

BASTÓN INTELIGENTE PARA PERSONAS CON PROBLEMAS VISUALES²³ INTELLIGENT CANE FOR PEOPLE WITH VISUAL PROBLEMS

Valentín Trujillo-Mora²⁴

Rafael Rojas-Hernández²⁵

Elvira Ivone González-Jaimes²⁶

Jorge Bautista-López²⁷

Asdrúbal López-Chau²⁸

Pares evaluadores: Red de Investigación en Educación, Empresa y Sociedad – REDIEES.²⁹

²³ Derivado del proyecto de investigación: Bastón Inteligente para Personal con Problemas Visuales clave 5039/2020CIF

²⁴ Dr. Valentín Trujillo Mora, Profesor de Tiempo Completo, Ingeniería en Computación, Universidad Autónoma del Estado de México, correo electrónico: vtrujillom@uaemex.mx

²⁵ M. en C. Rafael Rojas Hernández, Profesor de Tiempo Completo, Ingeniería en Computación, Universidad Autónoma del Estado de México, correo electrónico: rrojashe@uaemex.mx

²⁶ Dra. Elvira Ivone González Jaimes, Profesor de Tiempo Completo, Licenciatura en Psicología, Universidad Autónoma del Estado de México, correo electrónico: eigonzalezj@uaemex.mx

²⁷ Dr. Jorge Bautista López, Técnico Académico de Tiempo Completo, Ingeniería en Computación, Universidad Autónoma del Estado de México, correo electrónico: jbautistal@uaemex.mx

²⁸ Dr. Asdrúbal López Chau, Profesor de Tiempo Completo, Ingeniería en Computación, Universidad Autónoma del Estado de México, correo electrónico: alchau@uaemex.mx

²⁹ Red de Investigación en Educación, Empresa y Sociedad – REDIEES. www.rediees.org

La Investigación como Eje de Desarrollo ISBN: 978-958-53472-6-7

DOI: <https://doi.org/10.34893/qd1p-0r09>

3. BASTÓN INTELIGENTE PARA PERSONAS CON PROBLEMAS VISUALES³⁰

Valentín Trujillo-Mora³¹, Rafael Rojas-Hernández³², Elvira Ivone González-Jaimes³³, Jorge Bautista-López³⁴, Asdrúbal López-Chau³⁵

RESUMEN

En el presente trabajo se propone el diseño e implementación de un bastón inteligente para personas con problemas visuales, se busca que resulte ser una herramienta y una solución práctica de bajo costo y de óptima calidad con base tecnológica, para personas con discapacidad visual. Para ello se hace uso de tarjetas de desarrollo que pueden ser implementadas y programadas para analizar la información proveniente de diversos sensores y ejecutar los resultados a través de actuadores. El principal objetivo del uso del bastón consiste en detectar obstáculos, hoyos, escaleras, desniveles en la superficie, y mediante el uso de alarmas generar una alerta al usuario que será audible y con vibración mecánica. La tecnología que se utiliza en el bastón le proporciona al usuario con discapacidad visual algunas ventajas para ampliar su movilidad de forma más segura y en definitivo mejorar la calidad de vida de este. Cabe mencionar que ya se hicieron las pruebas de utilidad del prototipo inteligente. Como trabajo a futuro se busca agregar la parte de geolocalización del usuario en todo momento, y el trazado de rutas como una ayuda extra para mejorar el traslado del usuario a distintos puntos que desee, esta será de manera audible (si solo presenta discapacidad visual) a su destino, la exactitud será dependiente de los dispositivos de geolocalización que se tengan en el mercado.

³⁰ Derivado del proyecto de investigación: Bastón Inteligente para Personal con Problemas Visuales clave 5039/2020CIF

³¹ Dr. Valentín Trujillo Mora, Profesor de Tiempo Completo, Ingeniería en Computación, Universidad Autónoma del Estado de México, correo electrónico: vtrujillom@uaemex.mx

³² M. en C. Rafael Rojas Hernández, Profesor de Tiempo Completo, Ingeniería en Computación, Universidad Autónoma del Estado de México, correo electrónico: rrojashe@uaemex.mx

³³ Dra. Elvira Ivone González Jaimes, Profesor de Tiempo Completo, Licenciatura en Psicología, Universidad Autónoma del Estado de México, correo electrónico: eigonzalezj@uaemex.mx

³⁴ Dr. Jorge Bautista López, Técnico Académico de Tiempo Completo, Ingeniería en Computación, Universidad Autónoma del Estado de México, correo electrónico: jbautistal@uaemex.mx

³⁵ Dr. Asdrúbal López Chau, Profesor de Tiempo Completo, Ingeniería en Computación, Universidad Autónoma del Estado de México, correo electrónico: alchau@uaemex.mx

ABSTRACT

In this paper, the design and implementation of a smart cane for people with visual problems is proposed, must be a tool and a practical solution of low cost and of optimal quality with a technological base, for people with visual disabilities. For this, development cards are used that can be implemented and programmed to analyze the information from various sensors and execute the actuators. The main objective of the use of the cane consists of detecting obstacles, holes, stairs, unevenness in the surface, and using alarms to generate an alert to the user that will be audible and with mechanical vibration. The technology used in the cane provides the visually impaired user with some advantages to expand their mobility safer way and ultimately improve their quality of life. It is worth mentioning that the utility tests of the intelligent prototype have already been carried out. As future development, it is sought to add the geolocation part of the user, and the tracing of routes as an extra help to improve the transfer of the user to different points that he wishes, this will be audibly (only presents visual disability), the exactitude will depend on the geolocation devices on the market.

PALABRAS CLAVE: Bastón blanco inteligente, discapacidad visual, calidad de vida, problemas visuales.

Keywords: Smart white cane, visual impairment quality of life, visual problems.

INTRODUCCIÓN

Alrededor del 80% de la información que entra a nuestro cerebro es a través sentido de la vista, y cuando presenta algún problema o carecemos de él, nuestro desempeño cotidiano se ve afectado. Además, si nuestra actividad a realizar involucra el desplazamiento de un lugar a otro, el medio ambiente en el que nos desenvolvemos presenta continuamente modificaciones o adecuaciones de vialidades y edificios. En la mayoría de las ocasiones los cambios son evidentes o anunciados por medio de señalamientos, sin embargo, para una persona con discapacidad visual esto no resulta adecuado y en ocasiones pueden ser peligros latentes en la integridad de la persona. Con el apoyo de un dispositivo tecnológico las personas con discapacidad visual tendrían una herramienta para que les indique los posibles riesgos al momento de estarse desplazando, por ejemplo, un bastón de desplazamiento inteligente.

Existen en la actualidad distintos tipos de discapacidad presente en las personas como motriz, visual, auditiva, mental y de lenguaje por citar algunas. Sin embargo, la vista es uno de los sentidos más importantes para los seres humanos, ya que la carencia de este sentido limita a las personas en distintas maneras, primordialmente al momento de desplazarse en exteriores desconocidos. Con base en la definición de discapacidad visual descrita por [Mon] esta comprende a las personas carentes completamente de la vista y a las que tienen debilidad visual, llamadas también con visión baja o subnormal; esta debilidad puede estar provocada por una merma en la agudeza visual, perjudicando la calidad o el recorte en el campo visual. Para el caso de México la Comisión Nacional de Derechos Humanos (CNDH) señala que la discapacidad visual puede considerar a la ceguera como la ausencia total del sentido de la vista y a la debilidad visual como la reducción significativa del sentido de la vista. En el primer caso las personas tienen el impedimento de valerse por sí mismas en las actividades que requieren exclusivamente de la capacidad de ver, y para el segundo caso limita a las personas a realizar las actividades por ellas, sin importar los elementos de apoyo con los que cuenten (lentes, lupas u otros) [INEGI].

Es posible considerar que una persona con discapacidad visual puede llevar una vida en principio confortable dentro de un único espacio confiable, el cual conoce a la perfección,

sin embargo, el problema surge en el momento que es necesario salir del espacio de confort para realizar nuevas actividades.

En grandes ciudades existen adaptaciones o ayudas, buenas y malas para ayudar a que las personas con discapacidad visual transiten sin complicaciones por las calles, edificios, plazas o el transporte público, por ejemplo, rampas en esquinas, losas podódactiles, semáforos con alarmas sonoras, indicaciones en sistema Braille. Sin embargo, es necesario que las personas tengan las habilidades necesarias o los instrumentos para moverse o desplazarse de manera independiente [Conafe] [SSER].

Además, existen dos causas primordiales que dificultan los desplazamientos de las personas en lugares públicos y privados exteriores o interiores: el deterioro y mal diseño de las vías públicas y las actitudes sociales de las personas que no consideran que, al colocar ciertos objetos en las banquetas, calles o comercios, están poniendo en peligro a transeúntes que pueden sufrir lesiones al pasar por ahí [Pyun] Figura 1.

Figura 1. Problemas en el desplazamiento



Para la segunda causa lo único que es posible hacer para su remedio es concientizar a la población de cómo sus acciones afectan a los demás; sin embargo, para la primera causa, existen muchas maneras de resolverlas.

Una de las ellas es a través de la educación básica especial para niños, misma que se imparte en centro de enseñanza o escuelas especiales. Dicho apoyo debe de ser a través de profesores que conozcan los problemas y las maneras de afrontarlos y resolverlos, sin embargo, estos dependerán también de cada niño y su familia, ya que estos constituyen un pilar fundamental para la integración.

De esta manera al proporcionar las habilidades necesarias o los instrumentos para lograr una independencia para moverse y desplazarse por cualquier parte, será posible lograr la inserción en espacios libres desde temprana edad.

Para ello también, existen muchos materiales y apoyos específicos para que tanto niños y adultos con discapacidad visual pueden tener una vida productiva y de aprendizaje como [Conafe][SSER]: ábacos, libros en Braille, cajas de matemáticas, tablas de trazo y bastón de desplazamiento.

No obstante, a los apoyos proporcionados existen causas primordiales que dificultan el desplazamiento de las personas en lugares públicos y privados, tanto en exteriores como interiores. El deterioro y mal diseño de los edificios y espacios, escaleras sin indicaciones, baches, coladeras rotas, objetos en banquetas, calles y comercios, bloqueo de rampas de acceso, para citar algunos ejemplos. Todo lo anterior puede ser evitado si se concientiza a la población de cómo las acciones tomadas afectan a terceros. Uno de los instrumentos con los que las personas con discapacidad visual cuentan es el bastón de desplazamiento o también llamado “bastón blanco”, que es un tubo de metal, palo o vara que posibilita percibir los obstáculos en el camino y evitar accidentes [Conafe]. También [Mon] indica que para un buen uso del bastón blanco es necesario que el usuario aprenda la técnica Hoover, que le permite a la persona desplazarse en forma autónoma y segura, la cual consiste en el uso adecuado de un bastón de características especiales. Utilizar las herramientas tecnológicas, que avanzan a pasos agigantados en la actualidad, para desarrollar dispositivos de apoyo a personas con alguna discapacidad es cada vez más común; ya que con el uso de sensores y actuadores es posible adquirir datos y referencias del entorno de desplazamiento.

El avance tecnológico en nuestros tiempos camina a pasos agigantados, y se ha posicionado en muchos sectores de nuestra sociedad. Uno de ellos es poder disponer de tecnología de fácil uso para la interacción de la electrónica y un entorno de desarrollo sencillo. Por todo lo anterior, es posible lograr que dicha tecnología sea usada para satisfacer las necesidades de personas con alguna discapacidad (en nuestro caso visual), para brindar una mejor calidad de vida.

MATERIAL Y MÉTODOS

Durante esta investigación nos enfocaremos en la parte del apoyo a través de un bastón de desplazamiento o también llamado bastón blanco.

De acuerdo con [CONAFE] un bastón de desplazamiento es tubo de metal, palo o vara que posibilita percibir los obstáculos en el camino y evitar accidentes, Figura 2.

Figura 2. Uso del bastón blanco



También [Mon] indica que para el uso del bastón blanco es necesario aprender la técnica Hoover, que le permite a la persona ciega desplazarse en forma autónoma y segura y consiste en el uso adecuado de un bastón de características espaciales.

Prototipos de un bastón blanco con tecnología han sido desarrollados en gran parte del mundo, como en el año 2001 donde se presenta en [Bor] un bastón con sensores ultrasónicos para detectar sólo obstáculos, sin embargo, resultaba ser grande y pesado; siguiendo la línea en el uso de sensores ultrasónicos se tienen mejoras [Ulrich][Abd][Wang][Bor], sin embargo, se enfocan en la detección de obstáculos y no de baches. En [Bouh] podemos observar que realizan una comparativa de tres métodos de detección: laser, radar y ultrasonido mostrando sus principios, alcance y costo; y por lo cual ellos utilizan una cámara y visión artificial para su prototipo.

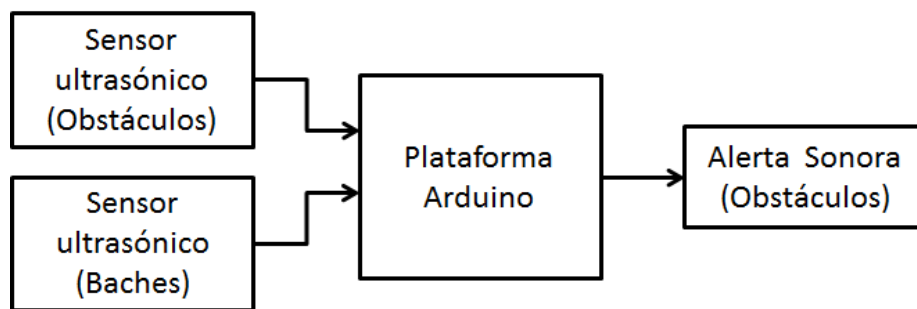
De todos los modelos anteriores se observa que son utilizados sólo para detectar objetos a partir de una altura media de la persona hacia el suelo y en ningún caso una anomalía en la superficie, como agujeros o baches, coladeras abiertas o rotas, o similares.

Al observar que el mejor método y además económico resulta hacer uso de sensores ultrasónicos, es que hemos decidido utilizarlos, además de agregar un punto extra para la detección de baches.

Para realizar el prototipo del bastón blanco fue necesario realizar el diseño del sistema de control, Figura 3, cuyos componentes principales son:

- Sensor ultrasónico para la detección de obstáculos
- Sensor ultrasónico para la detección de baches.
- Buzzer para alerta sonora de obstáculos y baches.
- Plataforma de desarrollo física Arduino [Ard].

Figura 3. Sistema de control



El material electrónico utilizado para la elaboración del bastón blanco se muestra en la Tabla 1.

Tabla1. Materiales electrónicos utilizados

Elemento	Cantidad
Plataforma de desarrollo Arduino Nano	1
Sensor ultrasónico	2
Buzzer	2
Batería 9V	1

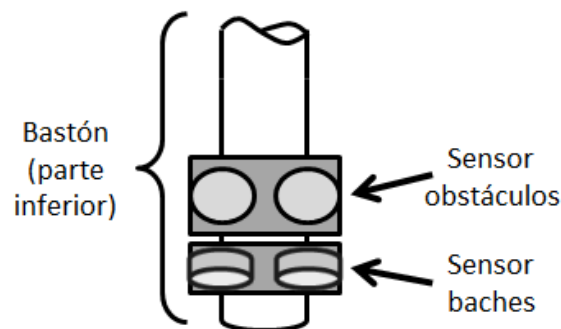
*La Investigación como Eje de Desarrollo ISBN: 978-958-53472-6-7
DOI: <https://doi.org/10.34893/qd1p-0r09>*

Cable calibre 22	120 (cm)
Soldadura de estaño	100 (cm)
Resistencia 1omh	2
Switch un tiro un polo	1

Para la construcción del bastón, es necesario un material liviano (peso menor a 100 gramos) y resistente, en el cual se adaptan los sensores ultrasónicos, dispositivos de alerta, batería y unidad de desarrollo. Se utilizó un tubo de aluminio de 3.81 cm de diámetro (1 ½”) y 120 cm de longitud, dentro del cual se colocaron los cables y la unidad Arduino.

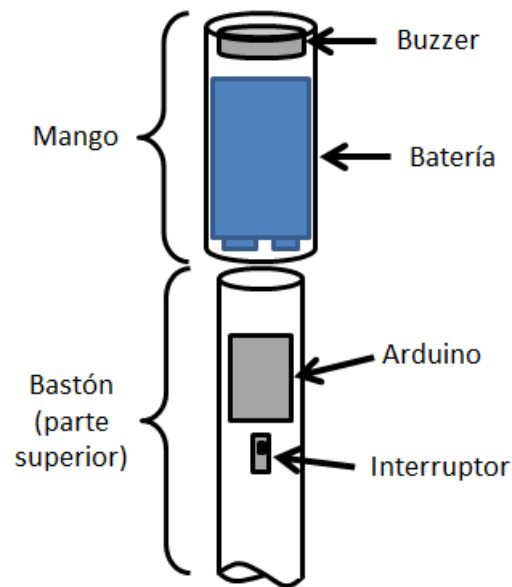
Los sensores fueron colocados en la parte inferior del bastón a una distancia, de la punta, de 3 cm para el de baches y 8 cm en el caso de obstáculos, Figura 4.

Figura 4. Ubicación de sensores



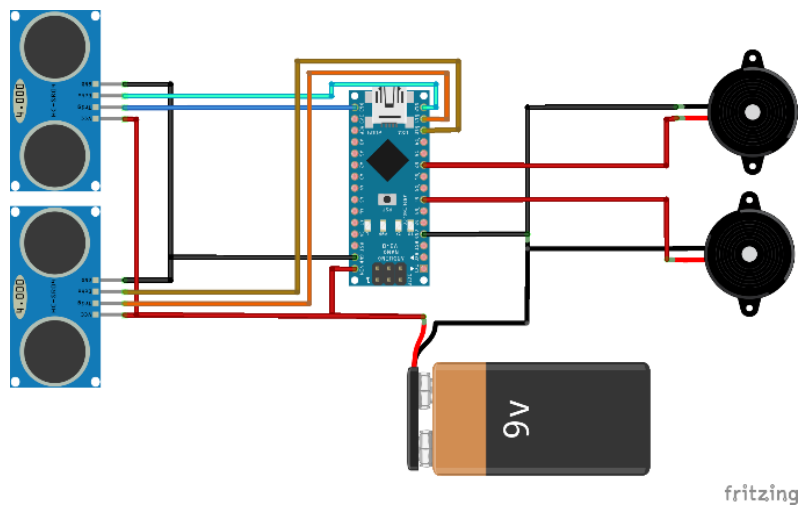
Además, es necesario contar con mango para sujetar el bastón; se utilizó un mango de goma (similar al de las herramientas de construcción), el cual además de cumplir con la ergonomía para tomarlo con una mano, funciona como receptáculo para almacenar la batería y el buzzer, Figura 5.

Figura 5. Bastón y mango



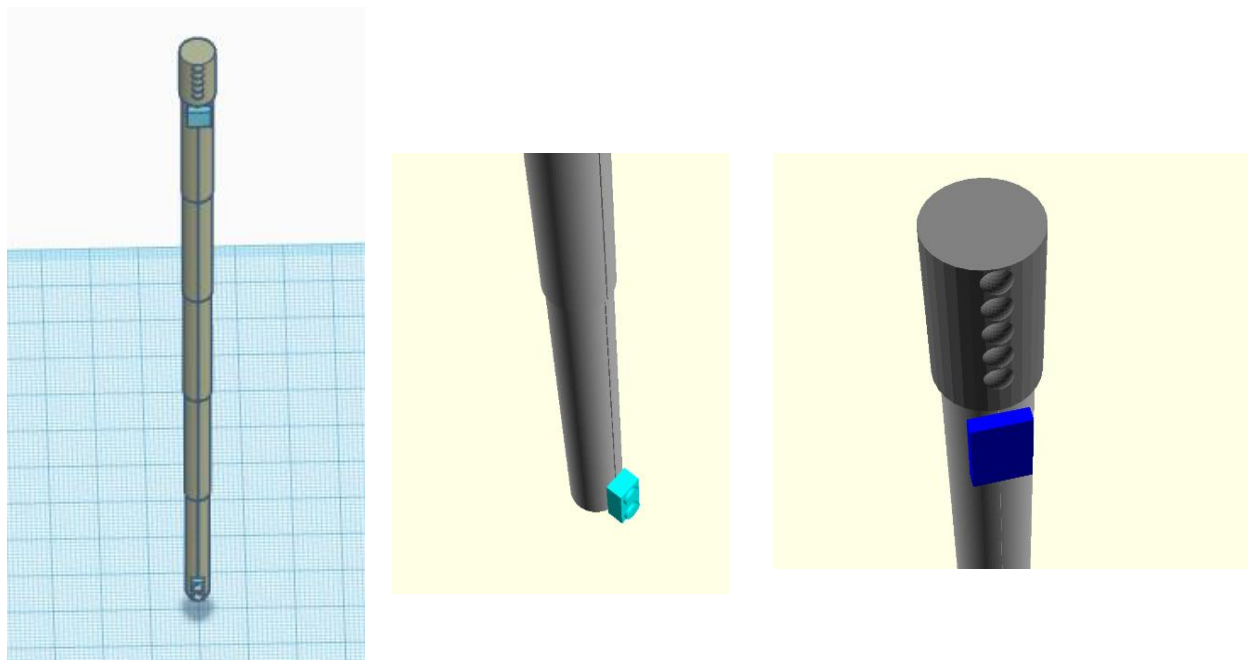
En la Figura 6, se puede observar de manera didáctica como es que está constituido electrónicamente el dispositivo de control.

Figura 6. Diagrama de la electrónica[Fritzing]



En la figura 7 puede observar el prototipo del bastón, la colocación de sensores y la alarma sonora y debajo de ella la de vibración (va dentro del bastón), cabe mencionar que toda la parte de electrónica, tarjetas programables y alimentación va dentro del mismo bastón.

Figura 7. Prototipo de bastón de la izquierdo, al centro la colocación de sensores y a la derecha la colocación de las alarmas sonora y de vibración mecánica.



RESULTADOS

La función del sensor para obstáculos es determinar cuando un obstáculo (u objeto) está presente frente al usuario, para nuestros experimentos se realizaron pruebas con una distancia de 70 cm, cuyas respuestas fueron excelentes y con ello, contar con la distancia necesaria para anticipar y prevenir al usuario.

En el caso del sensor para bache, su función es determinar si existe un bache (hoyo, zanja) que tenga una profundidad mayor a 5 cm, es decir cuando detecte un desnivel en el suelo mayor o igual a 5 cm enviará la alerta al usuario y hará que esté prevenido.

Cabe mencionar que estas alarmas de sonido y vibración son diferentes, así la persona será capaz de saber qué es lo que tiene frente a él y así podrá actuar para su seguridad y comodidad, es decir, las alertas sonoras y las de vibración están programadas con una frecuencia característica el momento en que se presenta determinado caso.

También se hizo una encuesta de satisfacción ante las características físicas del prototipo, lo que se muestra en la siguiente tabla. Esta encuesta se aplicó a 20 usuarios de edad entre 21 y 60 años de ambos géneros y con ceguera causada por enfermedad accidentada o nacimiento.

Tabla 2. Encuesta de satisfacción

Características físicas	Muy de acuerdo	De acuerdo	Indiferente	Desacuerdo	Muy Desacuerdo
Peso		2			
Tamaño único		5			
Resistencia		0			
Maleabilidad en lo plegable	2				
Agarre (mango)	7				
Detección de objetos y uniformidad del suelo	0				
Intensidad del sonido y vibración	6				

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Con base en las pruebas realizadas, el sistema presentado funciona de manera adecuada, al detectar la gran mayoría de obstáculos y baches, considerando las características de prueba del equipo. Durante los experimentos se pudo observar que es necesario contar con un estudio a detalle de la mejor ubicación de los sensores, así como su alcance, ya que de ellos depende el buen funcionamiento. La encuesta realizada arroja buenos resultados del prototipo para las personas implicadas en su uso.

Cabe señalar que su uso adecuado requiere al principio, un proceso de entrenamiento y adaptación, que luego se verá compensado con beneficios que elevarán la calidad de vida del usuario con un bajo costo de inversión. En síntesis, la contribución mostrada con este prototipo de Bastón apoya a los sistemas de movilidad basados en dispositivos móviles para personas con discapacidad visual.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

[Abd] M. H. Abd Wahab, et al, Smart Cane: Assistive Cane for Visually-impaired People, IJCSI International Journal of Computer Science Issues, Vol. 8, Issue 4, No 2, July 2011.

[Ard] Arduino, <http://www.arduino.cc/es/>, consultada en junio de 2021.

[Conafe] Consejo Nacional de Fomento Educativo, Discapacidad Visual: Guía práctica para la inclusión en educación inicial y básica, SEP 2010.

[SSER] S. S. Espinoza-Ramos, “Discapacidad Visual”, Tesis de especialidad en necesidades educativas especiales, Universidad Panamericana, México 2011.

[Fritz] Diagrama elaborado con Fritzing Beta Versión 0.8.7, <http://www.fritzing.org>, consultada en diciembre de 2021.

[INEGI] Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Las personas con discapacidad en México: una visión sensal, México 2004.

[Mon] F. Mon, “Algunas definiciones en torno al concepto de discapacidad visual”, Periódico: El Cisne, Buenos Aires. Octubre de 1998.

[Wang] Y. Wang, K. J. Kuchenbecker. HALO: Haptic Alerts for Low-hanging Obstacles in white cane navigation. In Proceedings, IEEE Haptics Symposium, 527-532, March 2012.

[Bor] J. Borenstein and I. Ulrich, The GuideCane — A Computerized Travel Aid for the Active Guidance of Blind Pedestrians, Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation, Albuquerque, NM, Apr. 21-27, 1997.

[Bouh] S. Ammar Bouhamed, I. Khanfir Kallel, D. Sellami Masmoudi, New electronic white cane for stair case detection and recognition using ultrasonic sensor, International Journal of Advanced Computer Science and Applications, Vol. 4, No. 6, 2013.

[Ulrich] I. Ulrich, J. Borenstein², The GuideCane — Applying Mobile Robot Technologies to Assist the Visually Impaired, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, —Part A: Systems and Humans, Vol. 31, No. 2, March 2001.

[Pyun] Rosali Pyun, et al, Advanced Augmented White Cane with Obstacle Height and Distance Feedback, Advanced Augmented White Cane with Obstacle Height and Distance Feedback. IEEE International Conference on Rehabilitation Robotics (ICORR).