

Implementación de un prototipo electrónico de asistencia sensorial y auditiva para el desplazamiento de personas con discapacidad visual total o parcial

Implementation of an electronic prototype of sensorial and auditory assistance for the movement of people with total or partial visual disability.

Javier Fernando Culqui Tipan^{1,*}, Diego Israel Bustillo Escola^{2,+}, Luis Alejandro Murillo Mantilla^{3,++}.
Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE^{1,2,3}.

{jfculqui@espe.edu.ec, dibustillos@espe.edu.ec, lamurillo@espe.edu.ec}

Fecha de recepción: 04 de abril de 2018 — Fecha de aceptación: 19 de abril de 2018

Resumen

En la actualidad, los dispositivos electrónicos y su aplicación a la ayuda de personas con discapacidad han transformado en un tópico de relevancia para profesionales e investigadores. En este trabajo se desarrolla un prototipo electrónico de decisiones basado en señales vibratorias y sonoras que permiten la identificación de posibles obstáculos al cual está expuesto el usuario. El modelo propuesto está compuesto por tres actividades: estructura conceptual, levantamiento y síntesis de información y valoración de alternativas. Las opciones se estiman según el tamaño, la factibilidad y su fuente de alimentación. De esta manera, el prototipo electrónico poseerá un sensor de proximidad ultrasónico, un mini motor vibratorio de disco, un transductor electroacústico, una batería y un micro controlador de alto rendimiento. Así, se presenta un dispositivo electrónico de detección proporcional de objetos a corta distancia a través de sonidos y vibraciones paulatinas que se incrementan en cuanto el obstáculo también lo hace o viceversa, mostrando a la prueba fallo y error como el método más adecuado para la obtención de conocimiento. Como trabajos futuros se plantea el empleo de detección de obstáculos con una cámara de video en el modelo y la integración de sistemas de asistencia visual en dispositivos electrónicos.

Palabras claves – Prototipo electrónico, discapacidad visual, detección de objetos, desplazamiento.

Abstract

Today, electronic devices and their application to help people with disabilities have become an important topic for professionals and researchers. In this work an electronic prototype of decisions is developed based on vibratory and sound signals that allow the identification of possible obstacles to which the user is exposed. The proposed model is composed of three activities: conceptual structure, collection and synthesis of information and assessment of alternatives. The options are estimated according to size, feasibility and power supply. In this way, the electronic prototype will have an ultrasonic proximity sensor, a mini disk vibrating motor, an electroacoustic transducer, a battery and a high performance micro controller. Thus, an electronic device is presented for the proportional detection of objects at short distances through gradual sounds and vibrations that increase as soon as the obstacle also increases or vice versa, showing failure and error as the most suitable method for obtaining knowledge. Future work will include the use of video camera obstacle detection in the model and the integration of visual assistance systems in electronic devices.

Key words – Electronic prototyping, visual impairment, object detection, displacement.

INTRODUCCIÓN

A partir del 2001, el concepto de discapacidad se concibe como argumento multidimensional que trasciende desde el concepto tradicional y

unidireccional de deficiencia y minusvalía de 1980¹ a un rol más positivo y amplio de oportunidad donde la discapacidad no se presenta como sinónimo de enfermedad [1]

*Ingeniero en Electromecánica, Magister en Seguridad y Defensa.

+ Ingeniero en Mecatrónica.

++ Ingeniero en Mecatrónica.

1 WHO, International Classification Of Impairments, disabilities, and handicaps; a manual if classification relating to the consequences of disease. Geneva: World Health Organization;1980

La discapacidad de tipo visual aqueja a un porcentaje significativo de la población mundial, aproximadamente 253 millones según la Organización Mundial de la Salud (OMS) de los cuales 36 millones se clasifican en el grupo de ceguera y los 217 millones con discapacidad visual moderada grave (Vision Loss Expert Group, 2017).

De esta manera distintas han sido las propuestas para lograr asistir a personas con esta discapacidad en sus actividades diarias [2] haciendo uso de diversos enfoques para la entrega de la información al usuario [3]- [4].

[2] Las alternativas han basado su desarrollo en elementos tradicionales de viaje como el bastón, implementando sensores electromagnéticos que anticipen al usuario la presencia de un obstáculo.

De igual manera, el uso de las redes inalámbricas Wifi han sido parte del desarrollo de asistencia de discapacidad visual logrando una interfaz entre un dispositivo móvil (celular) y otros elementos fijos que permiten conocer la ubicación del usuario a manera de un GPS [5].

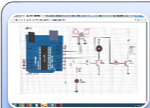
También, se han desarrollado métodos de localización de obstáculos que previenen la colisión usando la variación de forma de una cuadrícula, siendo aplicados en ayudas electrónicas de viaje como teléfonos inteligentes o cualquier dispositivo móvil [6].

En la actualidad (2018), dentro del contorno local (Ecuador) se desarrolló un dispositivo electrónico llamado HandEye [7], este estudio ofrece una alternativa comercial para las personas con discapacidad visual emitiendo sonidos y vibraciones como el objeto de orientar al usuario dentro de las modalidades interior y exterior. Sin embargo, en pruebas reales presenta aturdimiento auditivo al transmitir la información al usuario.

La metodología propuesta en el presente documento imita al dispositivo HandEye mientras usa tecnología Arduino optimiza la comunicación (sensorial y auditiva) con el usuario para el desarrollo efectivo y confortable con las personas con discapacidad visual.

METODOLOGÍA


La estructura del proyecto atraviesa por varias etapas entre simulación, implementación y pruebas



Simulación
• Software Proteus

Implementación

- Bateria de Litio de 130 mA
- Regulador de Voltaje
- Sensor ultrasonico de distancia
- Micro controlador ATMEGA328-AU
- Mini motor Vibrador de disco
- Buzzer



Pruebas

- Sonido
- Vibración
- Durabilidad de batería

Fig. Fig. 1. Proceso de implementación del prototipo electrónico

SIMULACIÓN

Con la asistencia del software Proteus y su extensión para Arduino se implementó la simulación del prototipo electrónico.

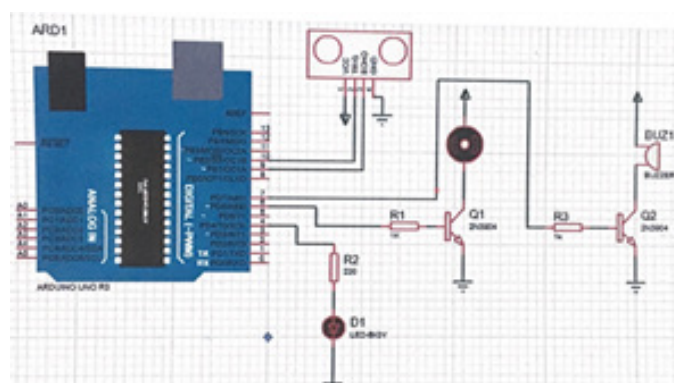


Fig. 2 Simulación en Proteus

La Fig. 2. Representa el diseño y simulación del prototipo electrónico con un módulo Arduino uno, un sensor ultrasónico de distancia, un mini motor vibrador, un buzzer, dos transistores NPN 3904, un led, dos resistencias de 1kΩ y una resistencia de 220Ω.

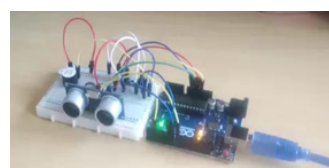


Fig. 3. Implementación del circuito en Protoboard

La implementación integral del prototipo (tal cual la Fig.3) representó una estructura robusta, no acorde a los objetivos planteados como prioritarios, para esto, se hizo necesario reducir el tamaño de los elementos que componen el prototipo, en especial el módulo Arduino para de esta manera agrupar los demás componentes de forma compacta, sin alterar el funcionamiento del equipo.

IMPLEMENTACIÓN

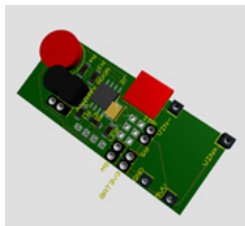


Fig. 4. Placa del circuito implementado

La Fig. 4 representa la integración de todos los elementos del prototipo electrónico y su disposición en la placa electrónica. Las líneas de programación fueron descolgadas en un micro controlador ATMEGA328-AU que hizo las veces del módulo Arduino.

Sin embargo, como ya no se cuenta con una fuente de alimentación propia como la que tiene el módulo Arduino, se hizo prioritario hallar una batería pequeña y de alto rendimiento, estableciendo el prototipo electrónico en tres sistemas: energía, control y actuadores.

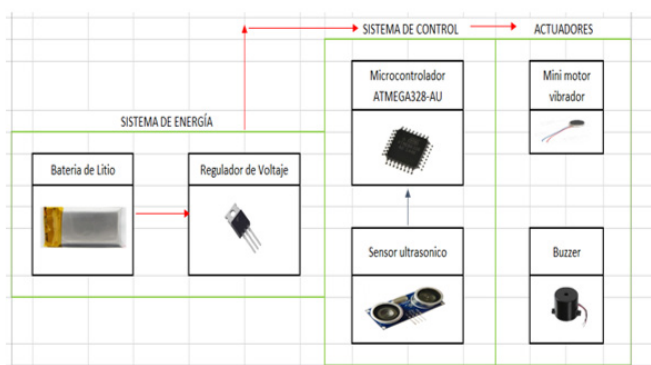


Fig. 5. Diagrama de bloque del prototipo electrónico

El sistema de energía cumple la función de alimentar tanto el sistema de control como a los actuadores. El sistema de control cumple la función de evaluar las señales adquiridas desde el sensor ultrasónico y cuando cumpla los parámetros establecidos en detección de distancia envíe una señal de switcheo hacia los actuadores (mini motor vibrador y buzzer).

RESULTADOS



Fig. 6 Prototipo electrónico culminado

Los resultados pudieron establecerse una vez que el dispositivo entró en funcionamiento, logrando

adquirir una señal vibratoria que acompañado de un pitido leve se comunica con el usuario para determinar la presencia de un obstáculo, estas señales son proporcionales, es decir que a medida que el usuario se acerca al obstáculo las señales se vuelven más fuertes y constantes.

Se logró mejorar la comunicación auditiva con el usuario controlando la cantidad de voltaje con el cual el buzzer se alimenta, además la programación descargada en el micro controlador fue fundamental para establecer el tiempo de respuesta del prototipo como los intervalos de evaluación del mismo.

Adicionalmente, se pudo personalizar la carcasa del dispositivo electrónico dotándolo de un switch interruptor y una entrada para su carga de energía. La carcasa fue diseñada en el Software SolidWorks e impresa con material pvc reciclado e impreso a base de tecnología 3D.



Fig. 7 Pruebas de prototipo electrónico

DISCUSIÓN



Fig. 8 Handeyes

El dispositivo Handeyes fue lanzado al mercado en septiembre del año 2017 a un costo de \$ 200 dólares americanos. Si bien este dispositivo maneja un diseño elaborado en la línea de carcasa, el prototipo electrónico desarrollado permitió mejorar su desempeño en cuanto al aturdimiento sonoro que presenta HandEyes. Adicionalmente, se puede establecer una referencia de costos al considerar la maquinaria existente por la empresa que crea y comercializa el producto vs el prototipo descrito en

este paper.

Tabla 1. Costos e inversión del prototipo electrónico

DESCRIPCIÓN	VALOREN DÓLARES
Elementos electrónicos	70
Carcasa	22
Gastos extras	10
TOTAL	102

Considerando las mejoras que pueden lograr hacerse en el tema de ergonomía y estética de carcasa se puede concluir comentando que el prototipo electrónico presenta ventajas en cuanto al costo de producción así como a su operatividad.

CONCLUSIONES

Este documento abarca el proceso de realización de un prototipo electrónico de asistencia de desplazamiento para personas con discapacidad visual. Partiendo de los resultados alentadores obtenidos, el proyecto se convierte en un radar de corta distancia 1.50 m como rango máximo de detección para ser montado en camisas, gorras, brazos e incluso correas. El objetivo de creación ha sido logrado, pues al mejorar su funcionalidad con respecto al dispositivo de partida (HanEyes), también se mejoró su costo de producción.

Con este fin, es importante mencionar que algunos aspectos pueden ser mejorados, como el diseño e impresión de la carcasa, la amplitud de detección del sensor ultrasónico, la comunicación con el usuario estimando obtener una versión mejorada en una caja de unos 8 cm y un peso de unos cientos de gramos fácilmente acoplable al cualquier accesorio del usuario del dispositivo.

Considerando que es una unidad de tipo portátil, el sistema al final es capaz de proporcionar una autonomía de 12 horas con un uso continuo.

TRABAJO FUTURO

Para futuras implementaciones se podría establecer una cámara de video y un sistema de detección de obstáculos con el objeto de mejorar aún más la comunicación entre el dispositivo y el usuario. De esta manera, la detección no solo se alertará de manera sonora o vibratoria sino también a través de comando de voz.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Suárez Escudero, J. C. Discapacidad visual y ceguera en el adulto . Redalyc. (2011).
- [2] Cardillo, E., Di Mattia, V., Manfredi, G., Russo, P., De Leo, A., Caddemi, A., Cerri, G. An Electromagnetic Sensor Prototype to Assist Visually Impaired and Blind People in Autonomous Walking (2018) IEEE Sensors Journal, 18 (6), pp. 2568-2576.
- [3] Bai, J., Lian, S., Liu, Z., Wang, K., Liu, D. Smart guiding glasses for visually impaired people in indoor environment (2017) IEEE Transactions on Consumer Electronics, 63 (3), art. no. 8103374, pp. 258-266.
- [4] A pervasive assistive environment for visually impaired people using wireless sensor network infrastructure Mpitziopoulos A., Konstantopoulos C., Gavalas D., Pantziou G. (2011) Journal of Network and Computer Applications, 34 (1) , pp. 194-206.
- [5] Dhod, R., Singh, G., Singh, G., Kaur, M. Low Cost GPS and GSM Based Navigational Aid for Visually Impaired People (2017) Wireless Personal Communications, 92 (4), pp. 1575-1589.
- [6] Hunaiti, Z., Garaj, V., Balachandran, W. An assessment of a mobile communication link for a system to navigate visually impaired people (2009) IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 58 (9), pp. 3263-3268. Cited 10 times.
- [7] REYES MORENO, Fabricio Antonio. Diseño y construcción de un dispositivo electrónico de ayuda y entretenimiento para personas con discapacidad visual a través de ondas vibratorias e interfaces audibles para el proyecto HANDEYES del banco de ideas del SENESCYT. 2016. Tesis de Licenciatura. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Carrera de Ingeniería en Electrónica, Automatización y Control.