

Estudio y diseño de un sistema domótico utilizando dispositivos móviles para mejorar la accesibilidad de las personas discapacitadas

Alvaro Hernán Alarcón López, Geyni Arias Vargas
Facultad de Ingeniería
Corporación Universitaria del Huila - CORHUILA
Neiva, Colombia
alvaro.alarcon@corhuila.edu.co,
geyni.arias@corhuila.edu.co

Carlos Julio Cadena Sarasty, Viviana Muñoz Álvarez
Facultad de Ingeniería
Corporación Universitaria del Huila - CORHUILA
Neiva, Colombia
cjcs.cadenasarasty8@gmail.com,
mavis277@hotmail.com

Abstract— At present worldwide the vast majority of people including those who have some degree of physical disability, have made continuous use of various mobile devices that abound in the market; Colombia and especially the department of Huila are no strangers to this trend and more and more users of all kinds have acquired this technology. This huge demand benefitted creating software applications that meet specific functions for these devices, including most notably some that facilitated the adaptation of people with disabilities to modern society. In this sense, the present research project, raised the possibility of designing a home automation application type that would provide the possibility of activating the electronic devices of a home or workplace from a mobile device; thereby seeking to solve the problems of accessibility and comfort of people with disabilities at the level of body structures (visual and motor) inside buildings in Neiva (Huila).

Prior to the design of this system data collection was conducted through surveys of a sample of the population described above, in order to obtain guidelines for the development of the technology solution. Once the home automation system developed a series of tests were performed, which found that such solutions can improve the accessibility and location within a building, the aim of this research project population.

Keywords—home automation; disability; accessibility; nict; control; arduino; Wifi; mobile device.

Resumen— En la actualidad a nivel mundial la gran mayoría de las personas incluidas aquellas que presentan algún grado de discapacidad física, han hecho uso continuo de los diversos dispositivos móviles que abundan en el mercado; Colombia y de manera especial el departamento del Huila no son ajenos a esta tendencia y cada vez más usuarios de toda índole han adquirido este tipo de tecnología. Esta gran demanda benefició la creación de aplicaciones de software que cumplían funciones específicas para estos dispositivos, entre ellas cabe destacar algunas que facilitaron la adaptación de las personas en situación de discapacidad a la sociedad moderna. En este sentido el presente proyecto de investigación, planteó la posibilidad de diseñar una aplicación de tipo domótico que brindara la posibilidad de

activar los dispositivos electrónicos de una vivienda o lugar de trabajo desde un dispositivo móvil; buscando de esta manera dar solución a los problemas de accesibilidad y confort de las personas en situación de discapacidad a nivel de estructuras corporales (visual y motriz) en el interior de edificaciones en Neiva (Huila).

Previo al diseño de este sistema se realizó la recolección de información por medio de encuestas efectuadas a una muestra de la población anteriormente descrita, con el propósito de obtener las pautas para el desarrollo de la solución tecnológica. Una vez desarrollado el sistema domótico se realizaron una serie de pruebas, las cuales comprobaron que este tipo de soluciones pueden mejorar las condiciones de accesibilidad y ubicación al interior de una edificación, de la población objetivo del presente proyecto de investigación.

Palabras claves—domotica; discapacidad; accesibilidad; ntics; control; arduino; wifi; dispositivo móvil.

I. INTRODUCCIÓN

Los avances tecnológicos en el área de la electrónica, las telecomunicaciones y las redes de datos, han propiciado el desarrollo de una serie de dispositivos que tienen el propósito de facilitar la realización de tareas del cotidiano vivir de las personas; actualmente estos adelantos han permitido la interacción del hombre en tiempo real con los equipos electrónicos de su vivienda por medio de su dispositivo móvil, logrando realizar acciones tales como encender y apagar electrodomésticos, verificación del estado de la vivienda, establecer control de acceso, etc.; en este mismo sentido [1] afirma que una aplicación domótica con tecnología bluetooth, mejora el confort, la seguridad y el ahorro de energía por medio de tareas de control de dispositivos electrónicos en una vivienda.

La situación anteriormente descrita promueve la idea de aprovechar las bondades brindadas por estos sistemas, con el objetivo de facilitar el proceso de inclusión social de las

personas en situación de discapacidad; así mismo [2] demuestra en su estudio que un dispositivo móvil con GPS, provee a una persona en situación de discapacidad visual una serie de herramientas que favorecen directamente el desplazamiento independiente, principalmente en espacios abiertos y desconocidos.

Teniendo en cuenta lo anterior, el presente proyecto de investigación pretende comprobar si es posible obtener una solución a los problemas de accesibilidad al interior de una edificación, de las personas en situación de discapacidad a nivel visual y motriz; dicha hipótesis se pone a prueba al desarrollar una aplicación domótica que hace uso de dispositivos móviles, con el único objetivo de mejorar las condiciones de confort y autonomía de este tipo de población.

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

A. Domótica

En [3] se menciona que la domótica se aplica a la ciencia y a los elementos desarrollados por ella que proporcionan algún nivel de automatización o automatismo dentro de la casa; pudiendo ser desde un simple temporizador para encender y apagar una luz e aparato a una hora determinada, hasta los más complejos sistemas capaces de interactuar con cualquier elemento eléctrico de la casa. La vivienda domótica es, por lo tanto, aquella que integra una serie de automatismos en materia de electricidad, electrónica, robótica, informática y telecomunicaciones, con el objetivo de asegurar al usuario un aumento del confort, de la seguridad, del ahorro energético, de las facilidades de comunicación, y de las posibilidades de entretenimiento.

B. Discapacidad

En [4] afirma que la discapacidad es un término general que abarca las deficiencias, las limitaciones de la actividad y las restricciones de la participación. Las deficiencias son problemas que afectan a una estructura o función corporal; las limitaciones de la actividad son dificultades para ejecutar acciones o tareas, y las restricciones de la participación son problemas para participar en situaciones vitales. Por consiguiente, la discapacidad es un fenómeno complejo que refleja una interacción entre las características del organismo humano y las características de la sociedad en la que vive.

C. Inclusión Social de Personas con Discapacidad:

En [5] afirma que expresa el adecuado acceso a bienes y servicios, procesos de elección colectiva, la garantía plena de los derechos de los ciudadanos y la eliminación de toda práctica que conlleve a marginación y segregación de cualquier tipo. Este proceso permite acceder a todos los espacios sociales, culturales, políticos y económicos en igualdad de oportunidades.

D. Dispositivos Móviles

En [6] se explica que son aparatos de tamaño pequeño, que se caracteriza por poseer capacidades de procesamiento,

memoria limitada y una conexión que puede ser permanente o interrumpida hacia alguna red; dispositivo que se ha diseñado con un fin específico pero que además puede llevar a cabo otro tipo de funciones más generales.

E. Arduino

En [7] se menciona que 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.

Algunos estudios realizados

A nivel internacional se han desarrollado algunos proyectos que intentan solucionar el problema de adaptación y accesibilidad de las personas en situación de discapacidad, ejemplo de esto es aquel presentado en el IX Congreso Iberoamericano de Informática Educativa; según [2] “En este trabajo se presenta la experiencia de AmbientGPS (aGPS), una solución de hardware y software para ayudar a los usuarios ciegos en sus tareas diarias de movilidad en espacios exteriores”.

Otros estudios pretenden dar solución de accesibilidad para aquellas personas que presentan alteraciones en su estructura corporal a nivel de sus brazos como aquel desarrollado en la Universidad Politécnica de Madrid; en este sentido [8] afirma “Este trabajo de investigación tiene como objetivo esencial ofrecer una solución de accesibilidad a los dispositivos móviles táctiles para personas con discapacidad física con afección en los miembros superiores. El diseño, desarrollo y validación de la solución detallada está basado en una plataforma abierta y de bajo coste como Android que, mediante la interconexión de conmutadores comerciales y el uso de un sistema de barrido con realimentación por voz sintetizada, permite al usuario acceder a todas las funciones básicas de la telefonía móvil”.

Así mismo se han desarrollado proyectos de sistemas domóticos usando dispositivos móviles, uno de estos es el denominado “Un enfoque práctico para la localización de usuarios mediante Bluetooth en entornos domóticos” desarrollado por Iván Marsá Maestre, Miriam Machuca, Andrés Navarro, y Juan R. Velasco, en la Universidad de Alcalá en España; este se enfoca en la ubicación de usuarios en un sistema domótico por medio de la conexión Bluetooth de su dispositivo móvil, en este sentido [9] afirma que “Cada usuario del sistema lleva consigo un dispositivo personal Bluetooth, a partir del cual el sistema puede identificarle y localizarle dentro de la vivienda”. El sistema desarrollado es aceptable aunque está limitado en su precisión por la distancia de operación de la tecnología Bluetooth.

Los sistemas de control por medio de dispositivos móviles ya se han desarrollado con anterioridad en Colombia; por ejemplo una prueba de ello es “CAMALEÓN” desarrollado

por Mario H. Valencia García y Gustavo Isaza pertenecientes a la Universidad de Caldas y Marlon J. Manrique de la Universidad Autónoma de Manizales; el cual es una interfaz de control de medios para dispositivos móviles; como lo afirma [10] “Camaleón es un aplicativo para dispositivos móviles que permite enviar y recibir mensajes de control de forma inalámbrica a dispositivos y aplicaciones que tengan implementado el protocolo de comunicación OSC (Open Sound Control) o MIDI (Musical Instrument Digital Interface)”.

Además se han desarrollado proyectos de grado que buscan la aplicación de los dispositivos móviles a la domótica tales como el denominado “Prototipo De Sistema De Control Domótico Por Medio De Dispositivos Android, Utilizando Processing” desarrollado por Valentina Aguirre Muñoz en la Universidad Católica De Manizales. Según afirma [11] “Con este proyecto, se pretende abarcar de manera teórica y práctica el control domótico de luces y alarmas por medio de una aplicación desarrollada en Processing y ejecutada en dispositivos con sistema operativo Android”.

III. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de la investigación se utilizó el modelo cuantitativo, se realizaron entrevistas a un porcentaje de las personas en situación de discapacidad a nivel de estructuras corporales (visual y motriz) en la ciudad de Neiva cuyos nombres aparecían en la base de datos proporcionada por la Secretaría de Salud (Huila); lo anterior con el objetivo de obtener información acerca de los problemas de accesibilidad que estas presentan al interior de las edificaciones. Además se usó el enfoque cualitativo al momento de realizar pruebas y obtener la realimentación por parte de los usuarios del sistema con el propósito de mejorar el desempeño del mismo.

A. Fase 1: Recolección de Información

El uso del enfoque no probabilístico permitió elegir un tamaño de muestra de la población objetivo, se tuvieron en cuenta los siguientes criterios de exclusión: no se realizaron visitas a individuos con parálisis cerebral, discapacidad auditiva, que habitaran en sitios de difícil acceso o con problemas de seguridad; de esta forma se obtuvo la siguiente muestra:

22 encuestas a personas en situación de discapacidad a nivel motriz y 19 encuestas a personas en situación de discapacidad a nivel visual.

B. Fase 2: Análisis de Información

La tabulación de datos proporciono los siguientes datos:

- 63% de las personas encuestadas, manifiesta poseer dificultades para desplazarse.
- 24% presenta dificultades para distinguir objetos cercanos y lejanos.
- 29% de los encuestados no sabe leer ni escribir.

- 88% cree que el teléfono móvil mejora las posibilidades de desplazamiento permitiendo generar una mayor independencia.

Por tanto la aplicación se desarrolló con un sistema de posicionamiento, uso iconos y no letras, además conto con comandos de voz para reconocimiento de botones.

C. Fase 3: Diseño y desarrollo de módulos actuadores y aplicación móvil

Módulos actuadores: Los información obtenida sirvió como insumo para el desarrollo de módulos actuadores portátiles que permitieron activar y desactivar luces, ventiladores o televisores; estos se controlaron por medio de un teléfono inteligente el cual enviaba señales de mando a los shield wifi lo cuales se conectaron a una tarjeta Arduino que su vez controlaba la interfaz de potencia.

Además el sistema domótico ofreció una guía para el desplazamiento al interior de una edificación, ya que por medio de las tarjetas Arduino y los shield wifi se enviaron señales inalámbricas al dispositivo móvil, que proporcionan información acerca de la ubicación de la persona al interior de una edificación.

Se implantaron dos puntos de control, los cuales contaron con interfaces de hardware (tarjeta Arduino, shield wifi, tarjeta de potencia y carga eléctrica) y un Router (para crear micro redes en cada uno de los sectores de la edificación).

Capa Arduino. Permite que viajen los datos mediante objetos de entidades que representan acciones ejecutadas o requeridas por el usuario final. Desarrollada por medio de la interfaz Arduino y lenguaje de programación JAVA, establece el método de configuración (Setup), configura las entradas y salidas y establece conexión con la red Wi-fi, almacenando el identificador de la red (SSID) y la contraseña de la misma. También es el encargado de configurar el servidor y puerto de escucha.



Figura 1. Modulo Actuador.

Aplicación Móvil: El diseño consta de una solución por medio de 2 proyectos de desarrollo.

Capa de presentación. Desarrollada a través de la interfaz Android Studio (IDE), en esta se configuran botones de control ON/OFF de luz, ventilador y televisor, además del botón de ubicación, esta última también se indicaba al usuario por medio de voz y forma automática al cambiar de sector.

Capa Lógica. Analiza los datos enviados al ejecutarse un método y aplica la lógica requerida, luego envía estos datos ya preparados a la capa arduino para ser procesados. Desarrollada por medio de la interfaz Android Studio (IDE) y lenguaje de programación JAVA, establece el método de conexión por medio de la dirección IP y el puerto de escucha de la capa Arduino.



Figura 2. Aplicación Móvil.

IV. RESULTADOS

Una vez finalizada la fase de análisis de datos se concluyó que para facilitar el desplazamiento de las personas al interior de una edificación, se hace necesario el desarrollo de un sistema domótico controlado por una aplicación móvil y que esta debe poseer características tales como:

En primer lugar debe ser de fácil uso, es decir debe evitar el uso de letras, ya que muchas de las personas encuestadas no poseen habilidades de lectura, por tanto se deben acudir a símbolos de los diferentes dispositivos a controlar.

En segundo lugar la interfaz para dispositivo móvil debe funcionar de la mano de la aplicación TalkBack, con el propósito de facilitar el reconocimiento táctil de la pantalla por parte de los usuarios en situación de discapacidad a nivel visual.

En tercer lugar la aplicación debe interactuar con los usuarios en situación de discapacidad a nivel visual, es decir que debe comunicar a la persona a cerca del sitio en el cual se encuentra así como comunicar si el control de dispositivo ha sido exitoso.

En resumen se puede afirmar que una aplicación que sirva para que las personas en situación de discapacidad a nivel visual y motriz puedan realizar control y uso de un sistema domótico, debe ser muy sencilla y estar en permanente comunicación con el usuario (para el caso de las personas con anomalías severas en su visión).

La ejecución del proyecto permitió desarrollar un sistema domótico que puede ser controlado por parte de las personas en situación de discapacidad a nivel de estructuras corporales (visual y motriz) por medio de dispositivos móviles.

Posteriormente se desarrolló una fase de prueba en esta se analizaron las fortalezas y deficiencias técnicas del sistema domotico, estos fueron los resultados obtenidos:

Primera etapa de prueba: Se observaron fallas en la detección de voz ya que se no se enviaba la palabra de control al sistema automáticamente y era necesario dar envío manual. El control de encendido de dispositivos funciono de forma correcta.

Segunda etapa de prueba: Se observaron problemas en los tiempos de procesamiento para acceso a red y bloqueo de la interfaz, esta falla se presentaba al intentar realizar la conexión por medio de la interfaz de usuario (primer plano).

Tercera etapa de prueba: Se intentan implementar dos puntos de control pero se presentan problemas de potencia invasiva de la señal proveniente del router, persisten los problemas en los tiempos de procesamiento para acceso a red.

Cuarta etapa de prueba: Se crearon métodos que trabajan en segundo plano con el propósito de evitar el bloqueo de la interfaz de usuario y se logra una solución parcial a los problemas en los tiempos de procesamiento para acceso a red.

Quinta etapa de prueba: Persisten los problemas de detección de voz por problemas de ruido y se opta por el uso de aplicación TalkBack para reconocimiento de interfaz.

Así mismo se evaluó la interacción de los usuarios con el sistema domotico, con el propósito de determinar las posibles

ventajas de usar el mismo como facilitador de la movilidad al interior de una edificación.

Se realizaron 11 pruebas, el 64% de ellas se realizaron a personas en situación de discapacidad a nivel visual y el 34% a aquellas en situación de discapacidad a nivel motriz. Se establecieron estos porcentajes debido a que en el desarrollo del proyecto se observó la mayor necesidad de este tipo de sistemas por parte de los individuos con deficiencia en su órgano visual.

TIPO DE DISCAPACIDAD

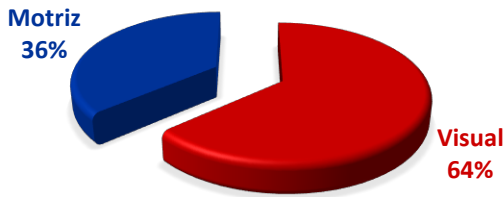


Figura 3. Tipo de Discapacidad.

De igual forma se analizó la operatividad del sistema desde el punto de vista del usuario final, 64% de las personas manifiestan un funcionamiento correcto y un 36% informan a cerca de pequeñas falencias en la función de ubicación.

OPERACIÓN SISTEMA DOMOTICO

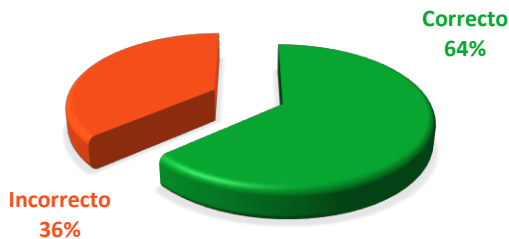


Figura 4. Operación de Sistema Domotico.

Así mismo también se realizó un análisis de la interacción del usuario con la interfaz de la aplicación móvil, en este sentido un 55% de las personas manifiestan no tener inconvenientes y un 45% presentan problemas con el reconocimiento táctil debido al poco tiempo de trabajo con la aplicación, pero afirman que con el uso constante se podrían lograr unos mejores resultados.

Por ultimo tras realizar esta serie de pruebas se indago acerca de la utilidad del sistema domotico propuesto, el 100% de las personas manifiestan que este desarrollo puede ser muy gran ayuda con el propósito de mejorar las condiciones de movilidad al interior de las edificaciones.

INTERACCIÓN CON INTERFAZ

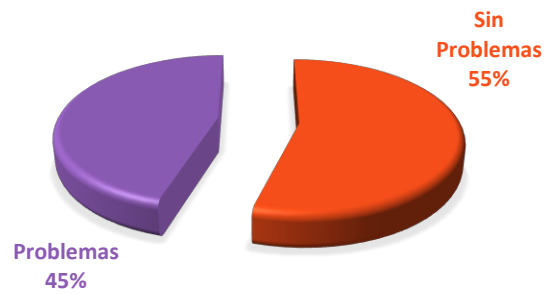


Figura 5. Interacción con Interfaz.

Por tanto podemos hablar de un sistema susceptible a mejoras, pero que puede ser de gran utilidad para las personas en situación de discapacidad a nivel visual y motriz en la ciudad de Neiva (Huila).

UTILIDAD DE SISTEMA DOMOTICO

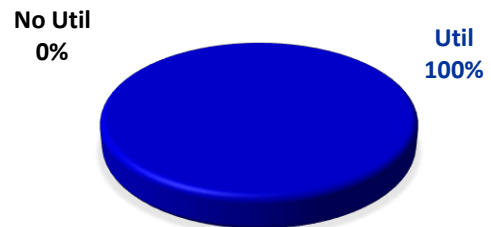


Figura 6. Utilidad de Sistema Domotico.

V. CONCLUSIONES

Uno de los factores más importantes a tener en cuenta en el diseño y desarrollo del sistema domótico es la potencia de la señal WIFI del Router, ya que un nivel demasiado alto de este en los puntos de control, puede propiciar errores de identificación del dispositivo móvil lo cual a su vez afectaría la guía y ubicación de las personas en situación de discapacidad a nivel visual.

Otro factor importante es el tiempo de procesamiento para acceso a red, estos retardos pueden afectar la funcionalidad del sistema y por tanto impedir el control del sistema domótico por parte de las personas en situación de discapacidad a nivel visual y motriz.

Además para propiciar un fenómeno real de inclusión de las personas en situación de discapacidad a nivel visual y motriz, se debe tener en cuenta que la mayoría de estas no cuentan con un nivel de escolaridad alto e inclusive que algunas de estas carecen de competencias en la parte de

lectura; por tanto se debe desarrollar una aplicación sencilla con controles por medio de símbolos y no de letras o números.

Por otro lado se hace necesario tener en cuenta que la interacción del dispositivo móvil con la persona en situación de discapacidad a nivel visual debe ser constante, esto con el propósito de ofrecer una información continua y oportuna acerca de la posición del individuo en el interior de una determinada edificación.

Se dificulta la incorporación de la opción de reconocimiento de voz en la aplicación móvil debido a que las señales sonoras externas, alteran de forma significativa el funcionamiento de la misma, situación que conduce a errores que perturban la operación del sistema.

Además se hace necesario que las personas en situación de discapacidad tengan un periodo de adaptación a la aplicación, esto con el propósito de potencializar su funcionamiento y evitar situaciones de frustración por posibles falencias del sistema.

REFERENCIAS

- [1] S. Sotelo, M. Olivo, G. Rodríguez “Desarrollo de Aplicación Domótica con Comunicación Inalámbrica Bluetooth,” *La Mecatrónica en México*, vol. 4, pp 29 – 38, Enero 2015.
- [2] J. Sánchez, M. Sáenz, “Orientación y movilidad en espacios exteriores para aprendices ciegos con el uso de dispositivos móviles.” In IX Congreso Iberoamericano de Informática Educativa, Caracas, 2008, pp. 1-6.
- [3] J. M. Huidobro, R. J. Millán, Manual de domótica. España: Creaciones Copyright SL, 2010.
- [4] Organización Mundial de la Salud OMS, “Temas de salud,” [online]. 2015. Disponible en: <http://www.who.int/topics/disabilities/es/>.
- [5] Ministerio de Salud y Protección Social, “Discapacidad”. [online]. 2014. Disponible en: <http://www.minsalud.gov.co/proteccionsocial/Paginas/DisCAPACIDAD.aspx>.
- [6] A. B. Alonso, I. F. Artime, M. Á. Rodríguez, R. G. Baniello, “Dispositivos móviles”. EPSIG: Ingeniería de Telecomunicación Universidad de Oviedo. 2009.
- [7] Arduino, “¿Que es Arduino?” [online]. 2014. Disponible en <http://www.arduino.cc/es/#.U1sZOfl5PsE>.
- [8] M. Á. Valero Duboy, A. M. Diéguez, Y. Hernández, S. Martín, M. Carrillo, “Solución Abierta de Barrido y Pulsación en Dispositivos Móviles Accesible para Personas con Discapacidad Física”, 2011.
- [9] I. Marsá, M. Machuca, A. Navarro, J. Velasco, “Un enfoque práctico para la localización de usuarios mediante Bluetooth en entornos domóticos.” First Iberoamerican Congress on Ubiquitous Computing. CICU, Madrid, España, 2005.
- [10] M. Valencia, G. Isaza, M. Manrique, “CAMALEÓN Interfaz de control de medios para dispositivos móviles.” *Revista Sistemas y Telemática*, vol. 10, pp 17-24, Julio 2012.
- [11] V. Aguirre, “Prototipo De Sistema De Control Domótico Por Medio De Dispositivos Android, Utilizando Processing,” Tesis Pregrado, Universidad Católica De Manizales, Manizales, Colombia, 2013.