

Sistema para la interacción activa con autobuses de rutas urbanas de Panamá para personas con discapacidad visual

System for active interaction with urban bus routes in Panama for visually impaired people

Rafael Alejandro Vejarano ^{1*}, Ángel Henríquez ¹, Héctor Montes ²

¹ Facultad de Ingeniería de Sistemas Computacionales, Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá

² Facultad de Ingeniería Eléctrica, Centro de Automática y Robótica CSIC-UPM, Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá

*Autor de correspondencia: rafael.vejarano@utp.ac.pa

RESUMEN— El presente proyecto propone un sistema innovador que permite organizar un sistema de transporte inclusivo en las rutas urbanas en la República de Panamá, dirigido a mejorar la movilidad de las personas en situación de discapacidad visual, fomentando la integración social y mejorando la calidad de vida de este colectivo mediante el uso de la tecnología con iniciativas solidarias y activas. En este artículo se exponen las características principales de las aplicaciones ViDis y Bus, las cuales están diseñadas e implementadas por el grupo de investigación del proyecto MOVIDIS del Centro Regional en el Coclé de la Universidad Tecnológica de Panamá. Estas apps han sido desarrolladas para teléfonos inteligentes basados en Android, que proporcionan asistencia a personas con discapacidad visual para que puedan, en forma independiente, hacer uso del sistema de transporte público de pasajeros en Panamá. El sistema Bus informa a la persona con discapacidad visual sobre la ubicación del autobús y la distancia estimada de arribo al lugar donde esta persona se encuentra mediante comandos de voz y, adicionalmente, estando en el autobús, le proporciona información sobre las paradas durante el recorrido del autobús para que la solicite. Paralelamente, el sistema ViDis provee a la app Bus, la localización de la persona con discapacidad visual. De esta manera existe una interacción activa entre la persona con discapacidad visual y el conductor del autobús.

Palabras clave— *Personas con discapacidad visual (PcDV), Android, GPS, movilidad, inclusión social, sistemas de localización en tiempo real.*

ABSTRACT— This project proposes an innovative system that allows the organization of an inclusive transportation system on urban routes in the Republic of Panama, aimed at improving the mobility of people with visual impairment, promoting social integration and improving the quality of life of this group using the technology with solidarity and active initiatives. This article presents the main features of the ViDis and Bus applications, which have been designed and implemented by the research group of the MOVIDIS project at the Centro Regional de Coclé of the Universidad Tecnológica de Panamá. These apps have been developed for Android-based smartphones, which provide aids to visually impaired people so that they can, independently, make use of the public passenger transport system in Panama. The Bus system informs the visually impaired person about the location of the bus and the estimated arrival distance to the place where this person is located, by means of voice commands. Additionally, when this person is on the bus, the Bus app provides him/her information on stops during the tour of the bus to him/her request it. At the same time, the ViDis System provides to the Bus app the location of the visually impaired person. Thus, there is an active interaction between the person with visual impairment and the bus driver.

Keywords— *People with visual impairments (PwVI), Android, GPS, mobility, social inclusion, Real-time location systems.*

1. Introducción

Cuando se utiliza el sistema de transporte público de pasajeros, los viajeros aspiran a saber con claridad el tiempo de llegada del autobús a la parada en donde se encuentran y también el tiempo que se utiliza hacia dónde se dirigen. Una larga espera puede derivar en ansiedad e impaciencia. La situación es aún más crítica cuando se trata de un pasajero con discapacidad visual, el cual requiere confiar en otras personas para poder elegir el transporte correcto que lo llevará a su destino, afectando

también su movilidad e independencia. Se estima que a nivel mundial existen 285 millones de personas con discapacidad visual, según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), y casi el 90% de ellas vive en países de ingresos bajos [1], por lo que dependen completamente del transporte público de pasajeros para movilizarse de un lugar a otro o, simplemente, no se movilizan, lo cual va en detrimento de su integración social como ser humano. Jefferson Ramírez, un colombiano con discapacidad visual, en una entrevista

Citación: R. Vejarano, A. Henríquez y H. Montes, "Sistema para la interacción activa con autobuses de rutas urbanas de Panamá para personas con discapacidad visual", *Revista de I+D Tecnológico*, vol. 14, no. 2, pp. (17-23), 2018.

Tipo de artículo: Original. **Recibido:** 27 de febrero de 2018. **Recibido con correcciones:** 3 de septiembre de 2018. **Aceptado:** 16 de octubre de 2018.

Copyright: 2018 R. Vejarano, A. Henríquez y H. Montes. This is an open access article under the CC BY-NC-SA 4.0 license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

dada en Pulso Social [2] indica que “el objetivo principal de una persona con discapacidad visual es el ser lo más independiente posible”.

Actualmente, los sistemas personales de seguimiento en tiempo real hacen posible la localización de personas, vehículos y cualquier objeto que los porte [3, 4]. Estos, utilizados en el transporte público, permiten en tiempo real la localización y estimación del tiempo de llegada de los autobuses a las diferentes paradas. Sin embargo, muchas agencias de transporte no cuentan con sistemas de localización e información para los pasajeros, con lo cual se disminuye el confort y la seguridad de los pasajeros en estas agencias con respecto a otras que lo posean. Esto puede ser debido a la falta de recursos económicos, al tipo de modelo de transporte, leyes, cultura social, poca iniciativa, tipo de red, incluso el nivel del país, etc.

Como ejemplo de los sistemas que se están desarrollando para la localización de autobuses se puede citar un proyecto realizado por la Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador, en el cual se ha desarrollado una aplicación para informar a la comunidad universitaria en tiempo real, de los tiempos de llegada de los autobuses. Esta aplicación está dirigida a dispositivos móviles Android, haciendo uso de GPS, un mapa de rutas, una base de datos local y un algoritmo de cálculo donde se realiza la consulta y la velocidad de circulación del autobús, la cual genera el tiempo estimado de llegada [5].

Adicionalmente, en la Universidad Visakhapatman en la India, se propone un sistema de rastreo portable basado en dispositivos móviles, el cual envía las coordenadas de localización del autobús obtenidas por el GPS a una base de datos, que luego puede ser accedida por los pasajeros y con una vista de localización con *Google Maps* [6].

Por otro lado, existe una aplicación basada en iOS para Apple que está en uso en Escocia [7], cuyo objetivo es el de asistir parcialmente a los usuarios en la búsqueda de las paradas de autobuses y el de avisarles la hora de salida del siguiente autobús y de qué parada. Esta app se llama *Scot Talk*. Utilizan mensajes de voz y también los usuarios pueden conocer cuál es la siguiente parada para solicitar su bajada, si fuese necesario. Aplicaciones similares existen en la mayoría de los países de Europa, sin embargo, ellos cuentan con una infraestructura de logística de transporte excelente, autobuses adaptados para la buena atención al ciudadano, una infraestructura

urbanística adaptada al ciudadano, una cultura en el cuidado de todas sus instalaciones por parte de la población, entre otras múltiples ventajas, lo que hace, relativamente fácil, la implementación de este tipo de tecnologías que se describen en este artículo.

En este sentido, la Universidad Tecnológica de Panamá, a través del proyecto MOVIDIS (<http://movidis.utp.ac.pa/>) ha desarrollado la app Bus [8, 9], que permite comunicar a una persona con discapacidad visual (PcDV) con el autobús, con la finalidad de recibir información sobre localización y estimación de distancia del autobús con respecto a la parada en donde se encuentra ubicado, mediante un servicio de alertas informativas audible y confiable. Bus es una aplicación basada en Android, que utiliza los servicios de un registro de coordenadas de localización, así como GPS y algoritmos que permiten el cálculo con gran exactitud de la localización del autobús y de la estimación del tiempo de arribo a las paradas. Adicionalmente a la aplicación Bus se ha desarrollado la app ViDis, la cual está instalada en el teléfono inteligente que porta la PcDV. Ambas aplicaciones interactúan entre ellas para que la PcDV pueda solicitar las paradas de subida y de bajada dentro del sistema autobuses-paradas utilizado para la validación del sistema desarrollado.

Las app diseñadas y desarrolladas dentro del proyecto MOVIDIS tienen algunas diferencias con respecto a otras aplicaciones que están implementadas en otros países, por ejemplo, la *Scot Talk* [7]. Entre otras diferencias se puede mencionar que las aplicaciones en MOVIDIS están diseñadas principalmente para que personas con discapacidad visual puedan interactuar de manera amigable con ella, para el logro de los objetivos mencionados. Adicionalmente, tiene diferencias sutiles y muy localizadas en el entorno local, ya que no se cuenta con una base de datos establecida y con las etiquetas de las paradas dentro de la ruta del autobús, además, de la metodología en la conducción de autobuses en Panamá, que dista de la conducción en Escocia, Europa, etc. Estas sutilezas también han sido consideradas en las apps dentro del marco del proyecto MOVIDIS.

El entorno de estudio se ha establecido en la ciudad de Penonomé, Provincia de Coclé, debido a las facilidades de acceso a la Universidad Tecnológica de Panamá, cuyo centro de ubica en esta ciudad, y a los recursos aportados por esta universidad en la investigación realizada. El método responde a un diseño

de *software* y *hardware* libre, que mediante pruebas controladas describen la funcionalidad de la app Bus. Como principal resultado se ha obtenido la comunicación entre los subsistemas implementados en las apps Bus y ViDis. Esta última app es utilizada por la PcDV para proporcionarle información para aportar ayudas a su movilidad autónoma, como ha sido mencionado anteriormente.

Para la realización de este proyecto se han utilizado los tipos de investigación exploratoria, descriptiva y aplicada mediante un modelo evolutivo de desarrollo de *software*, en el cual las especificaciones y requerimientos se entrelazan con las actividades de desarrollo y validación de las diferentes versiones de las aplicaciones implementadas.

El proceso de localización ha sido puesto a prueba en el estudio previo que se realizó con la aplicación TEUBICA basada en Android, el cual informa a una persona con discapacidad visual el lugar donde se encuentra en ese momento [10]. Esta aplicación también ha sido desarrollada dentro del marco del proyecto MOVIDIS. El objetivo de la tecnología es satisfacer las necesidades humanas utilizando los recursos disponibles. De esa manera, la tecnología se constituye con varias aristas: su tendencia a expresarse, uso oportuno de los recursos a su alcance, manejo adecuado de los materiales, y la información que se posee sobre ello, con la finalidad de responder eficazmente a las diferentes necesidades de las personas en la sociedad. Así, el objetivo científico tras este proyecto es proveerle a una PcDV una herramienta tecnológica de uso amigable que le permita independencia y seguridad para el acceso al transporte público de pasajeros mediante el uso de las aplicaciones habilitadas.

En este proyecto se plantea la siguiente interrogante: ¿es posible desarrollar un sistema que permita a una PcDV solicitar a un autobús que le recoja en una parada determinada y que le deje en otra parada específica mediante el uso de la tecnología electrónica asistida?

Este artículo está organizado en cuatro secciones. En la primera sección se realiza una introducción al trabajo presentado en este artículo, explorando brevemente otros proyectos similares. La descripción de sistema propuesto se desarrolla en la sección dos. La sección tres expone la fase de experimentación y la discusión de los resultados obtenidos. Finalmente, las conclusiones se presentan en la sección cuatro.

2. Descripción del sistema

El sistema de interacción con el autobús está compuesto por la app Bus y un teléfono inteligente basado en Android (en donde está instalada esta app), con el cual se puede navegar por el GPS y con los datos de telefonía local. Este teléfono se instala en el autobús de manera portable y de fácil acceso al conductor. Este dispositivo envía periódicamente su posición de coordenadas GPS, dada en longitud y latitud, que se compara con datos almacenados en una base de datos (implementada dentro del proyecto MOVIDIS), que se encuentra en un servidor, y que posee sitios específicos en una ruta utilizada para la experimentación. Una PcDV, en posesión de un teléfono inteligente, por medio de la aplicación ViDis (que está instalada en ese teléfono) puede obtener la localización del autobús, si lo solicita. Las coordenadas de localización del autobús y de la PcDV, que se encuentran en las paradas respectivas o durante el tránsito del autobús, se introducen a una función dentro de la app Bus, la cual notifica su último punto de verificación (parada) y proporciona el tiempo estimado de llegada a la PcDV, a través de la app ViDis, si esta lo ha solicitado. Esta información se actualiza constantemente de forma automática, manteniendo informado a la PcDV de cualquier cambio en el tiempo de arribo, ya que se pueden registrar demoras por diversas razones, tales como el congestionamiento vehicular, accidentes, etc. La app Bus se comunica mediante notificaciones denominadas “*push*” con la app ViDis, que son mensajes breves entre ellas aunque no se tengan las aplicaciones encendidas en ese momento en los teléfonos móviles [11].

La combinación de los sistemas ViDis y Bus, permiten a una PcDV lograr cierta autonomía al momento de utilizar el servicio de transporte público de pasajeros en Panamá. Este logro resulta de mucha importancia para estas personas, ya que no cuentan con ningún tipo de ayuda en este sentido y, además, aporta un paso adelante en la inclusión social de las mismas, al proporcionar un grado adicional de autonomía a las PcDV en su movilización en el sistema de transporte público masivo de Panamá.

2.1 Arquitectura del sistema

El sistema de interacción activa entre la PcDV y el autobús consta de un teléfono inteligente que se ubica en el autobús, una capa de servicio PHP que se comunica

con una base de datos MySQL y otro teléfono inteligente que posee la PcDV. En esta arquitectura se utiliza *FireBase*, la cual es una solución de mensajería multiplataforma que permite enviar mensajes en cualquiera de las siguientes formas: a dispositivos individuales, a grupos de dispositivos [12]. Tanto la app Bus como la app ViDis están construidos en Android. La app Bus utiliza los servicios del sistema GPS del lado del sistema ubicado en el autobús. Esta arquitectura se puede observar en la figura 1.

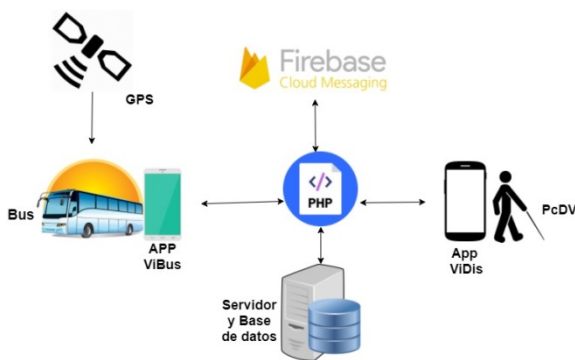


Figura 1. Arquitectura Bus.

La comunicación entre los subsistemas se da mediante una capa de servicio en PHP que conecta al servidor de base de datos, el cual almacena la información de localización del autobús en intervalos de tiempo, con el dispositivo móvil que porta la PcDV.

2.2 Funcionamiento

La PcDV inicia la comunicación mediante la solicitud del autobús desde la app ViDis. La app Bus, ubicado en el teléfono móvil instalado en el autobús, recibe un mensaje de alerta que le indica que una PcDV requiere el servicio de transporte en una parada en particular. Mediante el GPS, se obtienen los datos de localización del autobús y se envían a la base de datos. El móvil de la PcDV recibe la localización actual del autobús y mediante mensaje de voz se le informa acerca de la proximidad del autobús. El proceso de localización se repite periódicamente hasta que el autobús se encuentre en la parada, donde se encuentra la PcDV, la cual abordará el autobús. Una vez la PcDV se encuentra en el autobús, el sistema (a través de la app ViDis) le informa sobre sitios conocidos (etiquetados) y paradas a lo largo del recorrido. Cuando el vehículo se encuentra próximo

al destino, o en cualquier momento, la PcDV desde su aplicación ViDis solicita su parada, entonces, la app Bus recibe una alerta que se le muestra en pantalla al conductor y este ejecutará el protocolo de acercamiento y detención del vehículo en la parada solicitada.

3. Experimentación y Resultados

En la fase de experimentación se ejecutaron tres series de pruebas las cuales evaluaban la usabilidad de las app (grado de facilidad de uso de la aplicación por parte de la PcDV), así como una prueba de caja negra para determinar la funcionalidad del sistema. La primera consistió en verificar los puntos de localización y de recepción de los avisos en el móvil, tanto en las apps ViDis como en la app Bus. Para ello se establecieron 10 puntos de verificación. Se fijó un recorrido de 6 Km, aproximadamente, entre el punto de partida (Parada A) hasta el punto de llegada (Parada B), ubicado en la Universidad Tecnológica de Panamá, Centro Regional de Coclé (véase la figura 2). La velocidad máxima de los vehículos móviles utilizados en las pruebas fue de 70 km/h, aproximadamente.

Inicialmente, para evaluar los puntos de verificación, se realizó un recorrido con un automóvil particular. A medida que se transitaba, la app ViDis recibe las notificaciones en coordenadas de latitud y longitud desde la app Bus de cada uno de los 10 puntos de control, al entrar dentro de la zona de tolerancia establecida de cada uno de los puntos. Sin embargo, durante esta primera prueba no fueron detectados nueve de los diez puntos de control. Se concluye que se debió a la latencia en el acceso a la red de datos del sistema de telefonía pública, tanto en 3G como en 4G, en la ciudad de Penonomé, la cual impidió la recepción oportuna de los datos almacenados en la nube y, por lo tanto, no se producían las notificaciones en el tiempo adecuado. Esta evidencia fue comprobada, ya que las tecnologías de módem de teléfonos celulares sufren de alta latencia debido a la naturaleza de las comunicaciones al aire libre [13]. Según lo descrito en [13], se indica que aunque se tenga un ancho de banda amplio existe latencia en la transmisión/recepción de los datos debido a la utilización de un protocolo de comunicación inadecuado, ya que se interpone en medio de la transmisión. También se indica que, en conexiones de datos móviles, la latencia varía entre distintos operadores y puede oscilar entre los 100 y

los 1000 milisegundos, y es mucho mayor si el objeto se encuentra en movimiento, que es el caso del autobús.



Figura 2. Ruta de prueba.

Se observaron fallos en la conexión entre la app ViDis y la localización de las paradas utilizando para ello el depurador de código en Android (*debugger*). Después de esta primera serie de pruebas experimentales, se introdujeron modificaciones a la arquitectura original del sistema, eliminando la consulta de datos en la nube y colocando los puntos de verificación directamente dentro de la aplicación ViDis. Con estas modificaciones se mejoró el tiempo de acceso y la identificación efectiva de los puntos de verificación. En este caso se lograron obtener las correspondientes notificaciones en cada uno de los 10 puntos marcados de la ruta de prueba (véase la figura 2).

La figura 3 presenta una representación gráfica de la experimentación realizada. En la figura 3(a) se muestra la app ViDis dentro del dispositivo móvil utilizado, con la notificación de llegada a la parada. En el fondo, se puede observar la Parada B del recorrido. En la figura 3(b) se muestra la pantalla de la app ViDis con la notificación de llegada del autobús a la parada solicitada. Es evidente que esta notificación se realiza por mensaje de voz para que la PcDV pueda recibirla.



(a) (b)

Figura 3. Representación gráfica de la experimentación realizada. (a) Notificación en la app ViDis dentro del automóvil, en la Parada B (destino seleccionado). (b) Notificación en la app ViDis.

La segunda serie de pruebas experimentales consistió en ubicar a una persona con el teléfono móvil de la PcDV en la parada de autobuses de la Universidad Tecnológica de Panamá (parada B). Esta envía una solicitud de parada al autobús, la app Bus la recibe y el conductor ejecuta la acción de detenerse para transportarla. Se marcaron nuevos puntos de notificación y se realizó el recorrido con un vehículo particular, como simulador de un autobús. Cuando el teléfono móvil localizado en el autobús entra a una región o zona cuyas coordenadas se encuentran en el rango establecido de cercanía a la parada, se envía una alerta a la PcDV, que consta del nombre del lugar en dónde se encuentra el autobús y el tiempo aproximado de llegada. Esta segunda prueba experimental fue realizada con éxito las veces que fue ejecutada, considerando la metodología experimental diseñada para estas pruebas.

Finalmente, se realizó una tercera serie de pruebas controladas con una PcDV para validar el grado de funcionalidad del sistema. Inicialmente, se instruyó a la PcDV en el uso de la aplicación ViDis con todas sus funcionalidades, por ejemplo, como solicitar las paradas de subida y bajada del autobús, entre otras. La figura 4 muestra a una PcDV, en una de las paradas ubicadas en la ruta utilizada para las pruebas (ver figura 2), solicitando la parada del autobús próximo a la parada. Durante ese momento, la PcDV recibe la información desde la app Bus de la distancia y el tiempo aproximado de llegada a la parada. En la figura 5 se presenta a una PcDV utilizando la aplicación ViDis durante el tránsito de ella hacia su parada de destino. Durante el recorrido del autobús, la PcDV es capaz, por medio de la app

ViDis, conocer las diferentes paradas del recorrido y solicitar, de manera amigable, la parada de bajada.

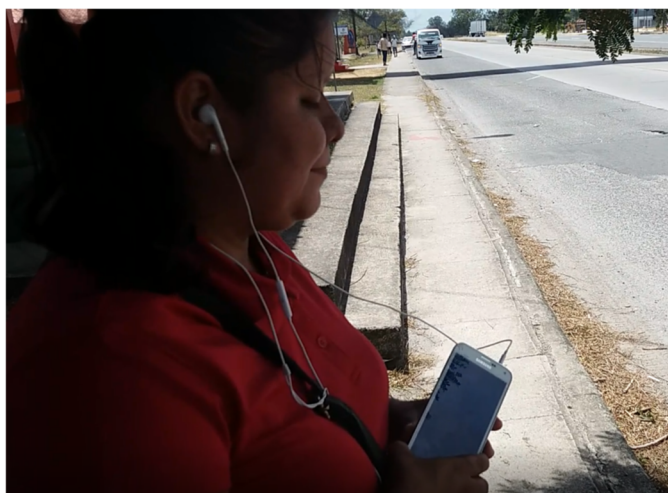


Figura 4. Persona con discapacidad visual solicitando el autobús en la parada.

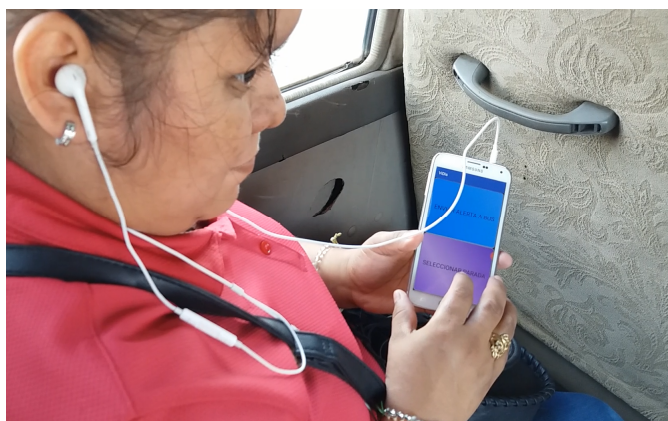


Figura 5. Persona con discapacidad visual sobre el autobús utilizando la app ViDis, durante un momento de la tercera serie de pruebas.

Desde que el autobús se aproxima a la parada en donde está la PcDV (dentro del rango de acción establecido) y cuando la PcDV está dentro del bus, la app Bus establece la comunicación con la app ViDis, en donde le envía datos de la localización por donde transita el bus a la app ViDis. Por lo tanto, la PcDV estaba consciente, en cada momento, de la ubicación del autobús.

La tercera serie de pruebas fue exitosa y validó la usabilidad de la interacción de las apps ViDis y Bus, dentro de la metodología de experimentación diseñada. Posteriormente a estas pruebas, se realizó una entrevista

controlada a la PcDV para conocer su grado de satisfacción en el uso de la app ViDis. La PcDV señaló que la app es de fácil uso después de un entrenamiento breve, que la interacción con el bus es adecuada ya que los colaboradores del bus aportan ayudas a las PcDV en su movilización interna, y que le aportan un alto grado de tranquilidad para transitar con el bus.

4. Conclusiones

La adopción generalizada de la Convención Internacional sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad (CPRD) [14], exige la accesibilidad de la tecnología permitiendo un acceso fácil e instantáneo a las personas con discapacidad y que pueden utilizarlas en una diversidad de maneras para vivir con independencia y realizar sus actividades diarias. Las personas con discapacidad visual dependen, total o parcialmente, según la gravedad de su discapacidad, de un lector de pantalla para poder manejar un computador o de un teléfono móvil, entre otros dispositivos. Sin embargo, el trabajo presentado en este artículo utiliza indicadores audibles para ayudar a un PcDV a utilizar el transporte público de pasajeros en Panamá.

El elevado grado de penetración y la disponibilidad de tecnologías de asistencia hacen del teléfono móvil una plataforma ideal para la entrega de una amplia gama de aplicaciones y servicios. Las nuevas tecnologías han dejado de ser consideradas como un obstáculo para la inclusión de las personas con discapacidad, a ser herramientas para mejorar su calidad de vida y su participación en la sociedad. Un aporte a esta mejora en la calidad de vida de las PcDV es, precisamente, este proyecto MOVIDIS que realiza una contribución importante en la autonomía de la movilización de estas personas dentro del marco del transporte público masivo en Panamá. Para ello, en este trabajo, se hace uso de tecnología exequible, ya que, generalmente, estas personas la utilizan para sus propósitos.

5. Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado dentro del marco del proyecto MOVIDIS financiado por la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Panamá (SENACYT) con el Contrato por Mérito N.º 109-2015-4-FID14-073. Se agradece efusivamente a la Srta. Itzel Ortega (PcDV) por colaborar con la realización de una parte de las experimentaciones. Héctor Montes,

también, agradece al Sistema Nacional de Investigación (SNI), por el apoyo que realiza a sus miembros.

6. Referencias

- [1] OMS. (2014). Ceguera y discapacidad visual. Nota Descriptiva N.º282. Agosto de 2014. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/es/>
- [2] Pulso Social. (2016, Abr.). "Una app ayuda a las personas con discapacidad visual a acceder al transporte público". [Online]. Disponible en: <http://pulsosocial.com/2016/04/01/una-app-ayuda-personas-discapacidad-visual-acceder-transporte-publico/>
- [3] T. Lacoma. (2016, May.). "5 of the Best Personal GPS Tracking Devices". [Online]. Gadgetreview. Disponible en: <http://www.gadgetreview.com/5-of-the-best-personal-gps-tracking-devices>.
- [4] Stanley-Security. (2017, Ago.). "Sistema de localización y seguimiento". Disponible en: <http://www.stanley-security.com/aeroscout/sistema-de-localizacion-y-seguimiento.html>
- [5] L. Enciso-Quispe, J. Correa, E. Quezada, P. A. Quezada-Sarmiento and E. Zelaya-Policarpo. "System of location and control of time of arrival of university buses using smartphone". In Proc. 12th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), Lisbon, 21-24 June, pp. 1-6, 2017.
- [6] K. Sujatha, P. V. N. Rao, K. J. Sruthi and A. A. Rao. "Design and development of android mobile based bus tracking system". In Proc. First International Conference on Networks & Soft Computing (ICNSC2014), Guntur, pp. 231-235, 2014.
- [7] Traveling Scotland Ltd. (2018, Ago.). "Scot Talk for iPhone". Disponible en: http://download.cnet.com/Scot-Talk/3000-20428_4-76053316.html
- [8] H. Montes, I. Chang, G. Carballeda, J. Muñoz, A. García, R. Vejarano and M. Armada. "MOVIDIS: first steps toward help the mobility of people with visual disability in Panama". In: Proc. RoboCity16 Open Conference on Future Trends in Robotics, May 26-27, Universidad Politécnica de Madrid, Chapter 26, pp. 211-218, 2016.
- [9] H. Montes, I. Chang, G. Carballeda, J. Muñoz, A. García, R. Vejarano, Y. Saez. "Design of a System to Support the Mobility of Visually Impaired People". In: Proc. 21st International Conference on Climbing and Walking Robot and Support Technologies for Mobile Machines. Robotics Transforming the Future. Elsevier, pp. 33-40, 2018.
- [10] G. Carballeda, A. Arcia, R. Pérez, and H. Montes. "Aplicación Móvil para el Monitoreo de Personas con Discapacidad Visual". Tecnología y accesibilidad, Vol. 1, Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones para mejorar la Accesibilidad. P. Ingavélez, J. R. Hilera y C. Timbi (Eds), pp. 93-100, 2016.
- [11] T. Li, X. Zhou, L. Xing, Y. Lee, M. Naveed, X.F. Wang, and X. Han. "Mayhem in the Push Clouds: Understanding and Mitigating Security Hazards in Mobile Push-Messaging Services". In: Proc. The 21st ACM Conference on Computer and Communications Security (CCS 2014), 3-7 Nov, Scottsdale, Arizona, pp. 978-989, 2014.
- [12] Tutorialspoint. "Firebase". 2017. Disponible en: https://www.tutorialspoint.com/firebase/firebase_tutorial.pdf
- [13] I. Grigorik, I. *High Performance Browser Networking: What every web developer should know about networking and web performance*. O'Reilly Media, Inc., 2013.
- [14] BOE. (21 abril 2008). "Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad", Naciones Unidas. Boletín Oficial del Estado, España, pp. 20648-20659. Disponible en: <https://www.boe.es/boe/dias/2008/04/21/pdfs/A20648-20659.pdf>