innovación en sistemas de información y documentación. <http://www.anobium.es/docs/gc_fichas/doc/6CFJNSaIrt.pdf> [consulta: 23/10/2013].
- BLUM, J. R.; BOUCHARD, M. & COOPERSTOCK, J. R. (2012). What's around me? Spatialized audio augmented reality for blind users with a smartphone [online]. In: MobiQuitous 2011 (06-09/12/2011), Copenhagen (Denmark): Institute for Computer Sciences, Social and Telecommunications Engineering, ICST. PUIATTI, A. & GU, T (Eds.) (2012). Mobile and Ubiquitous Systems: Computing, Networking, and Services, MobiQuitous 2011. Revised Selected Papers. Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering. Dordrecht (Netherlands): Springer. p. 49-62. ISBN: 978-3-642-30972-4. <http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-642-30973-1_5#page-1> [consulta: 28/10/2013].
- CALLEJAS CUERVO, M.; QUIROGA SALAMANCA, J. G. & ALARCÓN ALDANA, A. (2011) Ambiente interactivo para visualizar sitios turísticos, mediante realidad aumentada implementando layar. En: Ciencia e Ingeniería Neogranadina, Vol. 21, No. 2, Bogotá (Colombia): Universidad Militar Nueva Granada. p. 91–105. ISSN: 0124-817.
- DE MIGUEL, R. (2012). Mindshare acerca el futuro del marketing móvil [en línea]. En: Ipmark: Información de publicidad y marketing, No. 787 (dic). Madrid (España): Ediciones y Estudios, Ipmark, p. 14–16. ISSN: 0214-7459. <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4114715> [consulta: 28/10/2013].
- GORRICHIO M., M. & GORRICHIO M., J. L. (2004). Comunicaciones móviles. Barcelona (España): Universitat Politècnica de Catalunya. 248 p. ISBN: 84-8301-596-X.
- IEEE (2013). A Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries, IEEE Std 610 [online]. Standard Computer Dictionary. New York (NY, USA): IEEE. <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=182763&tag=1> [consulta: 12/08/2013].
- IPÍÑA, D. DE; RODRÍGUEZ, A. & VÁZQUEZ, I. (2004). Accesibilidad para Discapacitados a través de Teléfonos y Servicios Móviles Adaptables [en línea]. En: JANT 2004: Jornadas de Accesibilidad y Nuevas Tecnologías (16-17/12/2004). Bilbao (Vizcaya, España): Universidad de Deusto (Bilbao). <http://www.morelab.deusto.es/publications/2004/mvilesadaptables.pdf>. [consulta: 12/08/2013].
- KAMMOUN, S.; DRAMAS, F.; ORIOLAAND, B. & JOUFFRAIS, C. (2010). Route Selection Algorithm for Blind Pedestrian. En: International Conference on Control, Automation and Systems 2010, (27/10/2010), Gyeonggi-do (Korea). National IT Industry Promotion Agency, Korean Federation of Science and Technology Societies, Korea National Tourism Organization y otras. Proceeding International Conference on Control, Automation and Systems 2010, p. 2223–2228. ISBN: 978-89-93215-02-1
- KATZ, B.; DRAMAS, F. & PARSEIHIAN, G. (2012). NAVIG: Guidance system for the visually impaired using virtual augmented reality. En: Technology and Disability 24 (Jun.). Amsterdam (Países Bajos). Ed: IOS Press. p. 1–16. ISSN: 1055-4181.
- KOJIMA, K.; SATO, A.; TAYA, F.; KAMEDA, Y. & OHTA, Y. (2005). NaviView: visual assistance by virtual mirrors at blind intersection. *Proceedings. 2005 IEEE Intelligent Transportation Systems, 2005.*, 627–632. doi:10.1109/ITSC.2005.1520120
- MACÉ, M.; DRAMAS, F. & JOUFFRAIS, C. (2012). Reaching to sound accuracy in the personal space of blind and sighted humans. In: 13th international conference on Computers, (11/07/2012). Linz (Austria). Universidad Johannes Kepler de Linz. p. 636–643. ISBN: 978-3-642-31533-6.

- MAHKOVIC, R. (2010). Aid for the Blind to Facilitate the Learning Process of the Local Environment by the Use of Tactile Map [online]. In: FUERSTER, I. (ed.). *Advanced Knowledge Application in Practice*. Rijeka (Croatia): InTech. p. 327-340. ISBN: 978-953-307-141-1. <DOI: 10.5772/10364>. <<http://www.intechopen.com/books/advanced-knowledge-application-in-practice/an-aid-for-the-blind-to-facilitate-the-learning-process-of-the-local-environment-by-the-use-of-tacti>> [consult: 01/03/2014]
- MORENO, M. & ELENA, M. (2012). Análisis y estudio de las herramientas libres para el desarrollo de aplicaciones móviles en teléfonos celulares con sistema operativo android, y la construcción de una aplicación para entretenimiento de usuarios en la carrera de informática y sistemas computacionales de la universidad técnica de Cotopaxi. Universidad Técnica de Cotopaxi [online] <<http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/1256>> [consulta: 23/10/2013].
- PARLOUAR, R.; MACÉ, M. J. & JOUFFRAIS, C. (2009). Assistive Device for the Blind Based on Object Recognition : an Application to Identify Currency Bills. En: *Proceedings of the 11th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility*. (25/10/2009), Pittsburgh (USA): University of Pittsburgh. p. 227-228. ISBN: 978-1-60558-558-1.
- ROA, A.; CABALLERO GARCÍA, L.; PERAL VARELA, A.; GARCÍA FERNÁNDEZ-ABASCAL, E. & SANTOS PLAZA, C. M. (1998). Rehabilitación oculomotora mediante biorretroalimentación: un programa de aplicación al nistagmus. En: *Integración: Revista sobre ceguera y deficiencia visual*. No. 28 (Sep.). Madrid (España): Dirección General de la Organización Nacional de Ciegos Españoles. p. 5-15. ISSN: 0214-1892
- THORPE, S.; FIZE, D. & MARLOT, C. (1996). Speed of processing in the human visual system. En: *Letter to Nature*. No. 381 (Jun.). Indianapolis (USA): Nature. p. 520-522. ISSN: 0028-0836.
- VISION MOBILE (2012). Data Mindshare Index: Top platforms being used by developers [online]. London (UK): Vision Mobile. <<http://visualisations.visionmobile.com/main/shared/1>> [consulta: 23/10/2013]
- WHITE, G. R.; FITZPATRICK, G. & MCALLISTER, G. (2008). Toward accessible 3D virtual environments for the blind and visually impaired. In: *3rd international conference on Digital Interactive Media in Entertainment and Arts - DIMEA '08*, (12/09/2008). Atenas (Grecia): Athens Information Technology (AIT). *Proceedings of the DIMEA'08*. p. 134-141. ISBN: 978-1-60558-248-1
- WU, L.; LIANG, G. & WANG, Q. (2012). Program Behavior Analysis and Control for Online IDE [online]. In: *36th Annual Computer Software and Applications Conference Workshops, COMPSACW* (16-20/07/2012). Izmir (Turkey): IEEE. *Proceedings of IEEE 36th Annual COMPSACW*, p. 182-187. ISBN: 978-1-4673-2714-5. DOI Bookmark: <<http://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/COMPSACW.2012.42>> <<http://www.computer.org/csdl/proceedings/compsacw/2012/4758/00/4758a182-abs.html>> [consulta: 23/10/2013]