

Software de Apoyo a la Accesibilidad de la Información Referencial para un Desplazamiento Independiente

Ricardo Sarapura¹, José Sueldo¹, Analía Herrera Cognetta², Miguel Azar³

¹Estudiante, Ingeniería Informática, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Jujuy, Av. Bolivia 1239, 4600 San Salvador de Jujuy, Jujuy, Argentina
{ricky6982, jasueldo}@gmail.com

²Profesor, Ingeniería Informática, Director trabajo final, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Jujuy, Av. Ing Mario Italo Palanca 10, 4600 San Salvador de Jujuy, Jujuy, Argentina
anhco@yahoo.com.ar

³Profesor, Ingeniería Informática, Codirector trabajo final, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Jujuy, Av. Bolivia 1239, 4600 San Salvador de Jujuy, Jujuy, Argentina
auazar@live.com

Abstract. Este trabajo expone un aporte de la tecnología para ayudar a las personas no videntes o con baja visión, a desplazarse en edificios no preparados debidamente para atender sus limitaciones. En base a la creación de una aplicación software, que suministra información referencial, que luego es transformada en audio utilizando la función de accesibilidad de cualquier dispositivo móvil con capacidad de conectarse a una red WiFi.

En primera instancia se resumen las investigaciones realizadas sobre accesibilidad, leyes y normativas, y el estudio de un grupo de edificaciones comerciales y públicas con el fin de obtener una mayor comprensión de las dificultades que una persona con discapacidad visual enfrenta al transitarlas; y las habilidades que adquieren para suplantar el sentido de la vista. La etapa siguiente muestra el desarrollo, siguiendo una metodología ágil, de una aplicación que permite gestionar la información referencial, procesarla con algoritmos, y proveerla al celular del usuario en un formato de indicaciones paso a paso. Factible de ser implementada en diversas edificaciones, mediante minicomputadoras Raspberry Pi, que funcionarán como servidores web. Finalmente, para complementarla se desarrolla un módulo de carta (menú) accesible a estos usuarios, para su uso en confiterías pertenecientes al edificio modelo propuesto.

Introducción

Los desafíos que deben enfrentar las personas no videntes y con baja visión en las actividades cotidianas son enormes, entre ellas la principal es el desplazamiento físico, ya sea viajar o simplemente caminar por las calles. Por esta razón, muchas personas en esta condición caminan junto a un amigo o familiar para que los ayude a conducirse en lugares desconocidos, con esta guía ellos adquieren información del entorno como ser sonidos, texturas de paredes o pisos, ubicación de obstáculos, y diversas referencias que en un futuro le ayudarán a orientarse y desplazarse por ese

sitio. Como consecuencia de ello se limitan a recorrer solo lugares “conocidos”, ya que, por su seguridad, estas personas, no se aventuran solas a visitar otras zonas.

Según datos estadísticos proporcionados por el censo del año 2010 la cantidad de personas con discapacidad visual en la provincia de Jujuy es de 72.916. Lo que representa aproximadamente el 10% de la población total.

De acuerdo a una serie de observaciones realizadas se pudo constatar la falta de accesibilidad de muchos edificios, sistemas de transporte y de información, como ser la ausencia de información en formatos accesibles (cartas y carteles en braille, semáforos con alarmas auditivas), a la vez que no se satisfacen muchas necesidades de comunicación con el entorno. Es un motivo que desalienta a muchas personas discapacitadas visualmente a buscar trabajo, educarse o relacionarse con otras personas, resultando en su aislamiento.

Justificación

Las personas no videntes y con baja visión serán los beneficiarios principales ya que alcanzarán una mayor autonomía y libertad para recorrer de forma segura los lugares que actualmente le son inaccesibles.

Además, es importante mencionar la estrecha relación que existe entre la *accesibilidad* y la *seguridad*, donde:

La seguridad es una condición básica de la Accesibilidad; podría decirse taxativamente que un elemento de uso que no es seguro, no es accesible. (Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, 2005)

La accesibilidad se refiere al grado en el que todas las personas pueden utilizar un objeto, visitar un lugar o acceder a un servicio, independientemente de sus capacidades técnicas, cognitivas o físicas. (Cases, 2011)

Justificación social: La utilización de un “Software de apoyo a la accesibilidad de la información referencial para un desplazamiento independiente”, como el que se presenta en este proyecto, tendrá un impacto positivo y benéfico en la población no vidente y con discapacidad visual mejorando su calidad de vida.

Justificación económica: Aumentar la clientela del local comercial. Actualmente la población no vidente y de baja visión queda excluida de ciertos circuitos económicos de la ciudad, esto es, locales comerciales de difícil acceso por encontrarse en centros comerciales estilo galerías o shoppings; o bares y restaurantes por la falta de una carta adaptada a ellos. Con la adquisición de esta aplicación se beneficiará a las personas con discapacidad visual, que podrán comprar y/o consumir con tranquilidad conociendo el importe a pagar de una fuente confiable. Los locales comerciales, aumentarán su caudal de clientes, además de mejorar su imagen comercial al dar un soporte para las personas ciegas y de baja visión.

Objetivo

Crear un Prototipo Software Funcional para dispositivos móviles, que suministre información referencial a las personas que sufran una discapacidad visual,

permitiéndoles así mayor independencia para ingresar, transitar y permanecer en lugares predefinidos de la ciudad.

Objetivos Específicos

- Relevar las necesidades y requerimientos de las personas no videntes y de baja visión
- Investigar y analizar la situación actual de las personas no videntes y de baja visión: en cuanto a su movilidad dentro de una ciudad y prestaciones de los Smartphones.
- Investigar el desarrollo de aplicaciones independientes del servicio de Internet.
- Recolectar información estructural de las edificaciones de interés para facilitar su recorrido.
- Dotar al prototipo de la flexibilidad suficiente para adaptarse a cualquier edificio o espacio.

Metodología

Se propuso utilizar una Metodología Ágil y, dentro del marco de esta metodología, realizar una combinación de Programación Extrema (Extreme Programming - XP) con SCRUM, respetando sus cinco valores: comunicación, simplicidad, retroalimentación, respeto y coraje; y sus doce prácticas técnicas. Esta base, será complementada, por las herramientas y reuniones de Scrum, adaptadas a los valores de XP:

- Organización por Sprints
 - Planificación, revisión y retrospectiva (queda excluido el Scrum diario)
 - Tablero físico, Diagrama de Burndown
 - Estimación por PlanningPoker, T-ShirtSizing, Columns o combinaciones de éstas.
- Los roles, quedaron repartidos entre Cliente y Equipo; y la figura del Scrum Master es exceptuada de esta combinación.
- Equipo de trabajo: Formado por 2 (dos) integrantes, que ejecutaron todas las tareas de forma grupal.
 - Cliente: Persona ciega que participó activamente en el proyecto (requerimientos, reuniones, pruebas del sistema) y cada vez que fue necesario para mejorar el prototipo.

El tránsito en el interior de los edificios

Cuando se habla “del interior de las edificaciones”, se trata de los complejos comerciales, lugares donde se realizan trámites, espacios públicos como terminales de ómnibus, shoppings, aeropuertos, etc.

En estas edificaciones a las personas ciegas les resulta difícil ingresar y transitar por sus diferentes sectores, debido principalmente al entramado de pasillos y a la ubicación de diferentes objetos (columnas, maceteros, asientos fijos).

La Dificultad para el Desplazamiento físico

La accesibilidad en la ciudad debe estar presente en las calles y en el interior de los edificios. Según encuestas realizadas a personas ciegas, las causas más comunes que incrementan la dificultad de tránsito en el interior de los edificios son:

Espacios abiertos o salones: Puede parecer que no presentan dificultad para los ciegos, sin embargo, debido a la falta de puntos de referencias propician la desorientación.

Pasillos curvos: Los pasillos curvos o pasillos que se despliegan en forma diagonal son comunes en algunos centros comerciales. Una de las causas de su existencia es la unificación de paseos de compras pertenecientes a una misma manzana.

Distribución confusa de los pasillos: La distribución confusa de los pasillos está relacionada con los pasillos curvos.

Obstáculos: Son todos aquellos objetos situados sobre el recorrido y que se encuentran en algunos casos de forma constante, por ejemplo, carteles, mesas y sillas de un restaurante, columnas o buzón de correos.

Acceso a escaleras y/o ascensores

Ejemplo de un Centro Comercial de la Ciudad

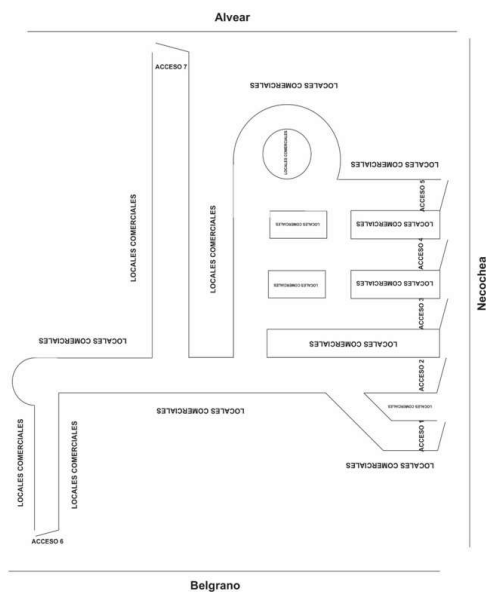


Fig. 1 Croquis Paseo Las Galerías

Luego de evaluar de cada técnica, en cuanto a requerimientos hardware, precisión, dificultades de implementación, ventajas y desventajas, se concluye que el hardware computacional para localizar a la persona de forma automática, a través de: Posicionamiento por WiFi; Posicionamiento por Bluetooth; o Posicionamiento por Brújula digital, requiere una inversión elevada, además de una precisión irregular que impacta directamente con la eficiencia del sistema. Es por tal razón que la elección para detectar la posición del individuo, se plantea mediante Puntos de Referencia acompañados de sendas de encaminamiento. Los Puntos de Referencia serán ingresados a la aplicación por el administrador, la aplicación responderá con las indicaciones necesarias para guiar a la persona hasta el lugar deseado.

Elementos necesarios para marcar los puntos de referencia, senderos y direcciones.

Puntos de Referencia: Descripción del punto de referencia; cantidad y orientación de senderos que surgen.

Senderos: Descripción del sendero; locales que se encuentran; destinos; sitios; indicadores.

Una vez ubicado el punto de referencia y a los efectos del desplazamiento seguro y por el camino más corto, se aplicará teoría de grafos para proveer la información a la aplicación.

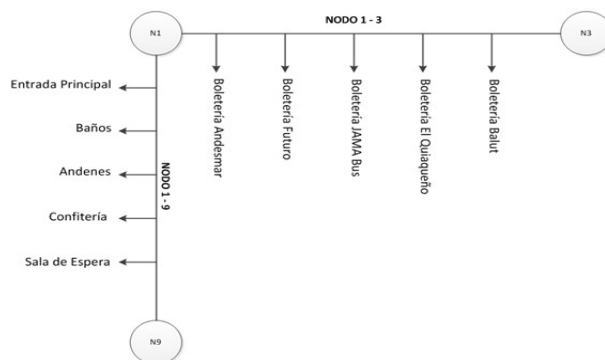


Fig. 3 Diagrama de distribución de boleterías

La aplicación permite al administrador la carga la información referida al espacio físico, para el sitio específico para el que estará disponible.

Puntos de referencia, senderos y direcciones

Los puntos de referencia y senderos pueden estar ya instalados en los edificios que cumplen con las normativas de accesibilidad. En este caso la implementación del sistema aprovecha dicha instalación sumando una capa de información de los lugares de interés. El siguiente gráfico es una representación de las líneas guías, puntos de

referencia e intersecciones que se establecen en el espacio físico que va a implementar el sistema.

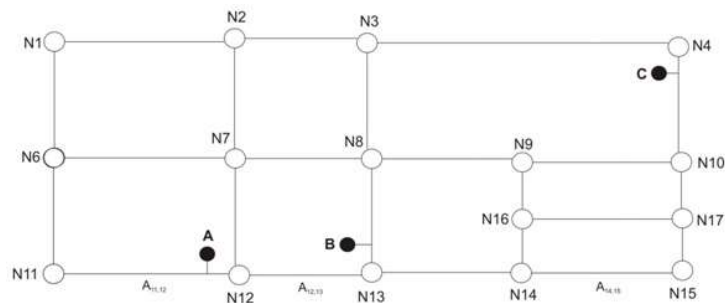


Fig. 4 Puntos de referencia, senderos y direcciones

● Puntos de Referencia: Proveen información táctil para el usuario no vidente a través de un cartel, esta es introducida por él en la aplicación, para calcular los recorridos que debe realizar para llegar al sitio deseado.



Fig. 5 Estructura de cartel de Punto de Referencia

- Intersecciones: Lugares en donde se interceptan dos o más líneas guías.
- Línea Guía (arista): Comunican los diferentes senderos a seguir.

Consideraciones iniciales

La Interfaz de Usuario (de ahora en adelante UI por sus siglas en inglés: User Interface) consistirá en una estructura dinámica que se adaptará en función de los datos y cálculos enviados por la aplicación principal en el servidor

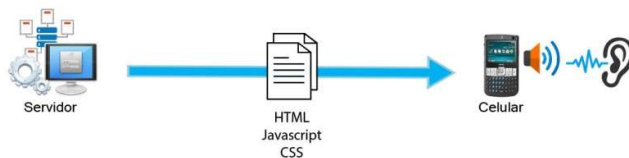


Fig. 6 Arquitectura de comunicación

Al tratarse de un prototipo funcional utilizará datos estáticos en formato JSON, cabe aclarar que más adelante el archivo JSON será generado en función de la información previamente cargada y procesada por el servidor teniendo en cuenta la estructura del edificio.

Interfaz de Usuario (Mockups) de aplicación en el servidor

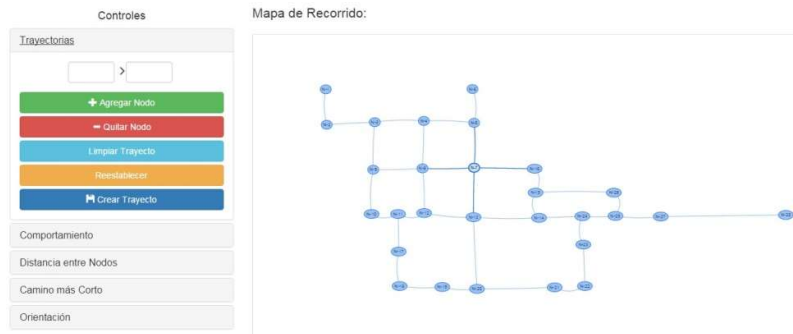


Fig. 7 Interfaz de carga de información referencial

- Se utiliza un grafo interactivo que permite al administrador una comprensión rápida de la representación del mapa de recorridos.
- Se basa en la idea de crear trayectorias para la construcción del grafo.
- Se reducen los errores al momento de crear las trayectorias
- Si es necesario quitar un arco o nodo se lo selecciona y con un clic en el botón eliminar se quita del grafo.
- Se permite seguir añadiendo arcos o nodos. Simplemente se crea la trayectoria deseada.

Propuesta de mapa de recorrido en la Nueva Terminal

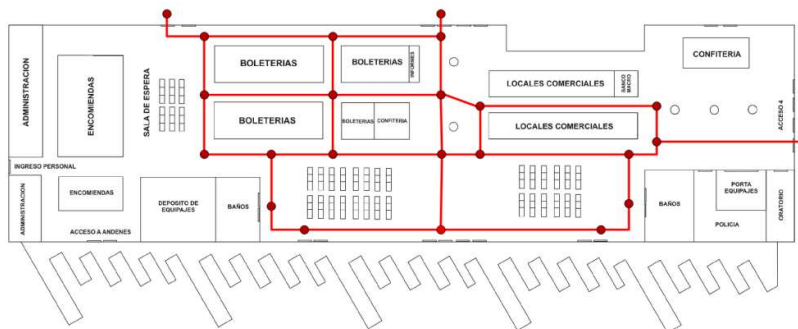


Fig. 8 Propuesta de Recorrido en la Terminal de Omnibus

De la imagen anterior: con el mapa de recorridos trazado, se obtiene la siguiente representación. La numeración en cada nodo no tiene un patrón definido, sino que queda a consideración del usuario, lo que sí resulta importante es la conexión que existe entre cada nodo.

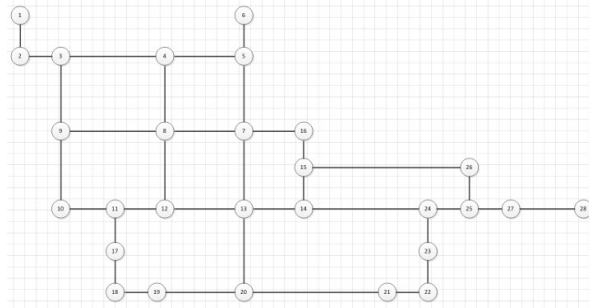


Fig. 9 Grafo obtenido.

Una vez obtenido el grafo se lo puede recrear utilizando el prototipo desarrollado



Fig. 10 Vista de controles de creación del grafo en la aplicación

La aplicación cuenta con un panel de control que permite editar el grafo generado. Utilizando las opciones del panel de control, el usuario puede mover los nodos y ordenarlos para que se asemeje al que se sugiere en los planos de la nueva terminal

Prototipo Carta de Menú

Creación del prototipo para que el dueño de una confitería cree la Carta de Menú

Utilizando AngularJs, underscore y jquery

Objetivo:
Desarrollo de interfaces del prototipo

Se crearon las siguientes funciones

- Se diseñó las interfaces de usuarios de las diferentes secciones.
- Se crearon las funciones para crear Categoría y Productos en cada categoría.
- Se crearon las funciones para borrar un producto.

Edición de la Carta de Menú

+ Categoría

Desayuno + Producto

#	Descripción	Precio	
1	Café Doble	\$ 16	✎ ✖
2	Café Con Leche Doble	\$ 18	✎ ✖

Bebidas + Producto

#	Descripción	Precio	
1	Coca Cola 250ml	\$ 10	✎ ✖
2	Fanta 1Lts	\$ 18	✎ ✖

Fig. 13 Carta de Menú

Diagrama de Componentes

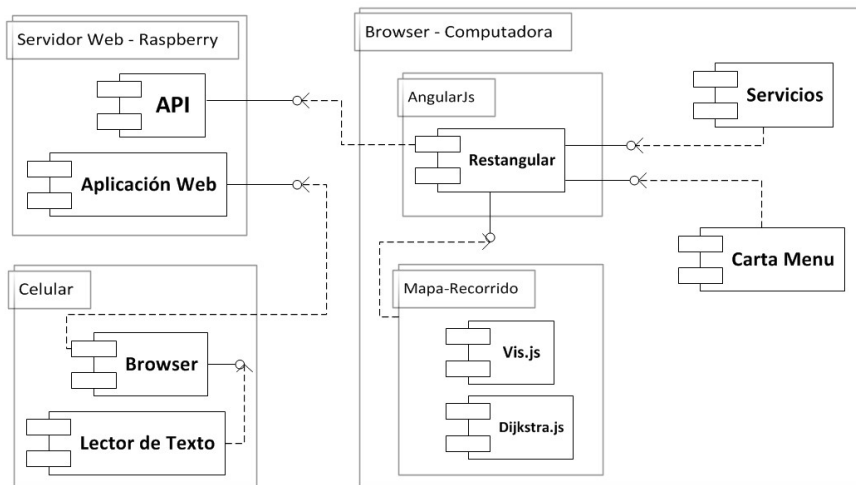


Fig. 14 Diagrama de componentes.

Implementación y configuración en Raspberry Pi B+

Se montará un Servidor LAMP (Linux, Apache, MySQL y PHP) y GIT. Por motivos de portabilidad se utilizará una minicomputadora Raspberry Pi² para funcionar como servidor de la aplicación, que resulta suficiente para el procesamiento de la información que deberá proveer a los usuarios. Una vez instalado y configurado, cualquier cliente, mediante el navegador, podrá conectarse al Raspberry Pi y ejecutar la aplicación.

El dispositivo Raspberry Pi B+ utiliza como sistema operativo una distribución de Debian denominada Raspbian OS. La configuración del Raspberry Pi se realiza en dos partes:

- Configuración de un Servidor Web.
- Configuración de Raspberry para funcionar como Router con acceso Inalámbrico.

Como dispositivo de pruebas se utilizará un celular Nokia E5, ya que, según investigaciones, es el modelo más utilizado entre la comunidad de personas no videntes. También se utilizará su navegador web y la aplicación de lectura de texto en pantalla Talks v5.20 (compatible con el SO Symbian). Las pruebas consisten en analizar si la información que recibe la persona ciega es correctamente interpretada por la aplicación y si todas las indicaciones para llegar a un lugar, seleccionado por la persona, también son correctas.

Instalación del Prototipo

La instalación del prototipo se realiza por medio de Git que permite descargar, por línea de comandos, todos los archivos del sistema en el Servidor Web.

² El modelo que se utilizará en el presente proyecto es un Raspberry Pi B+, System-on-a-chip Broadcom BCM2835, CPU ARM1176JZF-S a 700 MHz, GPU VideoCore IV, y 512 MB de memoria RAM. El diseño no incluye un disco duro ni unidad de estado sólido, ya que usa una tarjeta micro SD para el almacenamiento permanente. Cuenta con 4 puertos USB para conectar dispositivos de E/S y una salida HDMI para video

Funcionamiento

Se accede a la aplicación web por medio de un navegador, en este caso se utiliza un celular Nokia E5 (utilizado por la mayoría de las personas con discapacidad visual)

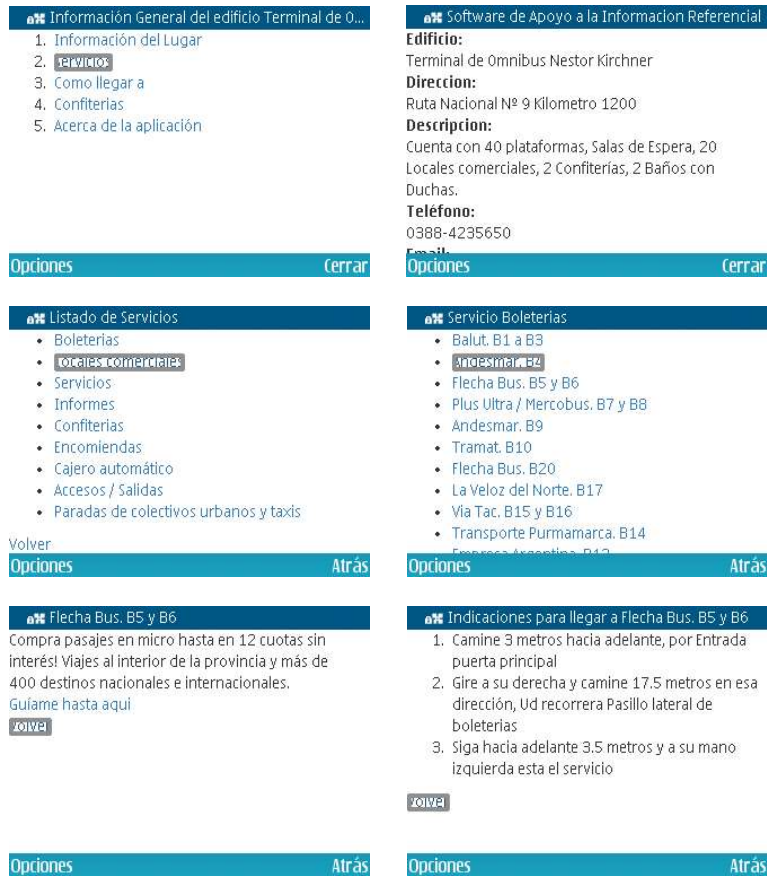


Fig. 15 Capturas de pantalla del sistema en funcionamiento

Conclusiones

Para lograr los objetivos del proyecto, en primer lugar, se planificó cada entrevista para adaptar la forma de comunicar la información, se adaptaron los planos de la nueva terminal sobre una superficie con relieve para que los entrevistados puedan indicar como llegaban a un lugar desde un punto de partida.

En cuanto a “Investigar el desarrollo de aplicaciones independientes del servicio de Internet para el acceso a información referencial” la investigación se centró principalmente en las capacidades de dispositivos móviles celulares y minicomputadoras de bajo costo que pueden funcionar como servidores. Resultando en que las personas con discapacidad visual utilizan mejor los dispositivos con teclado físico, el celular de mayor utilización es el Nokia E5 que lo posee, con conexión WiFi, acceso a aplicaciones, navegador web, y lector de texto en pantalla.

La utilización del dispositivo Raspberry Pi resultó tener un desempeño aceptable en cuanto al suministro de información y almacenamiento de la aplicación web incluso con la base de datos de información referencial. El costo estimado para implementar el sistema en el edificio de la Terminal de Ómnibus de Jujuy con una cobertura del 70% considerando únicamente los lugares más concurridos es el ilustrado en la Tabla

Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
2	3 x Raspberry Pi 3 Quad 1.2Ghz	1.699,99 \$	3.399,98 \$
10	Repetidores de Señal Wifi	580,00 \$	5.800,00 \$
TOTAL			9.199,98 \$

Tabla 1 - Tabla de precios (actualizado al 02/03/2016)

Se realizaron croquis de los centros comerciales más representativos de la ciudad y de la nueva terminal de ómnibus. Con un relevamiento visual y toma de fotografías sobre el estado de transitabilidad peatonal en el interior de estas construcciones.

Para el cumplimiento del objetivo “*Dotar al prototipo de la flexibilidad suficiente para adaptarse a cualquier edificio o espacio*” se desarrolló una aplicación que permite la creación y actualización de la información referencial sobre un mapa virtual que representa los recorridos dentro del edificio.

Se logró de forma satisfactoria crear un software que permite realizar una representación virtual de la distribución física de las sendas, cargar la información referencial y vincularla con el mapa de recorrido. Con estos datos almacenados se procesa la información y se ejecutan los cálculos para ofrecer todas las instrucciones que el usuario debe realizar para llegar a un lugar determinado desde una posición inicial. Cada instrucción está compuesta por la dirección que se debe seguir, la descripción del lugar, la cantidad de metros a caminar y los giros que el usuario debe realizar.

Desarrollos a Futuro

- Utilización de los datos almacenados para alimentar una aplicación de realidad aumentada
- Mejorar el posicionamiento Indoor.
- Centralizar los datos de todos los edificios que utilicen el sistema.
- Implementar nuevas tecnologías para mapear un edificio.
- Utilización de beacons bluetooth.
- Crear una variante de la aplicación: “Paradas Inteligentes”.

Bibliografía

1. AVALLONE, C., & CAPDEHOURAT, G. (2011). *Posicionamiento indoor con señales de WiFi*. Montevideo: UDELAR.
2. BARRAGA, N. (1985). *Disminuidos Visuales y Aprendizaje*. Madrid: Organización Nacional de Ciegos de España (ONCE).
3. CASES, S. T. (2011). *Estudio de Accesibilidad del Casco Urbano de Turis*. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia.
4. CASTEJON, J. L., & NAVAS MARTINEZ, L. (2002). *Unas Bases Psicológicas de la Educación Especial*. Alicante: Editorial Club Universitario.
5. COOPER, M. e. (6 de agosto de 2008). *Accessible Rich Internet Applications Version 1.0. W3C*. Obtenido de <http://www.w3.org/TR/wai-aria/>
6. COTO, E. (2003). *Algoritmos Basicos de Grafos*. Caracas, Venezuela: Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias, Escuela de Computación.
7. CUENCA RETANA, J. (2010). Sistema de posicionamiento en interiores mediante balizas bluetooth. Madrid: Universidad Pontificia Comillas.
8. ESPAÑA, L. 3. (2006). Ley de Promoción de la Autonomía Personal y Atención a las personas en situación de dependencia. España.
9. GEEK, T. (5 de agosto de 2012). *Tap Geek*. Obtenido de <https://tapgeek.wordpress.com/2012/08/05/indooratlas-utiliza-campos-magneticos-para-la-localizacion-de-la-conciencia-en-los-edificios-y-grandes-estructuras/>
10. GONZÁLEZ GUTIERREZ, F. J. (2004). *Apuntes de Matematica Discreta*. Cádiz, España: Universidad de Cádiz.
11. HENRY, S. L. (15 de octubre de 2008). *WAI-ARIA Overview. W3C-WAI*. Obtenido de <http://www.w3.org/WAI/intro/aria>
12. OMS. (2014). *Organizacion Mundial de la Salud - Ceguera y discapacidad visual*. Obtenido de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/es/>
13. RASPBERRY, F. (2011). *Raspberry Pi*. Obtenido de <https://www.raspberrypi.org/>
14. *Red de Vinculacion Tecnológica de las Universidades Nacionales Argentinas*. (7 de abril de 2014). <http://www.redvitec.edu.ar/novedades/index/estudiantes-de-la-utn-crean-tableta-para-personas-ciegas>
15. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. (2005). *Manual para un Entorno Accesible*.

Apéndice

Habilidades de las personas con discapacidad Visual

De acuerdo a entrevistas realizadas a personas con discapacidad visual de entre 20 años a 40 años de edad se registró lo siguiente:

- En cuanto a sus capacidades para movilizarse por las calles de la ciudad resulto ser bastante óptima, logran llegar a cualquier lugar sin muchas dificultades, ésta capacidad es adquirida gracias a cursos de Orientación y Movilidad que los instruye en cómo utilizar el bastón y que cosas a tener en cuenta para orientarse y no perderse.
- *Pueden memorizar una gran cantidad de patrones en el orden correcto:* Es de gran importancia para la persona no vidente poder recordar que objetos espacialmente están primero y la secuencia de los objetos subsiguientes. Es una habilidad que se entrena de forma empírica diariamente en donde para desplazarse de un lugar a otro saben exactamente cuántas calles caminar, por donde girar, cuales son los obstáculos presentes, así como el tiempo que insume recorrer ese trayecto.
- En cuanto a su capacidad para la utilización de celulares se encontró que el 80% de las personas con discapacidad visual utilizan teléfonos celulares con teclados físicos mientras que el 20% están adaptándose a los smartphones con pantallas táctiles. Existe un factor que está influyendo en el aumento de la utilización de dispositivos táctiles y es que el mercado se inclinó hacia la tecnología touch y en consecuencia la disponibilidad de equipos móviles provistos de teclados convencionales (no virtuales) es cada vez más exigua.
- *Su capacidad auditiva para procesar e identificar una palabra o una frase a gran velocidad es muy superior al de una persona con visión normal.* El lector de texto que habitualmente emplean en sus teléfonos celulares se configura a una velocidad 7 veces más rápida de lo que se habla normalmente.
- *Su capacidad auditiva también les permite desplazarse por los espacios físicos.* El sonido alto que procede de los pasos que realiza una persona los orienta espacialmente para desplazarse en la dirección más conveniente. Tal cualidad representa un camino virtual creado a partir del sonido generado por las personas.
- Su capacidad para detectar diferentes aromas en lugares conocidos, les permite establecer el lugar en donde se encuentran.

Propuesta de Solución

Edificios Públicos

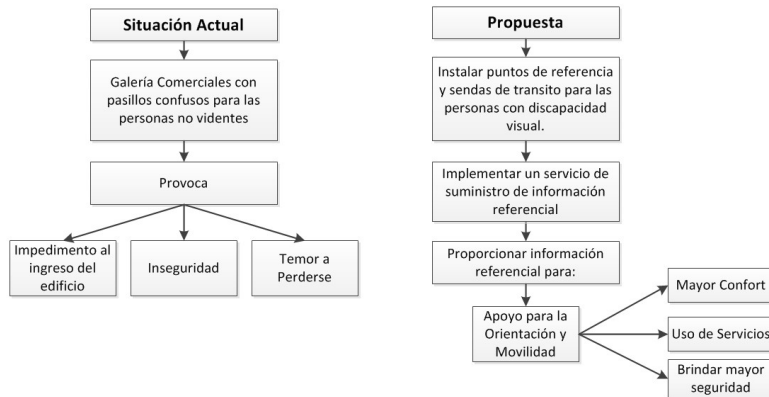


Fig. 16 Situación Actual y Propuesta Edificios Públicos

Cartas de Menú

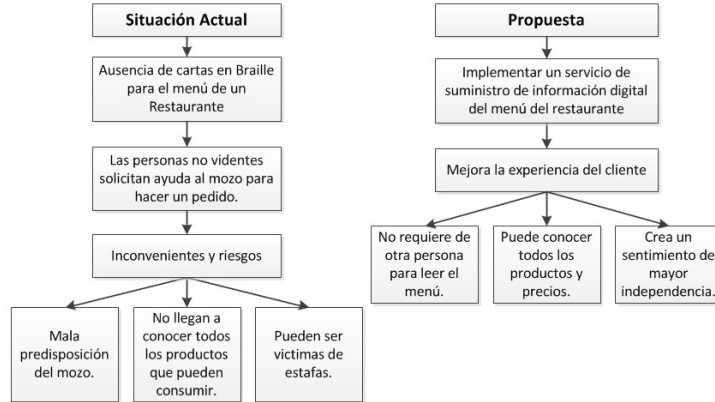


Fig. 17 Situación Actual y Propuesta Cartas de Menú

Catálogo de Requisitos

Requisitos para el tránsito a través del interior de las edificaciones

Requisitos funcionales

- El sistema debe proveer información acerca del punto de referencia en el que se encuentra la persona.
- El sistema debe indicar las direcciones que la persona ciega debe seguir desde un punto de referencia conocido para alcanzar su objetivo.
- El sistema debe permitir registrar información referencial sobre el interior del edificio.
- El sistema debe permitir agregar información por parte de los usuarios para uso personal.
- El sistema debe permitir que un usuario pueda compartir la información personal para ayudar a otras personas.
- El sistema debe permitir realizar búsquedas de lugares para obtener una guía rápida de cómo llegar al sitio específico desde un punto de referencia.
- El sistema debe permitir al administrador crear el grafo que represente los recorridos característicos del lugar en el que se desea implementar.
- El sistema debe calcular el recorrido más corto para llegar al destino seleccionado desde el punto de partida establecido.
- El sistema debe proveer información sobre los diferentes negocios y servicios que existen dentro del edificio.
- El sistema debe permitir agregar, modificar y eliminar los servicios.
- Los servicios deben estar organizados en categorías para que permitan realizar búsquedas más rápidas para el usuario.

Requisitos no funcionales

- El sistema únicamente debe proveer la información referencial que la persona ciega necesite y no abrumentarla con información que no contribuya a alcanzar el objetivo.
- Toda la información referencial debe estar organizada en categorías.
- La información referencial que sea suministrada a los celulares debe estar en un formato textual que permita aprovechar eficientemente la lectura de texto en pantalla del Smartphone.
- La comunicación entre el usuario y el sistema será a través de una conexión WiFi por lo que es necesario que el edificio cuente con una excelente cobertura.

- La interfaz de creación de recorridos debe ser intuitiva y amigable con el usuario administrador.
- Se debe crear una estructura de datos que almacene los servicios y su ubicación en el mapa de recorrido, teniendo en cuenta que debe ser fácil de actualizar ante cualquier cambio.
- La información referencial se almacenará en una estructura Json y debe estar en relación con el mapa de recorridos.

Requisitos de Usuario

- Capacidad física para desplazarse caminando.
- Capacidad para la orientación en espacios.
- Habilidad para la utilización del Smartphone.

Requisitos de Hardware y Software

- Smartphone con capacidad de conectarse a una red Wi-Fi.
- Navegador de Internet.
- Modo de lectura de pantalla activado o tener instalado previamente un software para tal fin.
- Servidor Web (Raspberry Pi)

Requisitos de información digital de Carta de Menú

Requisitos funcionales

- El sistema debe permitir al usuario administrador del módulo Menú cargar y actualizar la carta de menú de forma simple y rápida.
- El sistema debe permitir el acceso a la carta de menú del restaurante y consultar los diferentes productos, precios y ofertas desde el celular.
- El sistema debe permitir realizar búsquedas para encontrar el producto que se desea de forma rápida.
- El sistema debe permitir al usuario tener al alcance un resumen de lo que ha consumido junto a cada precio unitario, cantidad y el total de lo que debe pagar.

Requisitos no funcionales

- La interfaz de carga y modificación de la Carta del local debe ser fácil de comprender y agradable a la vista.
- La velocidad de respuesta del sistema no debe ser superior a 10 segundos.

Métodos de Posicionamiento

Formas para localizar a una persona dentro de un edificio:

1. Posicionamiento mediante Marcas de senderos y puntos de referencia.
2. Posicionamiento mediante WiFi.
3. Posicionamiento mediante Brújula digital (campo magnético).
4. Posicionamiento mediante Bluetooth.

Posicionamiento mediante marcas de senderos y puntos de referencia

Para posicionar a una persona mediante marcas de senderos y puntos de referencia es necesario utilizar un Sistema de Encaminamiento que contemple los Puntos de Referencia mencionados.

Sistema de Encaminamiento: Es un sistema de guiado táctil situado en el piso cuya finalidad es asegurar la trayectoria direccional deseada. Cuenta con una textura fuertemente contrastada en relación con el piso adyacente. Contribuye a incrementar la seguridad de las personas con discapacidad visual. Los elementos que integran el sistema de encaminamiento son:

Puntos de Referencia: Son estaciones físicas que disponen de un soporte y un cartel en el cual se despliega la información necesaria escrita en Braille. La información puede dar indicaciones del lugar, cómo llegar a cierto sitio o en qué punto exacto se encuentra.

Banda de encaminamiento o Sendero: Es el elemento dispuesto en el sentido de la marcha y realizado sobre el piso y que permite la localización de distintos elementos de carácter significativo situados en el recorrido.

Roseta: Es el elemento con geometría diferenciada y cambio dimensional respecto a la banda de encaminamiento, permite la toma de decisiones referidas a posibles cruces o cambios de dirección. (Madrid, 2010)

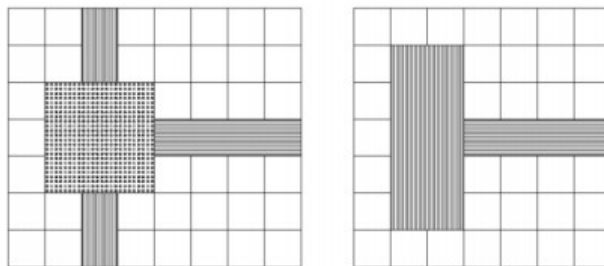


Fig. 18 Roseta y bandas de encaminamiento.

Ventajas

Brinda seguridad a las personas con discapacidad visual para llegar a un destino determinado.

Desventajas

La implementación de las sendas de encaminamiento depende del encargado de infraestructura del edificio

Posicionamiento mediante WiFi

El posicionamiento mediante WiFi hace uso de APs (Access Point) para calcular la posición de un dispositivo en el interior de un edificio. Esta forma de posicionamiento es una alternativa a la utilización de los GPS debido a que en interiores presenta diversos inconvenientes, principalmente los relacionados a la interferencia de la señal que se utiliza para determinar la posición.

La masificación de señales WiFi permite considerarla como una opción de gran utilidad para localizar dispositivos en interiores mediante las siguientes técnicas:

- **Estimación de la posición basada en huellas:** este método se basa en tomar medidas, mediante cada AP de la red, a las cuales se las denomina huellas que servirán como variables para aplicarle en los algoritmos que determinan la posición.
- **Técnica de trilateración:** Usa las localizaciones conocidas de al menos 3 puntos de referencia, y la distancia medida entre el sujeto y cada punto de referencia. Cada punto de referencia es un AP. (Avallone & Capdehourat, 2011)

Ventajas

- Detectar el posicionamiento en tiempo real.
- No requiere de hardware específico.

Desventajas

- El nivel de precisión es inferior al que se requiere para el desarrollo del presente Proyecto.
- Requiere tomar varias mediciones para calcular la posición del dispositivo.
- La interferencia entre equipos, las atenuaciones provocadas por objetos y/o personas, las reflexiones con las paredes, la modelización de la potencia recibida y los diagramas de radiación de las antenas de cada tipo de routers deben ser tenidos muy en cuenta si se desean obtener los mejores resultados posibles.

Posicionamiento mediante Brújula digital (campo magnético)

El uso de la brújula incluida en los Smartphones para el posicionamiento en interiores es una técnica relativamente nueva y que está en proceso de investigación. El único proyecto que ha alcanzado un nivel de madurez aceptable es el llamado Indoor Atlas. Este desarrollo funciona de la siguiente manera: El dispositivo (smartphone o tablet), a través de su magnetómetro incorporado capta y registra las variaciones o anomalías magnéticas que surgen de diversas fuentes y de los distintos componentes de la estructura del edificio y, en base a esta información, la App genera una huella digital de dicha construcción, que permite elaborar un modelo muy exacto de su interior, que es almacenado en la "nube". Las diferentes cantidades de acero presentes en un edificio, junto con los cambios en el campo magnético en diferentes puntos del globo terráqueo, hacen que la distorsión o "huella magnética" de cada edificación sea única y distinta de las demás (Geek, 2012).

Ventajas

- No requiere infraestructura.
- SDK disponible para Android e iOS

Desventajas

- Vulnerable a cambios del entorno. La precisión de las lecturas de la brújula digital puede verse afectada por interferencias magnéticas o ambientales, incluida la proximidad de los imanes o grandes objetos metálicos.
- El dispositivo debe conectarse a Internet.
- Es necesario recalibrar la brújula cada cierto tiempo.
- No incluida en todos los smartphones. Sólo en los de gama media-alta.

Posicionamiento mediante Bluetooth

La localización se basa en la colocación de beacons bluetooth (o balizas bluetooth) cubriendo toda la superficie que se quiere recorrer. Es el terminal móvil el que calcula la posición y lo hace viendo qué beacon está más cercano y de ahí deduce el posicionamiento. Las técnicas para calcular la posición son similares a las utilizadas con las redes WiFi:

- **División del espacio en celdas:** Identificando celdas con puntos de acceso, se asigna a cada punto un espacio de igual tamaño al del su área de cobertura. De este modo se identifica en qué celda está el dispositivo móvil.
- **Multilateración de magnitudes:** La trilateración es un método matemático para determinar las posiciones relativas de objetos mediante la geometría de triángulos. A partir de las localizaciones conocidas de dos puntos de referencia, y una magnitud medida entre el sujeto y cada uno de dichos puntos, se puede estimar su posición en el plano. Para determinar de forma única y precisa la localización relativa de dicho punto se necesitan

generalmente al menos 3 puntos de referencia. Las magnitudes medidas por los puntos de acceso, y utilizadas para realizar el cálculo, son las siguientes:

- Mediante el ángulo de llegada de la señal procedente del dispositivo emisor
- Mediante la intensidad de la señal medida procedente del dispositivo emisor.
- Mediante el tiempo de llegada de los paquetes o señales enviados entre el emisor y el punto de acceso. (Cuenca Retana, 2010)

Ventajas

- Detectar el posicionamiento en tiempo real.
- Es posible lograr una buena precisión.

Desventajas

- Es necesaria la instalación de una aplicación especial en el dispositivo.
- Solapamiento entre señales dificulta el posicionamiento.
- Posible existencia de interferencias.

Relevamiento de la Infraestructura actual



Fig. 19 Pasillo Irregular de galería



Fig. 20 Obstáculos en el ingreso del edificio

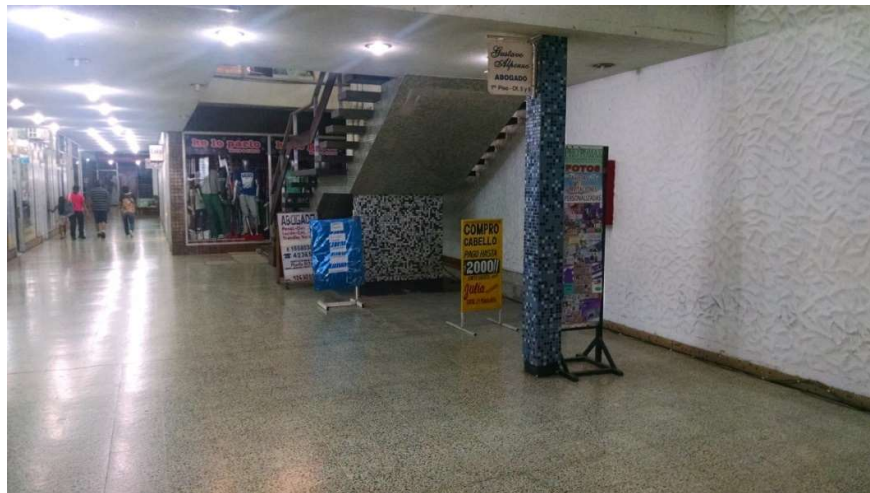


Fig. 21 Carteles publicitarios que pueden obstruir la circulación.



Fig. 22 Distribución de mesas de forma aleatoria.



Fig. 23 Pasillo con cantero y leve forma irregular