

DISEÑO Y DESARROLLO DE SISTEMA DE ORIENTACIÓN PARA INVIDENTES

CIN2014A50157

(6910) - CENTRO EDUC CRUZ
AZUL CAMPUS C AZUL HIDALGO

AREA: **Áreas de Convergencia.**
DISCIPLINA: **Mecatrónica y Robótica.**
TIPO DE INVESTIGACION: **Desarrollo Tecnológico.**

12/02/2014
Tula de Allende, HGO.

➤ INTEGRANTES:

Eduardo Alejandro JuárezLópez.

Marco Antonio Donis Castellanos.

Edson Emiliano Ríos Cortes.

Cesar Macías Sánchez.

➤ ASESOR:

M. en P. Luis Alberto Oviedo Trejo.

ÍNDICE

Tabla de contenido

Resumen	3
Resumen en Inglés (Summary)	¡Error! Marcador no definido.
Introducción	4
Objetivo general y específicos.	4
Metodología de investigación.....	5
Marco Teórico	5
Marco sociocultural	5
La Invidencia	5
Causas	6
Datos de interés	6
Entornos	6
Métodos tradicionales que emplean los invidentes para desplazarse:.....	7
Estadísticas sobre la ceguera que avalan el proyecto.	8
Marco Teórico Tecnológico	9
Desarrollo	10
Ejes de constitución.....	10
Simulación "La gallinita ciega"	12
Acerca de la inversión económica destinada al desarrollo del dispositivo	12
Resultados	12
Conclusiones	13
Bibliografía	13

RESUMEN

Objetivo: Desarrollar un bastón inteligente para invidentes, capaz detectar objetos próximos y ubicar obstáculos físicos que se encuentren a su paso.

Metodología: Para definir la problemática acerca de los invidentes se llevó a cabo una *investigación documental*, debido a que, primero fue necesario hacer una investigación profunda sobre el entorno social y familiar que viven los invidentes en su vida cotidiana, todo esto con el propósito de definir y conceptualizar de manera adecuada la problemáticas para poder plantearle una solución eficaz a través de la tecnología. Para el diseño y la construcción del bastón para invidentes, se empleó una *investigación del tipo desarrollo tecnológico y experimental*.

El proyecto consiste en el desarrollo de un sistema electrónico de orientación para invidentes, en base a un prototipo de bastón que alertará al usuario sobre obstáculos próximos, a través de una interfaz con aditamentos como sensores ultrasónicos y notificaciones por comandos de voz, y en su defecto, estímulos perceptibles al tacto.

Las funciones automatizadas serán gestionadas por una tarjeta ARDUINO UNO, que por la programación en C de un ciclo funcional, pondrá los aditamentos en rutinas de detección sincrónica para detectar obstáculos y desniveles que puedan poner en riesgo la integridad física del usuario.

Conclusiones: Los avances conseguidos hasta el momento demuestran que el presente proyecto es congruente con la resolución de la problemática y los objetivos planteados, de tal forma que mediante el dispositivo desarrollado es posible advertir sobre la ubicación de objetos próximos y evitar obstáculos en su camino.

SUMMARY

Objective: A smart cane for the blind development, able to detect nearby objects and physical obstacles placed in their path.

Methodology: To define the problem about the blind was required a documentary research, because it was first necessary to make a thorough investigation of the social and family environment living blind in their daily life, all with the purpose of define and conceptualize the problem properly to establish an effective solution through technology use. For the design and construction of the cane for the blind, the technological research and experimental development was used.

The project involves the development of an electronic guidance system for the blind based on a prototype that will alert the user to stick on upcoming obstacles, through an interface with hardware such as ultrasonic sensors and notifications by voice commands, and their default perceptible by touch perceptible stimuli.

Automated functions will be managed by an ARDUINO UNO card, by programming in C a duty cycle, putting attachments on synchronous detection routines to detect obstacles and slopes that could jeopardize the safety of the user.

Conclusions: The progress made so far show that this project is consistent with the resolution of the problem and the stated objectives, so that using the device developed may warn about the location of nearby objects and avoid obstacles in his path.

INTRODUCCIÓN

HIPÓTESIS

El desarrollo de un bastón inteligente que le permita al invidente detectar objetos a su alrededor, mediante un sistema de localización a distancia, será una herramienta funcional y práctica que le permita al usuario evitar obstáculos que dificulten su caminar.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Podemos aplicar la tecnología para crear un sistema de detección de objetos incorporado a un bastón para invidentes, de tal forma que detecte obstáculos potenciales en su camino?

JUSTIFICACIÓN

Actualmente, tras una revuelta ética, las personas con discapacidades persisten sufriendo la presencia de obstáculos en su desarrollo. Dentro de éste campo, se encuentran en medida significativa un gran número de personas que padecen discapacidad visual total o parcial y debido a que hay 39 millones de personas ciegas en el mundo¹, y en la República Mexicana: Según datos del INEGI, hay casi 500 mil mexicanos con esta discapacidad².

La tecnología es el medio de resolución a cualquier problema, por lo que este proyecto tiene la finalidad de atender la problemática antes mencionada, y debido a la inexistencia en el mercado de una tecnología similar a la que pretende desarrollar este proyecto, nuestro reto es encontrar esos adelantos tecnológicos aplicados, para mejorar la calidad de vida de las personas con ceguera.

Otro punto a favor del presente proyecto es la necesidad de una tecnología eficaz para la resolución de la problemática relacionada con la discapacidad visual, ya que según estadísticas de la OMS la atención de los problemas relacionados con la ceguera y la debilidad visual representa motivo de amplios fondos económicos destinados³.

Dentro de las pocas intervenciones que se han hecho a través de la tecnología en este campo, se encuentran las aplicaciones y sistemas de orientación comerciales (GPS, Smartphone) son limitados y a veces inservibles para personas con discapacidad visual, por lo que no representan gran utilidad para la solución a esta problemática que involucra las restricciones en cuanto al movimiento físico como principal desafío al que se enfrentan los invidentes.⁴

OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS

Generales:

¹Datos amfeco.org

² Estadísticas de INEGI 2010.

³ Estadísticas de la OMS 2011.

⁴El movimiento físico es uno de los desafíos más grandes para las personas invidentes, explica World Access fortheBlind.

- Desarrollar un bastón inteligente para invidentes, capaz detectar objetos próximos, con lo cual el invidente pueda saber la ubicación de obstáculos físicos que se encuentran a su paso.

Específicos:

- Diseñar la estructura del bastón
- Construir plataforma de sensores integrada al bastón
- Diseñar módulos comerciales para su adquisición por un bajo costo.
- Realizar pruebas del prototipo y comprobar que realice las funciones.

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Para definir la problemática social de los invidentes, empleamos una *investigación documental del tipo descriptivo*.

Para el desarrollo del bastón empleamos un tipo de investigación: *desarrollo tecnológico y experimental*

Empleamos el método deductivo al confirmar el proyecto por cuatro ejes fundamentales:

- Investigación documental.
- Diseño.
- Desarrollo:
 - + Construcción de las estructuras físicas (cuerpo del bastón).
 - + Desarrollo programación del software.
 - + Ensamblaje de los dispositivos electrónicos.
- Puesta en marcha.

Marco Teórico

Marco sociocultural

Discapacidad visual.

La discapacidad visual es "cualquier restricción o carencia (resultado de una deficiencia) de la capacidad de realizar una actividad en la misma forma o grado que se considera normal para un ser humano. Se refiere a actividades complejas e integradas que se esperan de las personas o del cuerpo en conjunto, como pueden ser las representadas por tareas, aptitudes y conductas"⁵.

La discapacidad visual moderada y la discapacidad visual grave se reagrupan comúnmente bajo el término "baja visión"; la baja visión y la ceguera representan conjuntamente el total de casos de discapacidad visual. Las personas con deficiencia visual queremos señalar a aquellas personas que con la mejor corrección posible podrían ver o distinguir, aunque con gran dificultad, algunos objetos a una distancia muy corta.

La Invidencia

La invidencia, o comúnmente denominada como ceguera, es la falta de visión y también se puede referir a la pérdida de la visión que no se puede corregir con gafas o lentes de contacto⁶. A continuación se muestra la clasificación de la ceguera:

- La ceguera parcial significa que la visión es muy limitada.
- La ceguera completa significa que no se puede ver nada, ni siquiera la luz (la mayoría de las personas que emplean el término "ceguera" quieren decir ceguera completa).

⁵ Definición de OMS.

⁶ "Tecnología para ciegos y deficientes visuales. Recopilación de recursos gratuitos en la Red" (2007)

- La ceguera puede ser resultado de una enfermedad, lesión, o cualquier otra condición que limite la visión. La ceguera legal significa que una persona posee una visión de 20/200 o menor, explica Iowa Department for the Blind. Por ejemplo, una persona que tiene 20/200 de visión puede ver objetos a 20 pies (6 metros) a diferencia de una persona con un perfecto 20/20 que puede ver a 200 pies (60,9 metros). Saber los desafíos que genera la ceguera puede ayudar a que las personas videntes comprendan los desafíos que las personas no videntes deben afrontar cada día.

Causas

La invidencia tiene muchas causas, las principales son⁷:

- Accidentes o lesiones a la superficie del ojo (como quemaduras químicas o lesiones en deportes)
- Diabetes
- Glaucoma
- Degeneración macular

Datos de interés

- 285 millones de personas se estima que ser personas con discapacidad visual en todo el mundo: 39 millones son ciegas y 246 tienen baja visión.
- Alrededor del 90% de personas con discapacidad visual en vivo del mundo, en los países en desarrollo.
- 82% de las personas que viven con ceguera son mayores de 50 años.

¿Qué pasa en el mundo con los invidentes?

Hablar hoy del Mundo de las personas ciegas o débiles visuales, es una buena oportunidad para reflexionar acerca de lo que hacemos como sociedad para facilitarles las mismas oportunidades y poder hacer su vida un poquito más sencilla.

Los casi 500 mil mexicanos con esta discapacidad tienen que buscar la manera de hacer su vida sin luz, y desgraciadamente, también tienen que aprender a soportar discriminación y algunos malos tratos al caminar por la calle o buscar trabajo.

Las oportunidades de los invidentes pueden ser tan reducidas que sólo tres de cada cien llegan a niveles superiores de educación, u obtienen un posgrado. Asimismo, según estadísticas del Comité Internacional Pro Ciegos, sólo 13 de cada 200 alumnos consiguen un buen empleo.

Cuidados especiales para invidentes

Entornos

Para diversos grados en diferentes circunstancias, las personas ciegas se enfrentan a retos significativos en el acceso al mundo físico.

Las personas con ceguera total o con poca visión usualmente tienen problemas para manejarse fuera de entornos conocidos. De hecho, el movimiento físico es uno de los desafíos más grandes para las personas invidentes, explica World Access for the Blind. Viajar o simplemente caminar por una calle llena de gente puede generar grandes dificultades. Por esta razón, muchas personas con poca visión caminan junto a un amigo o familiar que los ayude a conducirse en entornos desconocidos. De la misma forma, las personas invidentes deben aprender todos los detalles de su hogar. Los obstáculos grandes como mesas y sillas deben permanecer en un lugar para prevenir lesiones. Si una persona invidente vive con otras personas, cada miembro del hogar debe,

⁷ WHO. "[Magnitude and causes of visual impairment](#)"

diligentemente, mantener los pasillos libres de obstáculos y todos los objetos deben permanecer en su lugar.

Se refiere a la interacción con el entorno físico. ¿Cómo se sabe cuáles son y dónde están las cosas y cómo obtenerlos? ¿Cómo se entiende que uno es o cómo llegar a donde uno quiere ir? Ciegos personas pueden estar poco dispuestos a moverse libremente y cómodamente o, fuera de la aprehensión, la sociedad restringe el movimiento de la persona ciega. La investigación muestra que en el caso de los niños, es probable que esto impidiera muchas áreas del desarrollo que a la larga puede resultar en el desempleo, la falta de participación en la comunidad, el aislamiento social, desajuste psicológico, y una serie de enfermedades fisiológicas. Intencional, auto dirigido-movimiento es considerado como una de las áreas más difíciles que enfrentan las personas ciegas.

Consideraciones especiales hacia invidentes

- Infórmele a menudo y de manera detallada sobre lo que pasa a su alrededor.
- El orden es fundamental y facilita la búsqueda de las cosas, de no respetarse el lugar asignado a un objeto, tendrían que tocar por todas partes para encontrarlo.
- Cuando se ingresa a un recinto desconocido, se le debe describir lo mejor posible.

Mientras que la falta de la vista es a menudo compensada por la mejora de los otros sentidos, las barreras sociales y los mecanismos de protección de sobre frecuencia obstaculizan el desarrollo perceptivo y el desarrollo del movimiento funcional en las personas ciegas. Enfoques para hacer frente a los desafíos del movimiento de las personas ciegas han considerado tradicionalmente a estos desafíos desde una "déficit de perspectiva", y han tratado de remediar estas deficiencias percibidas por la reducción del proceso de movimiento en habilidades discretas, y el intento de reconstruir este proceso mediante la enseñanza de los clientes de estas habilidades. La eficacia de los resultados ha sido cuestionable. El mundo simbólico - se refiere a la representación del lenguaje y el intercambio de ideas e información a través de símbolos, entre ellos la palabra escrita y las imágenes. Sociedad utiliza la presentación de información a través de los símbolos para facilitar el intercambio de bienes, servicios e ideas.

Las personas ciegas hacen uso de las señales sonoras pasivas (variación de la acústica a través de las paredes, techos...), de las señales táctiles (depende del tipo de suelo, liso o con desniveles) y de las señales sonoras activas (ruidos de cierre de puertas, de escaleras mecánicas o de fuentes, por ejemplo).

Métodos tradicionales que emplean los invidentes para desplazarse:

El Bastón

Técnica de hoover: El bastón debe llevarse con el brazo un poco doblado, cerca del cuerpo y centrado por la línea media (puede tomarse como referencia el ombligo), la mano debe sujetar el bastón con el dedo índice prolongado a lo largo en la parte plana del mango y los dedos restantes sujetando el bastón. Si el bastón no se centra, la persona tiende a caminar torcida.

El bastón debe moverse realizando un semicírculo de derecha a izquierda, con el solo movimiento de la muñeca; la punta del bastón debe tocar el piso en los dos extremos del semicírculo y el arco que se hace en el piso deberá ser más o menos del ancho de los hombros, de esta manera se revisa la zona por donde la persona va a caminar y lo protege de los huecos o de tropezar con cualquier obstáculo u objeto que se encuentre en el piso, ya que con el resto del bastón la persona protege sus piernas y cintura.

Perros lazarillo, o perros guía

El perro lazarillo es una especialidad que demanda una gran selección y unas 300 horas de adiestramiento especializado.

Dependiendo de la escuela a la que pertenezcan estos ejemplares, la cantidad de habilidades varía en número, pero hay algunas que son básicas, como evitar obstáculos, encontrar puertas, guiar hacia asientos libres, y otras.

Pero las habilidades de un perro lazarillo no se limitan a lo aprendido en la escuela de adiestramiento, su vida al lado de su amo las 24 horas es una constante escuela de adiestramiento, por eso cada perro guía en particular sabe un repertorio distinto de cosas. En parte por las actividades de rutina de invidente, en parte por deducciones propias del perro, y en parte por el trabajo que el propio invidente hace con él durante toda su relación de cooperación mutua. Un perro lazarillo tiene un costo cercano a los U\$10.000, por lo que el otorgamiento de estos perros a los invidentes es, en general y según cada país, subsidiado por fundaciones, seguros y el estado.

Situación del perro guía de en los distintos países.

Hoy en día existen escuelas en la práctica totalidad de los países desarrollados. En los EEUU hay más de 11 escuelas, en Francia 10, en el Reino Unido la GDBA tiene más de 14 centros en todo el país, en Alemania 5, en Australia 2, Corea, en Japón 5, en Nueva Zelanda 1, en la República Checa, en Sudáfrica 1, en Italia 3, Irlanda 1, en Polonia 2, en Bélgica 2, Holanda, Canadá 2, Noruega 2, Suiza, en Israel 2, en Rusia y países del este existen varias escuelas y en España, disponemos de la Fundación Once del Perro Guía (FOPG).

Un gran número de estas escuelas están agrupadas en las Federaciones de los respectivos países y en la FEDERACIÓN INTERNACIONAL DE ESCUELAS DE PERROS GUÍA con sede en las oficinas centrales de la GDBA. En la actualidad hay unas 35 escuelas de todo el mundo asociadas en esta Federación.

La observación del panorama internacional nos muestra, que la existencia de los centros de adiestramiento de perros guía son un signo de desarrollo económico y social. Los centros de adiestramiento de perros guías pueden ser considerados como indicadores del grado de desarrollo de los servicios de protección social.

La diferentes formas jurídicas de las escuelas, en estos países, van desde Fundaciones u organizaciones benéficas que aceptan donaciones de empresas, del público en general y de los solicitantes de perro, a otras que obtienen financiación de los respectivos Gobiernos a través de Ministerios de Asuntos Sociales o de los seguros sanitarios. Algunas escuelas pertenecen o están financiadas por organizaciones filantrópicas de carácter internacional (Club de los Leones principalmente).

Estadísticas sobre la ceguera que avalan el proyecto

- En la República Mexicana: Personas que padecen alguna discapacidad: Más de un millón 795 mil.
- Porcentaje de esta población que padece discapacidad visual: 26% (según el INEGI)
- Según los datos del INEGI, En nuestro país hay casi 500 mil mexicanos con esta discapacidad.
- 285 millones de personas se estima que ser personas con discapacidad visual en todo el mundo: 39 millones son ciegas y 246 tienen baja visión.
- Alrededor del 90% de personas con discapacidad visual en vivo del mundo, en los países en desarrollo.

- 82% de las personas que viven con ceguera son mayores de 50 años.
- Según estadísticas de la OMS la atención de los problemas relacionados con la ceguera y la debilidad visual representa motivo de amplios fondos económicos destinados
- El movimiento físico es uno de los desafíos más grandes para las personas invidentes, explica World Access fortheBlind.

MARCO TEÓRICO TECNOLÓGICO

Entorno de desarrollo experimental Arduino.

Arduino es una plataforma de electrónica abierta para la creación de prototipos basada en software y hardware flexibles y fáciles de usar. Se creó para artistas, diseñadores, aficionados y cualquiera interesado en crear entornos u objetos interactivos.

El micro controlador en la placa Arduino se programa mediante el lenguaje de programación Arduino (basado en Wiring) y el entorno de desarrollo Arduino (basado en Processing). Los proyectos hechos con Arduino pueden ejecutarse sin necesidad de conectar a un ordenador, si bien tienen la posibilidad de hacerlo y comunicar con diferentes tipos de software (p.ej. Flash, Processing, MaxMSP). Las placas pueden ser hechas a mano o compradas montadas de fábrica; el software puede ser descargado de forma gratuita. Los ficheros de diseño de referencia (CAD) están disponibles bajo una licencia abierta, por lo que la librería está en constante modificación por desarrollares y usuarios trabajando bajo parámetro y otras demandas de proyectos. Las tarjetas Arduino permiten el manejo de datos digitales y el procesamiento de datos analógicos, por lo que el fundamento de herramienta para todos endurece sus bases.

Aplicaciones

Al ser Arduino una plataforma de desarrollo en base a código abierto y trabajo comunitario, la conformación y construcción de sistemas y proyectos se ve facilitada, por lo que un sinfín de opciones y demás aplicaciones se ven prometidos con este sistema. Arduino es usado en la elaboración de sistemas para fines educativos, la construcción de módulos industriales e incluso en la elaboración de proyectos para ocio. Es muy utilizado también en los entornos artísticos para crear obras más elaboradas, dada su facilidad de programación.

ARDUINO UNO

El Arduino Uno R3 es una placa electrónica basada en el microprocesador Atmega328. Cuenta con 14 pines digitales 'programables como entradas y salidas (de los cuales 6 pueden ser utilizados como salidas PWM), 6 entradas analógicas, un oscilador de 16MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, un cabezal ICSP, y un botón de reinicio⁸. Es alimentado por una entrada AC o puede hacerlo por el puerto USB integrado.

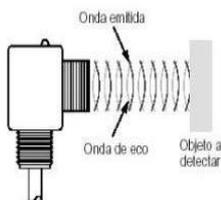


Micro controlador	ATmega328
Voltaje de Operación	5V
Pines de Digitales	14
Entradas/Salidas Digitales PWM	6
Pines de entradas analógicas	6
ClockSpeed	16 MHz

⁸Especificaciones Arduino UNO Rev3 <http://store.arduino.cc/>

Sensores ultrasónicos

El sensor ultrasónico tiene la función de detección de un objeto a distancia por medio de la emisión de una onda de ultrasonido, que es una onda acústica o sonora cuya frecuencia está por encima del umbral de audición del oído humano (aproximadamente 20.000 Hz).



Sensor HC-SR04.

El sensor ultrasónico HC-SR04 utiliza una onda ultrasónica para determinar la distancia a un objeto, como un modelo artificial de eco localización, que al ser emitido y rebotar sobre objetos, puede recuperar la distancia de la trayectoria en base al tiempo de emisión.⁹

Para iniciar la medición, el pin Trig del SR04 debe recibir un pulso de alto (5V) durante al menos 10µs, esto iniciará el sensor y transmitirá 8 ráfagas ultrasónicas a 40 kHz hasta que la ráfaga sea reflejada. Cuando el sensor detecta la ráfaga reflejada, se establecerá el pin Echo a alto (5V) y esperara por un período determinado (ancho), que es calculada de forma proporcional a la distancia. Para obtener la distancia, mida la anchura (Ton) de pin Echo.

Se utiliza un factor de conversión para mostrar la distancia en unidades lineales (centímetros, pulgadas).



Consumo energético	+5V DC
Rango de distancia hábil	2cm - 400 cm
Angulo efectivo	:<15°
Frecuencia ultrasónica	40 kHz.
Entradas/Salidas	Vcc, Trig, Echo, GND.

Tiempo = Ancho de pulso de Echo, en nosotros (micro segundos).
 Distancia en centímetros = Tiempo / 58.
 Distancia en pulgadas = Tiempo / 148.
 O bien, puede utilizar la velocidad del sonido, que es 340 m/s.

DESARROLLO

La elaboración del proyecto se fundamentó en TRES ejes de constitución (Fig.1), para poder lograr cubrir todos los aspectos de información, eficacia en el desarrollo técnico, siempre siendo congruentes con nuestra visión y nuestros objetivos, para que los resultados sean de total aceptación y principalmente, que nuestros horizontes de solución se vean ampliados.

Figura 1. Ejes de constitución

Ejes de constitución

- **Investigación documental.**

Para definir de manera adecuada el problema a que nos enfrentamos al tratar el tema de la invidencia, primero fue necesario realizar una investigación documental al respecto. A través de la abstracción de la problemática podemos generar ideas destinadas a la solución



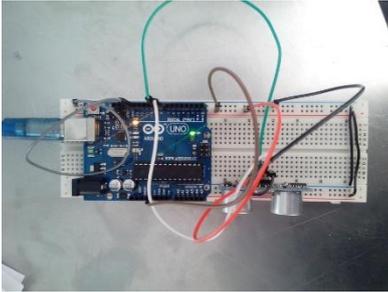
⁹ HC-SR04 Datasheet <http://users.ece.utexas.edu/~valvano/Datasheets/HCSR04b.pdf>

• **Diseño y Desarrollo**

“Nuestra problemática, antes difusa, se logró hacer más clara tras haber hecho un análisis en todas las variables estadísticas y consideraciones que engloben las discapacidades visuales. Sabíamos que la solución debía fundamentarse en la tecnología y que prometiera ser innovadora, trayendo con esto un desafío a nosotros mismos, que estábamos aun recatados en los conceptos básicos de la electrónica. No poseíamos ningún motivo cercano, como un familiar discapacitado o cosas por el estilo, pero si teníamos un reto prometedor, donde quizá, logrando nuestros propósitos, cambiaríamos una cultura, romperíamos dogmas y haríamos las cosas en nuestra sociedad un poco más sencillas para los que así lo requieren”¹⁰

Al analizar los métodos que eran empleados de manera convencional para orientar invidentes, pudimos concluir que debíamos tratar de evitar las deficiencias que estos poseían o dificultades que llegaban hasta solamente ofrecer. Dedujimos que un bastón, un dispositivo amigable para un ciego, debía ser la solución, adjuntándole elementos electrónicos que cometieran la función de orientar e incluso hasta ubicar de una manera un poco más “Inteligente”.

El diseño del bastón se basó en la configuración de aditamentos electrónicos como sensores (ULTRASONICOS) a un protocolo base de diseño (ARDUINO) y programación (ARDUINO SKETCHES).

BASTON(Fig.1)	HC-SR04 y Módulos Vibratorios (Fig.2)	ARDUINO UNO y ARDUINO Sketches (Fig.3)
		<pre data-bbox="927 987 1348 1323"> boston_sketch #define trigPin L3 #define echoPin L2 #define motor 11 #define led 10 long duration, distance; int velocidad; void setup() { Serial.begin(9600); pinMode(trigPin, OUTPUT); pinMode(echoPin, INPUT); pinMode(motor, OUTPUT); } void loop() { digitalWrite(trigPin, LOW); delayMicroseconds(2); digitalWrite(trigPin, HIGH); delayMicroseconds(10); digitalWrite(trigPin, LOW); duration=pulseIn(echoPin, HIGH); distance=duration/59.2; if (distance>200 distance<=0) </pre>

Tras analizar nuestro diseño prototípico, pasamos a analizar los elementos por separado:

- Bastón (Fig.2). La base del diseño. Un objeto adaptable a todo usuario y que resulta ser hasta un concepto de necesidad para todo invidente. Ubicamos los módulos en un extremo, ofreciendo mayor alcance de funcionalidad y reduciendo las complicaciones del manejo, y las dificultades producidas típicas de un bastón común y corriente con el implemento innovador de la tecnología.
- HC-SR04 y Módulos Vibratorios (Fig.3): Ubicamos los módulos en un extremo del bastón sobre una base inclinada, para evitar percances referentes al ángulo de funcionalidad y la interrupción de la señal por parte del pavimento. Son módulos que ofrecen un alcance preciso de hasta 50 cm. y que con uso del bastón, este se vería magnificado. El mango posee módulos vibratorios por base de motores, que sincronizados a los datos recopilados por los módulos ultrasónicos, cambian la intensidad de rotación y con esto, la vibración, haciéndola más estrepitada o ligera según la proximidad del objeto.

¹⁰ Bases personales del diseño, Eduardo Alejandro Juárez López, Edson Emiliano Ríos Cortés, Marco Antonio Donis Castellanos.

- ARDUINO UNO y ARDUINO SKETCHES (Fig.4): Manejamos la configuración de los puertos como entrada de nuestro módulo HC-SR04 y salidas a nuestros módulos vibratorios. EL HC-SR04 determina el tiempo de transmisión y recepción de una ráfaga ultrasónica calcula la distancia en función a un factor de velocidad. Así mismo, realiza una conversión dentro del sketch que programamos e imprime la distancia capturada en un monitor serial cada lapso de 50 milisegundos. Los valores de distancia, son tomados dentro del sketch, y por un código de escritura analógica, se transfieren a una salida digital como una línea sucesiva de datos al motor. En función a si la distancia aumenta o disminuye, estos valores, por cálculos matemáticos, cambian el ancho de los pulsos, por lo que los motores son controlados por una rutina de modulación de ancho de pulsos o PWM. Las rutinas de ambos dispositivos están ligadas a un ciclo funcional, por lo que la recuperación de la distancia así como la modificación del pulso de vibración es casi sincrónica.
- **Puesta en marcha.**Tras diseñar el prototipo, sometimos a simulaciones el dispositivo, donde vendamos a un sujeto y le dimos la posibilidad de moverse según las indicaciones del bastón.

Simulación "La gallinita ciega"

Empleamos este experimento llamado "La gallinita ciega" para recabar variables cualitativas, por lo que obtuvimos conclusiones del tipo descriptivo no cuantificado.

Fechas: 04/02/14, 05/02/14

Sujetos: Luis Gerardo Medina Morales (Edad: 18.), Aleric Cruz Camargo (Edad: 17.), Steve Alejandro Sánchez Olguín (Edad: 16.), Jorge Almazán Pacheco (Edad: 19.), Oscar Nieto Martínez (Edad: 17.), Luis Alberto Oviedo Trejo (Edad: 40.)

Modelo del dispositivo: Prototípico (UNICO).

Esta simulación se realizó con sujetos de prueba a los cuales les vendamos los ojos, quienes con ayuda del bastón inteligente se pusieron cara a cara con objetos que nosotros ubicamos en un escenario de obstáculos comunes como piedras, sillas, muros y desniveles. Los módulos vibratorios recuperaban la distancia y con los datos modificaban la velocidad del motor de manera efectiva al acercarse a los obstáculos. Los sujetos captaba las vibraciones y en base a ello, cambiaba la trayectoria de su andar.

Se pudo observar que el trazado de una ruta no es posible sin puntos de referencia, como módulos con bases de datos y otra clase de estímulos.

Acerca de la inversión económica destinada al desarrollo del dispositivo

Componente	Precio
Tarjeta Arduino	\$ 380.00 MN
Módulos	\$ 100.00 MN
Bastón ordinario	\$ 300.00 MN
Total	\$ 780.00 MN

RESULTADOS

- Las estadísticas demuestran que el mayor problema es la presencia de obstáculos físicos en el camino, así como la falta de referencias en las calles para la orientación, por lo que este dispositivo atiende dicha problemática
- La configuración de los módulos adquisitivos ha sido exitosamente probado, así como el sistema completo ha sido puesto en marcha y probado en funcionamiento correcto.

- El prototipo construido tiene un costo bastante accesible (\$ 780.00 MN) que necesita mucho menor inversión que la requerida para la obtención de un perro guía (Aproximadamente U\$10.000)
- Se espera el desarrollo de una base de datos, en el uso de paquetes informáticos como voces sintéticas para el desarrollo futuro de alertas sonoras.
- El dispositivo ha sido correctamente probado en condiciones reales, donde demostró tener un funcionamiento congruente con los objetivos planteados ya que detecto de manera satisfactoria los obstáculos próximos en el andar de la persona calles y caminos de una población muestra

CONCLUSIONES

Los avances conseguidos hasta el momento demuestran que el presente proyecto es congruente con la resolución de la problemática y los objetivos planteados, debido a que funciona de forma correcta en la detección de obstáculos próximos en el andar de una persona invidente.

El presente proyecto proporciona una forma innovadora para resolver esa problemática, debido a que evita la inversión de grandes cantidades de recursos económicos para la obtención de medios de desplazamiento tradicionales para invidentes como el perro guía, además de proporcionar una ventaja en funcionalidad respecto al bastón tradicional para invidentes.

De esta forma, constituye una resolución viable a diversos problemas relacionados de manera intrínseca con la debilidad visual y la ceguera, como lo son la dificultad para localizar objetos sobre todo en el entorno actual de interacciones sociales en el que se busca que todas los individuos se desarrollen con el mismo nivel de oportunidades a pesar de la problemática particular de cada persona.

BIBLIOGRAFÍA

- C. Pérez et al. Anne Sullivan, Hellen Keller, *El bastón blanco y los perros guía*. Polibea
- D. K. Cheng. *Fundamentos de electromagnetismo para ingeniería*. México, 1993.
- U.P. Salesiana. *Maestría en educación especial con mención en educación de las personas con discapacidad visual*. Pág. 43, 2007
- M.C.G. Ciria. *La construcción del espacio en el niño a través de la información táctil*, 1993. 1.2.0.1
- http://blogs.eluniversal.com.mx/weblogs_detalle.php?p_fecha=2007-06-29&p_id_blog=28&p_id_tema=3501
- www.arduino.cc7
- <http://www.worldaccessfortheblind.org/node/103>
- www.inegi.org.mx