

# ***UbicaT: un sistema basado en tecnología asistiva para invidentes***

Irsa Yuliana Valencia Valencia<sup>1</sup>, Juan Antonio Guerrero Ibáñez<sup>2</sup>, Erika Margarita Ramos Michel<sup>3</sup>

Facultad de Telemática, Universidad de Colima, Av. Universidad #333,  
Colonia Las Víboras, Colima, Col., 28040. México

irsa\_yuliana@ucol.mx<sup>1</sup>, antonio\_guerrero@ucol.mx<sup>2</sup>, ramem@ucol.mx<sup>3</sup>

(Paper received on August 10, 2012, accepted on August 24, 2012)

**Resumen.** Existe una necesidad real de contar con tecnología para que los invidentes mejoren su autonomía y calidad de vida. La tecnología debe adaptarse a las necesidades considerando los intereses y formas de interacción de las personas invidentes. En este artículo se propone *UbicaT* un sistema inspirado en la tecnología asistiva, que hace uso de la infraestructura de red existente y que está diseñado específicamente para ser usado por invidentes con el objeto de facilitarle un mecanismo para conocer su posición dentro de un área establecida. Los resultados preliminares muestran una precisión en la posición lo suficientemente aceptable, al haberse presentado tan sólo errores de 1 a 5 metros al momento de localizar al invidente.

**Palabras clave:** Invidentes, Tecnología asistiva, Posicionamiento.

## **1 Introducción**

Al momento de evaluar la sociedad, es importante poner atención al tipo de oportunidades que ésta ofrece a sus individuos más débiles [1], y es aquí donde radica la importancia de la tecnología para los invidentes, ya que ésta se vuelve una herramienta importante para promover la igualdad de condiciones, eliminar barreras y mejorar su integración y autonomía en la sociedad.

En relación a los derechos de igualdad, hay que recordar que las personas invidentes deberían contar con las mismas oportunidades para acceder a los servicios y beneficios de las nuevas tecnologías, y para comprender la magnitud del compromiso que la sociedad tiene para con ellas, basta decir que de acuerdo a cifras proporcionadas por la Organización Mundial de la Salud en 2011, en el mundo hay aproximadamente 285 millones de personas con discapacidad visual (39 millones son ciegas y 246 millones presentan baja visión) y aproximadamente el 90% de ellas se concentra en los países en desarrollo [2]. Un estudio sobre las personas invidentes en México arrojó que de las personas con algún tipo de discapacidad, el 27.2% (alrededor de 1,561,081 personas) tienen discapacidad visual [3]. Las oportunidades de trabajo para personas invidentes son reducidas, aproximadamente sólo el 3% llega a niveles superiores de educación y únicamente 6% consigue algún tipo de empleo.

Con estas cifras de población invidente en México, es sorprendente el rezago en cuanto a su desarrollo profesional y laboral. Existen algunas instituciones como es el

caso del Comité Internacional Pro Ciegos IAP que ayuda a los invidentes para terminar los estudios básicos, y que les proporciona las tecnologías necesarias para ellos, sin embargo, queda aún mucho por hacer para estas personas.

El uso de las Tecnologías de Información y Comunicación pueden proporcionar las herramientas que faciliten la integración de estas personas en la sociedad moderna [4]. Aun así, siguen existiendo brechas que dan lugar a rezago tecnológico en algunos sectores de la población, tal es el caso de personas con discapacidades. Para subsanar lo anterior, surge la Tecnología Asistiva (AT) (conocida también como Tecnología de Ayuda o Tecnología de Soporte), que es utilizada para lograr más independencia y para realzar la calidad de las personas.

La Universidad de Colima, en un esfuerzo por integrar a las personas con discapacidades a la comunidad universitaria cuenta con facilidades como rampas, etiquetas braille y puertas automáticas, sin embargo, esto no es aún suficiente para evitar que estudiantes invidentes se confundan y pierdan en las instalaciones del campus. Como complemento al trabajo realizado hasta la fecha, se desarrolla el sistema *UbicaT*, con el objeto de brindar autonomía a los invidentes para desplazarse dentro del campus mediante el uso de tecnología asistiva.

*UbicaT* utiliza *Wi-Fi* (es la abreviatura en inglés de *Wireless Fidelity*, Fidelidad Inalámbrica) para posicionar a los usuarios, ya que es una tecnología existente dentro del campus y además los puntos de acceso se encuentran ubicados estratégicamente para proporcionar cobertura en la mayoría de zonas del campus. Esta cobertura nos permite, en base a la intensidad de señal, posicionar a un objeto que se encuentre dentro del área de cobertura y cuente con la interfaz de comunicación adecuada. Además para tener una mayor exactitud en el proceso de posicionamiento, se utiliza la tecnología GPS (por sus siglas en inglés *Global Position System*) como un complemento al momento de posicionar en *UbicaT*.

El resto del artículo está organizado de la siguiente manera: en la sección 2 se realiza un análisis general del estado del arte de tecnología asistivas. Una descripción detallada del sistema *UbicaT* se presenta en la sección 3. La sección 4 muestra una serie de resultados preliminares que se han obtenido hasta el momento de la escritura de este artículo. Finalmente terminamos este artículo plasmando las conclusiones y trabajo futuro.

## 2 Estado del Arte

Esta sección trata sobre la AT de alta tecnología para discapacidad sensorial, específicamente la discapacidad visual. Se presentan ejemplos de productos y equipos basados principalmente en las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) y soluciones a personas con discapacidad visual que incluyen ayuda a la movilidad, lectura y escritura.

Las pantallas Braille son dispositivos que permiten a los invidentes a leer lo que aparece en la pantalla de la computadora. Estos dispositivos funcionan subiendo y bajando unos pasadores formando diferentes combinaciones que el usuario puede leer con el tacto (Figura 1a) [5]. Los teclados Braille, permiten escribir en medios

electrónicos a las personas invidentes, estos teclados pueden ser de 6 teclas principales para escribir braille convencional y con 8 teclas principales que permiten escribir en 6 y 8 puntos (Figura 1b) [6]. Lectores de pantalla. Son aplicaciones de AT que leen lo que se muestra en la pantalla. Esta aplicación también hace lo contrario convirtiendo de voz a texto, reconociendo comandos de voz o tomando información a través de un dispositivo Braille. Las opciones de accesibilidad, En los sistemas operativos Windows, a partir de la versión XP comenzaron a añadir herramientas de accesibilidad para invidentes y débiles visuales, así mismo, actualmente el iPhone y teléfonos con sistema operativo Android, traen precargadas opciones de accesibilidad las cuales ofrecen un control de voz y un lector de pantalla, que ayudan a los invidentes a utilizar el dispositivo con mínimas o nulas restricciones [7].



**Fig. 1.** Dispositivos para discapacidades visuales a) Pantallas braille, b) Teclado braille.

Además, en la literatura se han publicado varias propuestas relacionadas con los sistemas de posicionamiento. En [8] los autores trabajaron en un método para mejorar la precisión del posicionamiento por *Wi-Fi* en ciudades usando como apoyo dos satélites, GPS TDOA. Los resultados de su investigación muestran que la integración de ambas tecnologías puede mejorar la precisión hasta en un 56%, con lo que concluyen que este método puede utilizarse como un sistema de posicionamiento preciso para ciudades o exteriores que utilicen *Wi-Fi*. En [9] los autores hablaron sobre un sistema híbrido que utiliza *Wi-Fi* y *GPS* para ofrecer un mejor posicionamiento en exteriores mediante el uso de algoritmos. Los resultados obtenidos muestra que la precisión se mejora en un 150% cuando se utiliza un sistema híbrido de tecnologías *Wi-Fi* y *GPS*. En [10] los autores proponen utilizar los puntos de acceso público existente para precisar la exactitud del *GPS* en exteriores, y concluyen en que efectivamente se puede mejorar la posición utilizando *Wi-Fi* cuando el *GPS* falla. Por lo anterior consideramos que *UbicaT* es una herramienta alternativa para facilitar la movilidad e independencia de invidentes dentro del campus universitario.

### 3 Sistema Asistivo *UbicaT*

El sistema *UbicaT* está enfocado a proporcionar una herramienta tecnológica que facilite la movilidad y orientación de los invidentes que forman parte de la comunidad universitaria. A continuación se explica a detalle la arquitectura que conforma el sistema *UbicaT*.

### 3.1 Arquitectura

*UbicaT* se basa en una arquitectura que define tres planos: el de aplicación, el de control y el de recolección como se muestra en la figura 2.

El plano de recolección está constituido por el módulo de sensado el cual es responsable de la recolección de información que obtiene a través de la interfaz *Wi-Fi* y del sistema *GPS*. Toda la información la almacena en una base de datos que se encuentra en el plano de control. El plano de control lleva a cabo la validación de los datos recolectados, crea la base de datos de conocimiento y realiza los cálculos mediante un algoritmo para determinar la ubicación de la persona. Finalmente el plano de aplicación está conformado por la aplicación que utiliza el usuario para interactuar con el sistema.

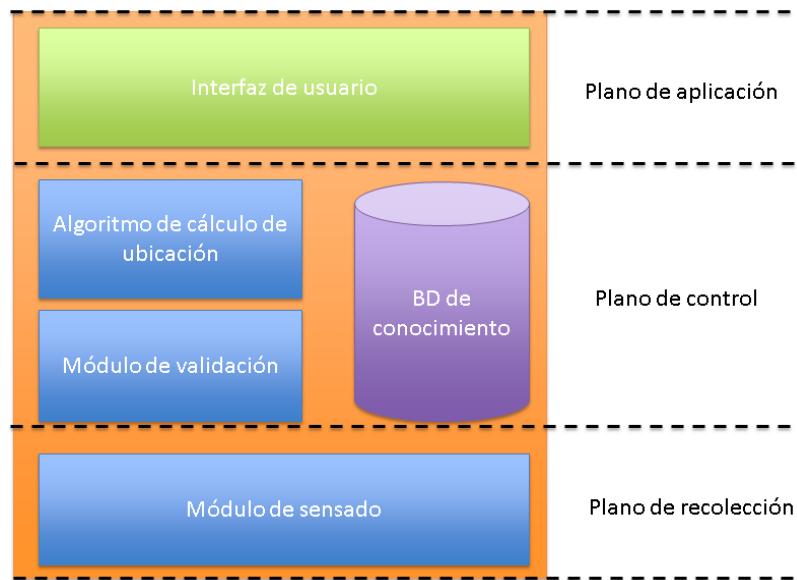


Fig. 2. Arquitectura de *UbicaT*.

### 3.3 Interfaz de la interacción

*UbicaT* es un sistema basado en tecnología asistiva, por lo cual se trató de adaptar la tecnología existente. *UbicaT* fue implementado en un dispositivo Motorola Defy la razón por la cual se escogió este dispositivo, es porque cuenta con el sistema operativo Android el cual es de código abierto, existe mucha información disponible para el desarrollo de aplicaciones nuevas y tiene las características de accesibilidad necesarias para la aplicación, con un precio accesible. El dispositivo fue adaptado con un lector de pantalla el cual dicta todo lo que aparece en pantalla y los botones seleccionados.

La funcionalidad de *UbicaT* es muy sencilla ya que puede ser activado con un botón físico en el dispositivo o desde cualquier parte de la pantalla. Cuando *UbicaT* se

encuentra activo, el sistema cuenta con un botón de toda la pantalla que le permite al invitado activar o desactivar el sistema en cualquier momento. Además es importante mencionar que durante todo el trayecto el dispositivo le indica por medio de voz al usuario que es lo que está realizando. En cuanto *UbicaT* se activa, el módulo de sensado comienza a leer las señales que el dispositivo encuentre a su alcance, al momento de reconocer una señal, el dispositivo informará al usuario su posición, por medio de un mensaje de voz.

## 4 Resultados Preliminares

Para evaluar que *UbicaT* sea un sistema que realmente pueda posicionar al invitado en un área predefinida se tuvieron que analizar la cobertura real de la red dentro del campus mediante la recopilación de la intensidad de la señal recibida por el dispositivo en lugares transversales para el desplazamiento de los invitados. Además se realizó un levantamiento de mediciones de coordenadas GPS para asegurar su posición y finalmente se implementó un algoritmo basado en geo-cercas para definir perímetros que nos ayuden a mejorar la precisión de la posición.

### 4.1 Escenario

El escenario donde se plantea el uso del sistema es el campus central de la Universidad de Colima (UdC), el área está cubierta por una serie de puntos de acceso los cuales se muestran en la figura 3.



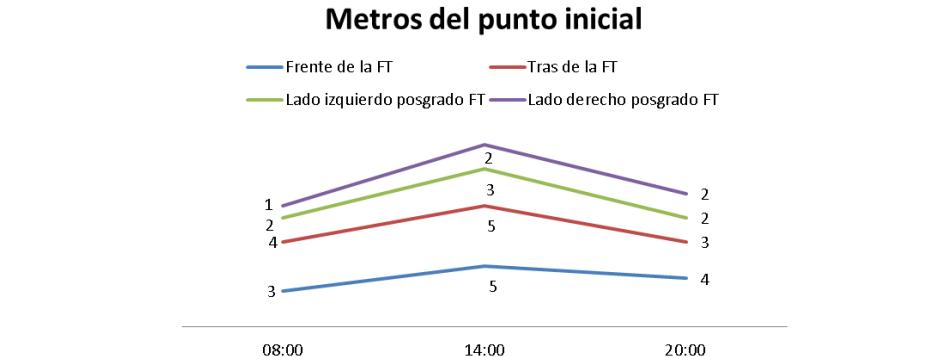
**Fig. 3.** Mapa de puntos de acceso del campus central de la UdC [11].

En el mapa puede observarse que los puntos de acceso se encuentran dispersos, y que en algunas áreas la cobertura es poca o nula. Un aspecto a señalar es que todos los puntos de acceso se llaman “WUCOL”, ya que conforman la red inalámbrica con ese mismo nombre. Por lo anterior, para identificar cada punto de acceso es necesario utilizar la información de su dirección MAC (Media Access Control).

## 4.2 Resultados

Para evaluar el desempeño de *UbicaT*, se hicieron pruebas en el mismo lugar de la obtención de datos. Los datos fueron obtenidos con software gratuito de escaneo de Wi-Fi que se utilizó la aplicación llamada *Ligero WiFi Scanner* por JerzycowCode y GPS que se utilizó la aplicación llamada *Compartir mi Coordenadas GPS*, por TappiApps amas aplicaciones fueron obtenidas de Google Play.

El recorrido de prueba se realizó con una versión de prueba de *UbicaT*, teniendo en su base de datos solo 4 lugares, durante tres días consecutivos cubriendo tres horarios durante el día, 8:00, 14:00 y 20:00 horas, haciendo recorridos por las zonas identificadas para detectar el funcionamiento de cálculo del posicionamiento y establecer su precisión. En la figura 4 se muestra un ejemplo de las zonas de prueba del día uno y la distancia en metros del punto central de la geo-cerca.



**Fig. 4.** Las líneas de colores indican en qué momento del día existe mayor distancia del punto exacto, FT (Facultad de Telemática)

Los resultados de las pruebas fueron positivos, el algoritmo puede posicionar en un rango de 1 a 5 metros de precisión a partir del punto central de la geo-cerca, por lo cual un invitado puede saber su posición en las regiones donde se probó el sistema con un margen de error de  $\pm 5$  metros en promedio de los resultados de los tres días de prueba.

El rango de error es variable debido a la inestabilidad de la señal *Wi-Fi* así como del *GPS*, las condiciones ambientales como la lluvia, el sol, frío o calor y el número de usuarios conectados a la red, son factores que repercuten en la calidad de la intensidad que reciben los aparatos, es por eso que *UbicaT* fue probado en diferentes horas del día y diferentes días.

## 5 Conclusiones

En este escrito se presenta *UbicaT*, un sistema asistivo basado en tecnologías *Wi-Fi* y *GPS* y que tiene como propósito ayudar a que los invitados se ubiquen dentro del campus universitario, es decir, facilitarles a tener autonomía de desplazamiento. Los resultados obtenidos muestran que este sistema es capaz de posicionar a un invitado en un rango no mayor a 5 metros a la redonda, por lo que se considera una

herramienta de apoyo importante para la orientación de las personas con discapacidad visual. Una de las ventajas de *UbicaT* es que hace uso de la infraestructura existente en el campus, por lo que se considera una solución factible al no requerir de la implementación de equipos adicionales. Como trabajo futuro se pretende mejorar la exactitud de *UbicaT* y agregar más funcionalidades como avisos indicando que hay caminos cerrados por construcción, por ejemplo. De igual manera se realizará una evaluación de usabilidad, ya que por ahora sólo se ha probado la funcionalidad del algoritmo y no se han realizado pruebas con los usuarios finales.

## Referencias

1. Battro, A., Computación y aprendizaje especial: aplicaciones del lenguaje Logo en el tratamiento de niños discapacitados (1986).
2. OMS Ceguera y problemas visuales. Organización Mundial de la Salud, (2011).
3. INEGI Censo sobre discapacidad visual en México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, (2011).
4. Annan, K., "Building the Information Society: a global challenge in the new Millennium", in World Summit on the Information Society (2003): Ginebra.
5. Opletec, ALVA Satellite Braille Display series, (2009).
6. CareTec, GalaTee - Braille Keyboard, (2011).
7. Microsoft. Accesibilidad en productos Microsoft, (2010).
8. Tan, Y.K. and A.G. Dempster, Using two global positioning system satellites to improve wireless fidelity positioning accuracy in urban canyons. IET Communications, (2011).
9. Zirari, S., P. Canalda, and F. Spies, WiFi GPS based Combined positioning Algorithm. Wireless Communications, Networking and Information Security (WCNIS), (2010).
10. Mok, E., Using outdoor public WiFi and GPS integrated method for position updating of knowledge-based logistics system in dense high rise urban environments. Supply Chain Management and Information Systems (SCMIS), (2010).
11. Guzmán, K., Red Inalámbrica de la Universidad de Colima. Dirección General de Servicios Telemáticos, (2012).