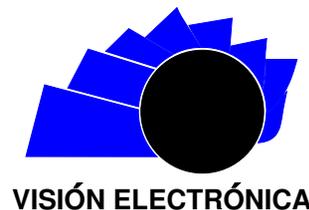




Visión Electrónica

Más que un estado sólido

<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/visele>



VISIÓN DE CASO

Identificación de objetos usando radiofrecuencia como ayuda a invidentes

Object Identification for Blind People Using Radiofrequency

Luis David Cardona Calderón.¹, Mario Javier Moreno Rincón.², Luis Enrique González Olarte.³, Jonathan Gallego Londoño.⁴

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Enviado: 13/09/2017

Recibido: 22/11/2017

Aceptado: 03/01/2018

Palabras clave:

Asistencia auditiva
Discapacidad visual
Dispositivo vestible
Identificación por radiofrecuencia
Reconocimiento de objetos

Open access



Keywords:

Auditory assistance
Visual impairment
Wearable device
Radio frequency identification
Object recognition

RESUMEN

El artículo describe el prototipo de un circuito con un identificador de radiofrecuencia (RFID, por sus siglas en inglés), el cual le permite a una persona invidente obtener información general y específica acerca de un objeto por medio de retroalimentación auditiva. Se propone un diseño de un módulo vestible, en forma de guante, integrado a una placa de circuito impreso (PCB, por sus siglas en inglés), facilitando el acople del sistema. Teniendo en cuenta lo anterior, se usó una tarjeta para prototipado electrónico, altavoces, una fase de potencia para los altavoces, módulos de memoria, identificadores de radio frecuencia, transpondedores y el microcontrolador Atmel AtMega328 (Arduino). De acuerdo con las pruebas, el identificador funciona satisfactoriamente permitiendo la identificación de objetos ubicados cerca del identificador. El prototipo se considera base para un modelo definitivo que integrará una fuente de alimentación (batería recargable de ion de litio), una entrada microUSB para actualización de la base de datos y carga de la batería y una entrada para auriculares de 3.5 mm, es decir, completamente portable, personalizado e independiente de internet.

ABSTRACT

This paper describes a prototype of a circuit with a radio-frequency identifier (RFID) intended to help blind people, to allow this social group to obtain general and specific information about a near object using audio feedback. On this implemented prototype there were used components like a board, speakers, power setup for the speaker, a memory module, radio-frequency identifiers, transponders and an Atmel AtMega328 microcontroller (Arduino). The device successfully works allowing the user to identify several objects. The wearable will device within a glove which will allow coupling the designed device with the clothe. The actual state of this prototype is the base for a final model which is going to have a power supply (lithium battery), a microUSB input for data actualization and battery charge, and a 3.5 mm minijack input for headphones, making it completely portable, personalized and internet-free.

¹Bioingeniero, Universidad de Antioquia. Grupo de Investigación en Bioinstrumentación e Ingeniería Clínica (GIBIC). Correo electrónico: ldavid.cardona@udea.edu.co

²Bioingeniero, Universidad de Antioquia. Grupo de Investigación en Bioinstrumentación e Ingeniería Clínica (GIBIC). Correo electrónico: mjavier.moreno@udea.edu.co

³Bioingeniero, Universidad de Antioquia. Grupo de Investigación en Bioinstrumentación e Ingeniería Clínica (GIBIC). Correo electrónico: luise.gonzalez@udea.edu.co

⁴Bioingeniero, Universidad de Antioquia; magíster Biomedical Engineering, RWTH Aachen University, Alemania. Grupo de Investigación en Bioinstrumentación e Ingeniería Clínica (GIBIC). Profesor Universidad de Antioquia. Correo electrónico: jonathan.gallego@udea.edu.co

1. Introducción

El reconocimiento de objetos para los invidentes no es un tema sencillo de resolver, pues carecen de, quizá, el sentido más importante y desarrollado del ser humano: la visión [1]. Sin la visión estas personas no pueden identificar objetos cotidianos o diferenciar objetos que poseen igual geometría, lo que provoca que aprendan a desarrollar otros sentidos (gusto, oído, olfato y tacto) y logren un rendimiento excepcional con respecto al de un ser humano común. Dicha capacidad ha permitido que los invidentes no queden completamente excluidos del ámbito social y laboral por su condición, sin embargo, los otros sentidos no logran aportar en ocasiones suficiente información sobre el entorno que les rodea; por ejemplo, el sentido del tacto es clave para identificar un objeto mediante contacto directo, pero debido a que existen distintos objetos con la misma geometría, se dificulta el reconocimiento de estos, generando ciertas limitaciones y desventajas con respecto a las personas que sí pueden ver.

Según estadísticas del Instituto Nacional para Ciegos (INCI), solamente el 35 % de esta población en el país logra acceder a un empleo [2]. En el mundo son casi 1000 000 000 de personas que cuentan con algún tipo de discapacidad permanente, en Colombia existen alrededor de 3 051 217 personas en tal condición; de estas, 431 042 personas son invidentes, de las cuales 232 499 son mujeres y 198 543 son hombres [2], [3]. Claramente, el panorama para estas personas no es el mejor en términos de oportunidades laborales, y el no reconocimiento del Estado y de la sociedad con respecto a su condición agravan mucho más su situación.

Por otro lado, en la sociedad existen personas con necesidades particulares debido a condiciones físicas, psicológicas o simplemente por intereses específicos. Estas necesidades solo son solución para estos grupos en particular (minorías); sin embargo, una de las minorías son las personas invidentes (naturalmente marginados por su misma condición) que han tenido soluciones pobres para su problema haciendo que no se resuelva de la forma adecuada.

Este proyecto quiere limitar esta brecha mediante el uso de sistemas electrónicos como microcontroladores, en conjunto con tecnologías como la identificación por radiofrecuencia. Un RFID es un sistema de almacenamiento y recuperación de datos remotos que usa dispositivos denominados etiquetas, tarjetas, transpondedores o *tags* RFID [4]. El conjunto de circuitos permite que la interacción de estas personas con los objetos que no pueden ver pueda mejorar

sustancialmente sin un cambio traumático. La tecnología funciona con principios de la teoría electromagnética, usando muy poca energía, en conjunto con teoría de programación, permitiendo que las personas puedan identificar los objetos sin contacto directo a una distancia no muy lejana, aumentando la cantidad de información disponible que ya tienen por otros sentidos.

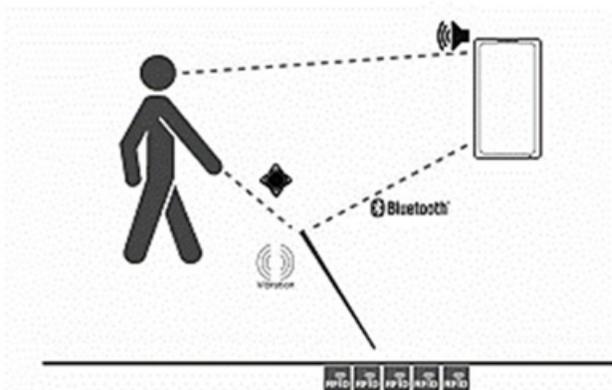
Por ende, en esta investigación se busca crear un sistema capaz de reconocer objetos con realimentación auditiva, mediante la implementación de *tags* RFID y sistemas electrónicos embebidos, lo anterior con el fin de ayudar a personas con discapacidades visuales a poder identificar objetos cercanos y así obtener una mejor calidad de vida. Permitirá mejorar el reconocimiento de su entorno, lo cual ayudaría en su autonomía y en la ubicación espacial, todo esto lográndolo con una programación adecuada y un dispositivo eficiente, duradero y confiable.

En el anterior sentido, el uso de la tecnología RFID ha ido ampliándose a medida que avanza la tecnología, gracias a que permite desarrollar aplicaciones de gran utilidad y aplicabilidad en el campo de la salud. La primera aplicación que integró el RFID con la necesidad directa de la población invidente fue realizada en lenguaje braille (OntoBraille@RFID), básicamente para los invidentes que no tienen un alto manejo del braille, esta herramienta se encarga de reconocer ontológicamente los caracteres de braille que se encuentren en físico. El sistema de igual forma está equipado con un sistema integrado de voz que permite a los estudiantes invidentes aprender de manera independiente [5].

Ahora, con la revolución del internet de las cosas (IOT, por sus siglas en inglés), surge además la necesidad de estar conectados permanentemente a internet. Usando la tecnología RFID y una conexión en tiempo real vía internet, se puede ofrecer un servicio de ubicación espacial en tiempo real. Con el RFID se pretende dotar edificaciones que tengan internamente estos módulos para brindarles a los invidentes una navegación fluida y eficaz. Para ambientes externos, el Sistema de Posicionamiento Global (GPS, por sus siglas en inglés) es el servicio protagonista, mientras que el RFID serviría como un sistema de corrección de tecnología; sin embargo, con la tecnología RFID se evita una dependencia de los recursos tecnológicos y se brinda un contexto geográfico fiable ante ambientes no familiares, tanto en interiores como exteriores. En la Figura 1 se observa la interacción del invidente con un dispositivo móvil y los marcadores de radio frecuencia que encuentre

en su entorno [6].

Figura 1: Prototipo de interfaz con el usuario [6].



Las aplicaciones más recientes integran un gran rango de posibilidades, como por ejemplo el encontrar, por medio de los marcadores de RFID, objetos que se encuentran dentro de un gran grupo de artículos [7]. Otras de estas aplicaciones integran de igual manera la posibilidad de permitirle conocer al usuario la posición en coordenadas de un objeto de interés, permitiendo conocer incluso la orientación que posee el objeto [8]. Las aplicaciones actuales siguen las escalas de integración, el mejoramiento de *software* y la implementación de módulos vestibles (*wearable devices*) que hacen más cómoda, real e integrada la experiencia por parte del usuario. En la Figura 2 se observa un módulo vestible de RFID.

Figura 2: Anillo integrado con RFID (bajo licencia de *creative commons*).

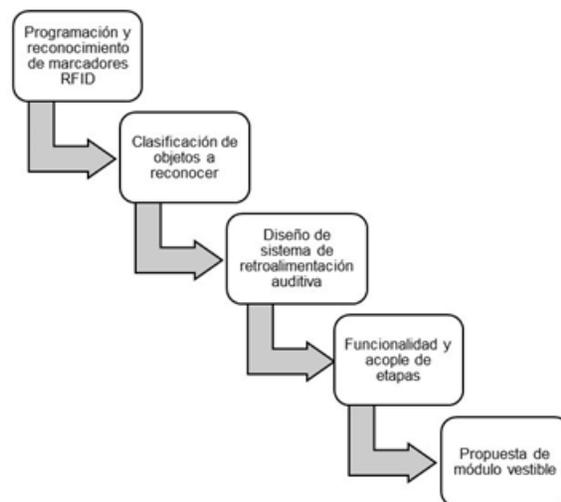


Fuente: elaboración propia.

2. Materiales y métodos

En la Figura 3 se observa el diagrama de flujo que se implementó en el desarrollo del prototipo. El procedimiento fue dividido en cinco fases, la primera consistió en realizar una programación del microcontrolador usado acoplándolo con el sistema de reconocimiento por radiofrecuencia. La segunda fase consistió en asignarle unos identificadores y descripción auditiva a objetos problema, de tal forma que el sistema de reconocimiento pudiese detectarlos, reconocerlos y reproducir la descripción al estar cerca. La tercera consistió en el diseño de la etapa de retroalimentación auditiva, en la cual se puede oír la descripción previamente almacenada en el sistema de reconocimiento. Las últimas dos etapas consistieron en el acople de todo el sistema y la propuesta de un módulo vestible respectivamente.

Figura 3: Diagrama de flujo de la metodología.



Fuente: elaboración propia.

Para llevar a cabo la metodología expuesta en la Figura 3, se hizo uso de los siguientes materiales:

- Microcontrolador Arduino UNO.
- Módulo de tarjeta microSD con tarjeta uSD.
- *Speaker* de 8Ω a 0.5 W.
- Kit de inicio en RFID de Sparkfun con módulo de lectura del RFID usando USB, un módulo RFID ID-12LA y dos tarjetas RFID con frecuencia de 125 KHz.
- Amplificador de sonido LM386.

Para la obtención del sistema electrónico, se realizaron una serie de conexiones entre los materiales con el fin de lograr una configuración que diera como resultado un sistema capaz de reconocer los marcadores RFID en los objetos a identificar, para posteriormente dar información del objeto mediante una retroalimentación auditiva. La conexión de los pines para esta configuración se menciona a continuación.

- Entre tarjeta microSD y Arduino:

Pin digital Arduino al pin CS del lector de la microSD., donde CS corresponde al *chip select* del dispositivo SD. EL CS selecciona al dispositivo como maestro o esclavo en la comunicación.

Pin digital Arduino al pin MOSI lector de la microSD. El MOSI corresponde al *master output, slave input*, es decir, la transferencia de datos desde el Arduino hacia la tarjeta microSD.

Pin digital Arduino al pin MISO de la microSD. El MISO corresponde al *master input, slave output*, es decir, la transferencia de datos desde la tarjeta microSD hacia el Arduino.

Pin digital Arduino al pin SCK de la microSD. El SCK es la señal de reloj maestro que determina la velocidad de transferencia de los datos.

- Entre el *speaker* y el Arduino:
 - Pin PWM (siglas en inglés de *pulse-width modulation*) del Arduino al pin IN del amplificador de sonido con LM386. Con esta conexión y con la ejecución de un algoritmo se reproduce un tono que se encuentra guardado en la memoria microSD con formato WAV. Es conveniente hacerlo con el PWM dada la alta variación de la frecuencia.
- Entre el módulo RFID y el Arduino:
 - Pin digital RX del Arduino al pin TX del módulo RFID. Cuando el módulo RFID identifica un objeto, este envía por comunicación serial al Arduino la información codificada del tag identificado.

2.1. Protocolo de funcionamiento

Las tarjetas o tags de 125 KHz poseen una identificación única representada en doce caracteres, los cuales se pueden adquirir probando el módulo RFID en comunicación serial con el computador usando cualquier

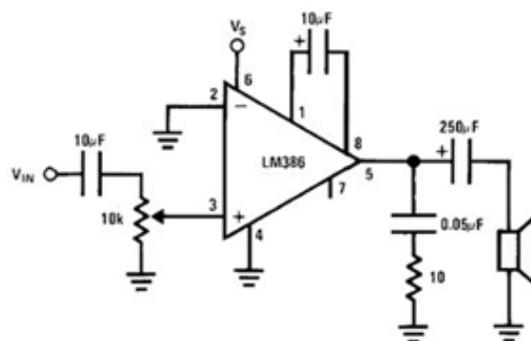
software de comunicación serial.

Al acercar el módulo de reconocimiento RFID a una de estas tarjetas, se genera un campo electromagnético capaz de reconocer la información almacenada en la tarjeta. El módulo procesa la identificación que fue adquirida y la transmite por el pin TX del RFID, esto es adquirido por un protocolo serial y reconocido por un *firmware* programado en el Arduino. Una vez el sistema embebido posea la identificación de doce caracteres, se verifica por medio de *firmware* la acción a ser tomada (sonido a reproducir).

Para la aplicación inicial del prototipo se implementaron dos *tags* RFID, a los cuales se les dio la identidad de dos objetos de la vida cotidiana de un invidente, que son el “bastón” y un “termo” para almacenar líquidos. Dichas palabras fueron almacenadas en la memoria mico SD y así, cuando se identifica uno de estos dos, se reproduce el sonido correspondiente al nombre de cada uno.

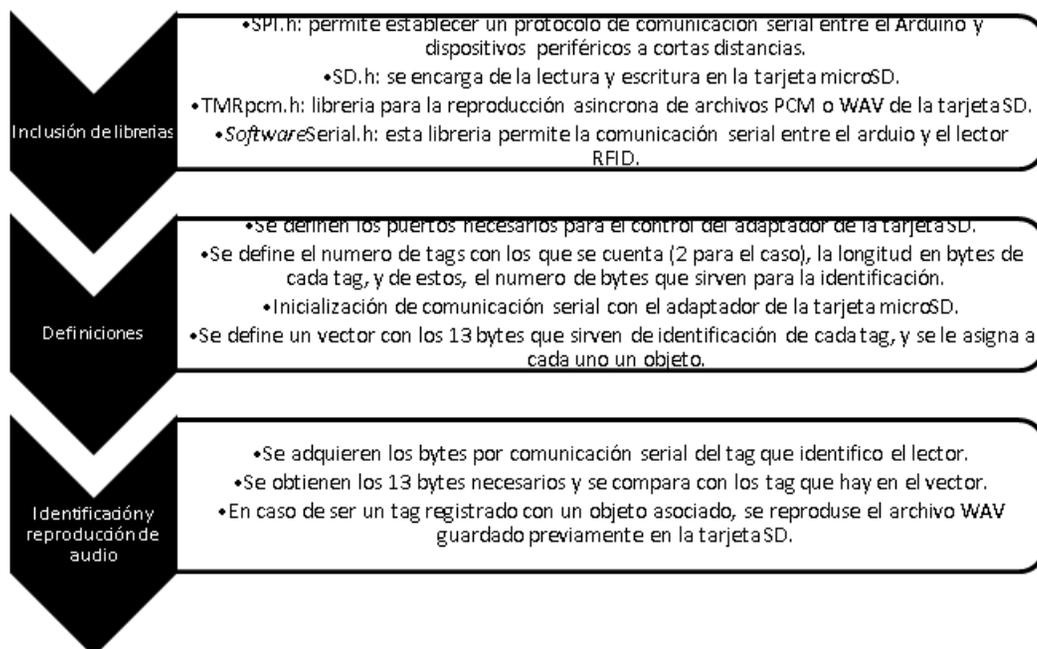
Para una etapa posterior, una implementación de fase de potencia entre el *speaker* y el Arduino fue llevada a cabo. Se utilizó un circuito amplificador de sonido (LM386) que tiene la fase de potencia integrada (Figura 4). Para aprovechar al máximo el circuito integrado LM386, el cual recibe doce voltios, se implementó una fuente de voltaje mayor. Como este circuito no cuenta con la posibilidad de alimentar de forma bipolar, se utilizó un circuito integrado en configuración no inversora para alimentar la entrada de este. El algoritmo que se implementó es funcional y permite realizar la identificación de dos objetos, lo que en principio es la base del proyecto. En la Figura 5 se puede observar el flujo de código implementado en Arduino para el algoritmo.

Figura 4: Circuito Integrado LM386 implementado entre el puerto de PWM del MCU y el Speaker.



Fuente: elaboración propia.

Figura 5: Diagrama de flujo del código implementado para la identificación de objetos.



Fuente: elaboración propia.

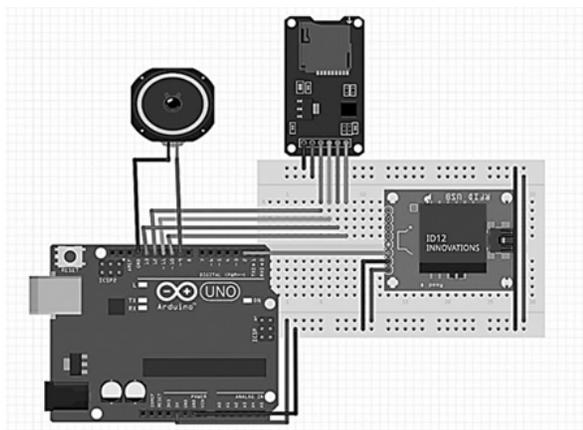
También se realizó una encuesta a un grupo de personas invidentes en la Biblioteca Central de la Universidad de Antioquia, en la cual se hacían unas preguntas acerca de la solución y cómo esta aplicación afectaría sus vidas cotidianas. Algunas de las preguntas se enfocaron en la condición como invidentes y otras fueron enfocadas en la aplicación de manera específica.

3. Resultados y discusión

Tanto el algoritmo como el circuito (Figura 6) se implementaron con el propósito de hacer la reproducción del nombre de los objetos cuando sean identificados por los marcadores RFID, así, cuando se acerca un objeto con un tag al módulo RFID se reproducirá un archivo WAV que se encuentran en la tarjeta SD, podrá ser leído por el microcontrolador en cualquier momento que se detecte un objeto con un marcador RFID dando una realimentación auditiva a la persona invidente.

El sistema fue probado acercando el módulo a ambas tarjetas de identificación. Se observó que el sistema embebido no tiene que estar en contacto directo con la tarjeta de identificación para ser capaz de suministrar la energía necesaria y activar el tag RFID. Cuando el sistema detectó el tag correspondiente al bastón, se reprodujo un sonido y se escuchó la palabra “bastón”, sucedió lo mismo con el tag referente al termo.

Figura 6: Esquema del sistema de reconocimiento de objetos en Fritzing.



Fuente: elaboración propia.

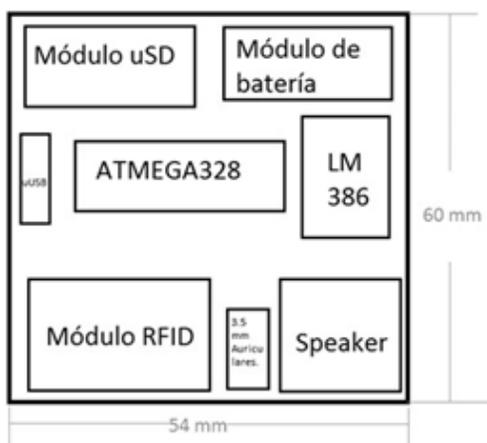
Para el circuito presentado en la Figura 6 se propuso un diseño preliminar en un PCB, este diseño tiene dimensiones aproximadas de 6 cm de largo por 5,4 cm de ancho. La medida confirma que el diseño de la tarjeta puede ser integrado con un módulo vestible, por ejemplo, en un guante. En la Figuras 7 y la Figura 8 se ilustra el guante y la ubicación espacial de los componentes en la PCB.

Figura 7: Prototipo de guante (*wearable*) con integración del PCB.



Fuente: elaboración propia.

Figura 8: Ubicación espacial de los componentes del PCB.



Fuente: elaboración propia.

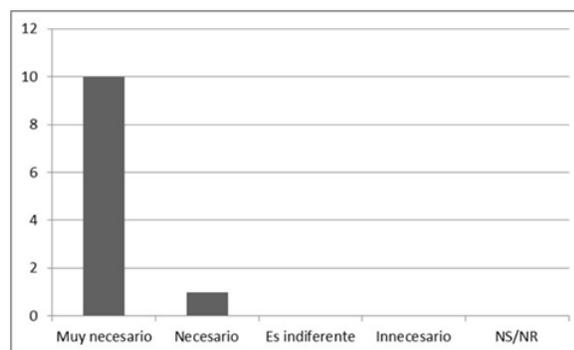
Es importante resaltar de igual manera que en el diseño del guante se pretende permitir la exposición de la yema de los dedos, dado que de esta forma la población invidente puede reconocer el braille. También es muy importante ofrecer la mejor opción en comodidad y portabilidad de la solución, por lo que la opción más indicada sería hacerlo con el polímero ABS (siglas del inglés *Acrylonitrile Butadiene Styrene*) dada su larga durabilidad y porque es una opción cómoda. También se tendría en cuenta el hecho de los diferentes tamaños de las manos de las personas, por lo cual se harán los modelos siguiendo tallas o medidas personalizadas.

Una pequeña encuesta (encuesta a invidentes RFID) fue realizada a una población de once personas invidentes en la Universidad de Antioquia. Esta fue llevada a

cabo con el fin de validar la funcionalidad y el alcance de la investigación. Las preguntas y respuestas más relevantes relacionadas con el dispositivo se presentan a continuación.

- ¿Qué opina usted sobre un dispositivo portable, el cual, al ser acercado a diferentes objetos, brinde información de este de manera auditiva permitiendo reconocerlo? (Figura 9).

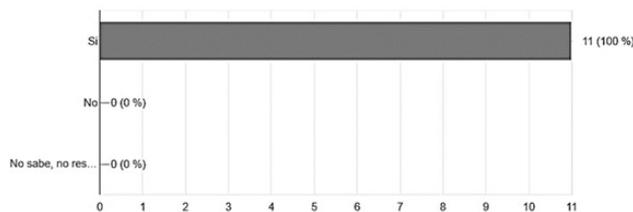
Figura 9: Sexta pregunta de la encuesta a invidentes RFID.



Fuente: elaboración propia.

- ¿Piensa que el dispositivo mencionado en la pregunta anterior, sería una buena aplicación en lugares públicos como bibliotecas y supermercados? (Figura 10).

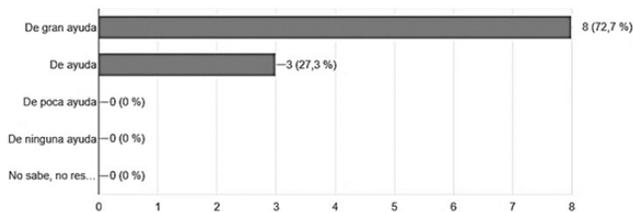
Figura 10: Séptima pregunta de la encuesta a invidentes RFID.



Fuente: elaboración propia.

- ¿Considera que el dispositivo sería de gran ayuda para el desarrollo de sus actividades? (Figura 11).

Figura 11: Octava pregunta de la encuesta a invidentes RFID.



Fuente: elaboración propia.

Los resultados de la encuesta mostraron que la aplicación es necesaria, dado que en muchas consideraban que la autonomía no era suficiente; además, en situaciones donde no cuentan con una persona que los pueda orientar en términos de información o en la búsqueda de objetos, no serán capaces de llevar a cabo actividades dada la situación.

Una vez el dispositivo este en físico, se iniciarían pruebas con la población invidente de la Universidad de Antioquia, estando muy atentos a las sugerencias y aspectos por mejorar. La encuesta, la evaluación de la ergonomía del guante, la evaluación funcional del circuito y el acople de etapas son fundamentales para validar la funcionalidad.

Finalmente, se busca que el sistema se pueda implementar a futuro como un accesorio adicional en lugares públicos como bibliotecas, supermercados o almacenes, dándole así un mayor alcance y funcionalidad al reconocimiento de objetos. Este tipo de sistema puede llegar a ser una herramienta de bajo costo y bajo consumo de energía que asista a las personas invidentes cuando estén visitando estos lugares y busquen información específica sobre los libros que hay en una estantería o sobre los productos que sean similares en un supermercado. También existe la posibilidad de implementar dicho sistema con ciertas modificaciones como un mecanismo para realizar inventarios en establecimientos, almacenando la información del ítem escaneado.

4. Conclusiones

Este proyecto de investigación en reconocimiento de objetos, al integrar un conjunto de elementos dentro de un sistema embebido de fácil implementación como el Arduino, con generación de audio como

retroalimentación, y utilizando un sensor RFID de bajo costo y consumo de energía, es el inicio de un aporte que puede ser de gran ayuda para las personas invidentes, dado que es una necesidad generalizada en esta población según se evidenció en la encuesta realizada a un pequeño grupo invidente. Dicha solución, al ser implementada en un guante u otro elemento vestible puede proporcionar medios tecnológicos y simples para mejorar la interacción de estas personas con el entorno que los rodea, permitiendo el reconocimiento de objetos de forma auditiva y usando elementos cómodos.

De igual manera, se evidencia que es necesario realizar un estudio más profundo para verificar la viabilidad del dispositivo mediante el incremento de la base de datos de objetos a reconocer, un estudio del consumo de energía del sistema cuando es accionado por baterías, al igual que la realización de un estudio de funcionalidad *versus* ergonomía del guante con tecnología de dispositivo vestible que permita movilidad y comodidad sin afectar el funcionamiento del dispositivo.

5. Reconocimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Sistema General de Regalías, Republica de Colombia a través del proyecto “Fortalecimiento de la plataforma tecnológica para la formación especializada en el área de la salud y el desarrollo de tecnología biomédica”, código RutaN-139C. Los autores agradecen al Grupo de Investigación en Bioinstrumentación e Ingeniería Clínica (GIBIC) por la compra de los sensores e instrumentos necesarios para llevar a cabo la investigación.

Referencias

- [1] L. San Roque, “New light shed on the hierarchy of the senses by a study at the Max Planck Institute for Psycholinguistics in Nijmegen”. [En línea]. Disponible en: <https://www.mpg.de/8849014/hierarchy-senses>.
- [2] Instituto Nacional de Invidentes, “Registro de localización y caracterización de personas con discapacidad visual”. [En línea]. Disponible en: <http://www.inci.gov.co/observatorio-social/informes-estadisticos/movilizacion-socio-cultural-y-politica>.
- [3] R. Caro, “Así es el día a día de un ciego en Colombia”, El Tiempo, enero 16 de 2017. [En línea]. Disponible en: <http://www.eltiempo.com/estilo-de-vida/gente/como-sobrevive-una-persona-con-discapacidad-visual-en-colombia/16794047>.

- [4] L. Blázquez, “Sistemas de identificación por radiofrecuencia”. [En línea]. Disponible en: <http://www.it.uc3m.es/jmb/RFID/rfid.pdf>. vol. 27, pp. 2-8, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2014.02.002>
- [5] J. Tang, “Using ontology and RFID to develop a new Chinese braille learning platform for blind students”, *Expert Systems with Applications*, vol. 40, n°. 8, pp. 2817-2827, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.11.023>
- [6] H. Fernandes, V. Filipe, P. Costa y J. Barroso, “Location based services for the blind supported by RFID technology”, *Procedia Computer Science*, vol. 67, pp. 403-408, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.09.285>
- [7] A. Pereira, N. Nunes, D. Vieira, N. Costa, H. Fernandes y J. Barroso, “Blind guide: an ultrasound sensor-based body area network for guiding blind people”, *Procedia Computer Science*, vol. 67, pp. 403-408, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.09.285>
- [8] A. Malik y N. Mohd, “Position and orientation detection of stored object using RFID tags”, *Procedia Engineering*, vol. 184, pp. 708-715, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.146>