

Sistema Inteligente de detección de objetos para mejorar la movilidad de los invidentes en la Asociación Luis Braille – Trujillo 2018

Intelligent system of object detection to improve the mobility of the blind in the Luis Braille - Trujillo Association 2018

Karito Beatriz Vargas Cruz¹

RESUMEN:

La presente investigación, de tipo pre experimental titulada “Sistema inteligente de detección de objetos para mejorar la movilidad de los invidentes en la Asociación Luis Braille – Trujillo 2018”, tiene como fin mejorar la movilidad de los invidentes. Se considero una población de 100 personas invidentes obteniendo una muestra de 80, así mismo se aplicó el método de análisis de distribución Z. Para la validación y verificación de instrumentos fue aprobado por expertos (especialista y estadístico) y para la fiabilidad de los datos recopilados de la encuesta se aplicó el Alpha de Cronbach, utilizando el programa SPSS. Se utilizó como metodología de desarrollo de software el método en V y se usó los siguientes materiales; una placa Raspberry Pi, micro SD de 16 GB, con fuente, una cámara de reconocimiento, HC-SR04 y un módulo GPS. De acuerdo al análisis y contrastación de datos del Pre Test y Post Test, se obtuvieron los siguientes resultados; en el primer indicador (NPAPTC) se obtuvo 6.89 caídas y con el sistema inteligente 2 caídas. En el segundo indicador (TPMPO) se obtuvo 7.65 minutos y con el sistema inteligente 3.1 minutos. En el tercer indicador (TPDO) se obtuvo 209.46 segundos, mientras que con el sistema inteligente 63 segundos. En el cuarto indicador (NSI) se obtuvo 11.88 puntos y con sistema propuesto 22.88 puntos, concluyendo que la implementación del sistema propuesto tuvo una satisfacción del 100% siendo una alternativa de solución al problema de la investigación, ayudando de esta manera a mejorar la movilidad del invidente.

Palabras claves: Invidentes, Sistema inteligente, Movilidad, Reconocimiento de objeto.

ABSTRACT:

The present investigation, of pre-experimental type entitled "Intelligent system of object detection to improve the mobility of the blind in the Luis Braille - Trujillo Association 2018", aims to improve the mobility of the blind. It was considered a population of 100 blind people obtaining a sample of 80, likewise the Z distribution analysis method was applied. For the validation and verification of instruments, it was approved by experts (specialist and statistician) and for the reliability of the collected data. of the survey the Cronbach's Alpha was applied, using the SPSS program. The V method was used as software development methodology and the following materials were used; a Raspberry Pi, 16 GB micro SD, with a source, a recognition camera, HC-SR04 and a GPS module. According to the analysis and comparison of data from the Pre Test and Post Test, the following results were obtained; in the first indicator (NPAPTC) 6.89 falls were obtained and with the intelligent system 2 falls. In the second indicator (TPMPO) 7.65 minutes was obtained and with the intelligent system 3.1 minutes. In the third indicator (TPDO) 209.46 seconds were obtained, while with the intelligent system 63 seconds. In the fourth indicator (NSI) 11.88 points were obtained and with a proposed system 22.88 points, concluding that the implementation of the proposed system had a 100% satisfaction as an alternative solution to the research problem, helping in this way to improve mobility of the blind

Key words: Blind, Intelligent system, Mobility, Object recognition.

¹ Universidad César Vallejo - Estudiante de Ingeniería de Sistemas.
E-mail: karitobeatriz.vc@gmail.com

1. INTRODUCCIÓN:

La población de invidentes aproximadamente es de 253 millones en el mundo, de los cuales 36 millones son ciegos y 217 millones ven en lagunas. Según los datos proporcionados por la organización mundial (OMS, 2017) existe un 81% de adultos que llegan a perder la visión cuando llegan a los 50 años, pero para los que llegan a esa edad tienen distintas complicaciones propias de su edad, agrando los problemas visuales como el deterioro de la su vista y dolor ocular provocando dificultad en su movilidad y desplazamiento.

Actualmente se vienen registrando en el Perú distintos tipos de accidentes que han perjudicado a los invidentes, o personas que no son invidentes dejándolas totalmente ciegas.

Los invidentes de la Asociación Luis Braille, ellos mismos generan sus propias actividades, se dedican a brindar servicios de maso terapia (masajes) en su mismo local avenida España N° 988 y/o alrededores. Actualmente en la Asociación Luis Braille de Trujillo hay 100 personas invidentes registrados. Para la presente investigación se desarrolló un sistema inteligente de detección de objetos el cual ayudo al invidente a poder movilizarse de forma segura. Para la recolección de datos se aplicó una encuesta, se aplicó la formula probabilística, encuestando a solo 80 invidentes. Por lo cual se identificó los siguientes problemas:

P1: Los invidentes tienen problemas al movilizarse por las calles, ya que frecuentemente se caen, golpean y tropiezan, aumentando el número de accidentes.

P2: Se identificó que los invidentes se les hace difícil poder movilizarse de un punto a otro sin ayuda de una persona, un perro guía o un bastón blanco ya que si lo hacen por si solos les toma mucho más tiempo y corren el riesgo a perderse.

P3: Las personas invidentes tienen dificultad para reconocer los objetos que se encuentran en su entorno, ocasionando malestar y demora en memorizar cada objeto en cada rincón.

P4: Los invidentes registrados en la asociación Luis braille se han referido a la frustración continua e incomodidad al no poder ubicarse entre los ambientes en los que se desplazan generando una insatisfacción permanente en su desplazamiento y ubicación.

Hoy en día la innovación de las tecnologías y recursos libres que nos proporcionan generan la creación de nuevos sistemas, aplicaciones, robots, etc. Con el fin de contribuir y mejorar nuestra sociedad apoyando aquellas personas con algún tipo de discapacidad. Es por ello que para el desarrollo del presente proyecto se utilizó software libre, librerías y libros que fueron de gran aporte para el desarrollo y construcción del sistema inteligente de detección de objetos que mejoró la movilidad de los invidentes en la Asociación Luis Braille en el año 2018.

2. MARCO TEÓRICO:

Inteligencia artificial

Se basa en el desarrollo de métodos y algoritmos, logrando que la maquina adquiriera inteligencia y sea capaz de razonar y tomar sus propias decisiones.

Para poder determinar si una maquina puede pensar y es inteligente se hace a través de la prueba de (Turing, 1950), Alan Turing uno de los pioneros de la Inteligencia Artificial determino un método para testear programas.

Tipos de inteligencia artificial

- **Inteligencia A. Débil:** El sistema no es capaz de tomar una decisión por sí sola, la toma siempre y cuando se programe esa acción (Alcance limitado).

- **Inteligencia A. Fuerte:** Lo que mayormente vemos en las películas, mediante algoritmos se

pueden determinar y dar solución dando un alcance mayor.

- **Súper Inteligencia Artificial:** Capacidad de procesamiento muy complejo, tiene la capacidad de escribir su propio código e iguala la inteligencia al de un humano.

Anatomía de la inteligencia artificial

Existen 5 partes de la Inteligencia Artificial.

- **Una Inteligencia A. Débil:** Puede cumplir con una o varias partes de la inteligencia artificial.

- **Una Inteligencia A. Fuerte o una Súper:** Necesita cumplir con las 5 partes de la anatomía.

1. La Percepción: Ejemplo

Los humanos a través de los sentidos perciben (Sonidos, sabores, olores, vista). Mientras las maquinas se las programan para que perciban estas acciones (sensores de sonido, rayos x, cámara, sensores de movimiento, etc.)

2. Procesamiento Natural del Lenguaje: emplea algoritmos para descifrar la información.

3. Representación del Conocimiento: Capacidad Inteligente, tomada de una acción repetitiva para poder tomar una decisión dando una solución factible.

4. Razonamiento: Se relaciona con las tres primeras partes de la anatomía, emulando el razonamiento igual al del ser humano.

5. Planeación y Navegación: Es una inteligencia fuerte, es el entrenamiento al algoritmo para determinar con exactitud lo que esta fuera del alcance del ser humano.

Por ejemplo: (Google Maps nos da el tiempo estimado y el recorrido prediciendo con exactitud el tiempo de llegada). Áreas de la Inteligencia Artificial.

Áreas de la inteligencia artificial

- **Visión Computacional:** Se basa en el reconocimiento y localización de objetos. Según el científico (David Courtnay Marr) estudio, neurología, inteligencia artificial y psicología para su integración como un modelo de procesamiento al cual llamo visión.

- **Algoritmo Genético:** se basa en la búsqueda de selección natural, teoría de la evolución de (Darwin).

- **Redes Neuronales:** Basado en el comportamiento del cerebro humano para el incremento de conocimientos, procesando la información para dar solución a cualquier problema.

- **Robótica:** Es el entrenamiento del algoritmo para lograr un sistema inteligente capaz de imitar en su totalidad al ser humano (que pueda identificar un objeto, que pueda caminar y evitar tropezar con algún obstáculo)

- **Sistemas Expertos:** Sistemas inteligentes que usan la información dada para dar solución a los problemas que no puede solucionar el ser humano.

- **Agentes Inteligentes:** Tienen la capacidad de reaccionar y tomar una decisión, ejemplo (sensores que detecten obstáculos)

- **Lógica Difusa:** Se basa en el análisis de la entrada de datos, procesa mediante reglas difusa determinando si la información es verdadera o falsa, y teniendo la respuesta correcta como salida del dato.

Invidentes

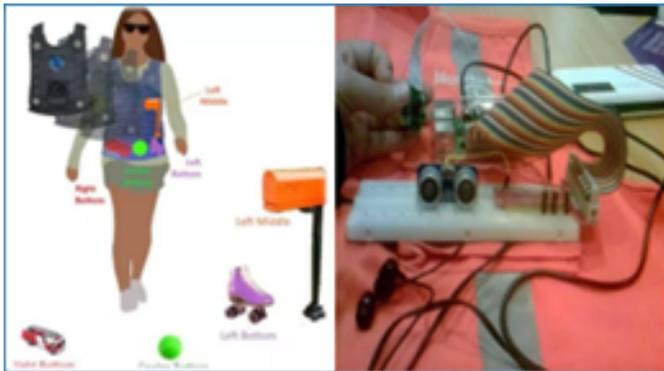
Los invidentes para movilizarse se basan en el sentido del tacto para reconocer algún objeto, del oído para escuchar lo que se encuentra a su alrededor e instinto (ejemplo; para cruzar las calles se quedan quietos en una esquina y sienten con sus pies el temblar de la tierra para saber si hay presencia de algún vehículo que pasa por la avenida).

Movilidad

Los invidentes para orientarse analizan los objetos que pueden estar frente a ello lo hacen con la ayuda de alguna herramienta de apoyo, como un bastón para hacer menos complicada su desplazamiento. Ya que siempre al caminar por las calles presencian objetos que dificulten su caminar.

Las personas invidentes tienen como primera necesidad el conocer el lugar en el que se encuentran para orientarse en su espacio físico y memorizar la ubicación de los objetos, así se hace mucho más fácil su desplazamiento al movilizarse de un punto a otro. (Jaime Sánchez , Mauricio Saénz)

2.1. Finalidad del presente proyecto con respecto a la problemática



La finalidad del proyecto fue de implementar un sistema inteligente en un chaleco, fácil de usar y de gran ayuda para las personas invidentes. El sistema reconoce los objetos que se encuentran delante del invidente e informa su presencia y a que distancia se encuentra, así como su posición física mediante el GPS. Esta información es transmitida cada vez que se pulsa los botones que se encuentran al costado del bolsillo donde se encuentra toda la estructura del sistema (placa). Logrando mejorar la movilidad de las personas invidentes.

2.2. Justificación

Justificación tecnológica

Existe una gran variedad de herramientas tecnológi-

cas que facilitan el desarrollo del presente proyecto, es por ello que se escogió materiales menos costosos para la construcción del prototipo de esta investigación, haciendo uso de una placa Raspberry pi 3, un micro SD 16 GB, fuente para raspberry pi, sensor de proximidad HC-SR04 que ayudo a detectar los obstáculos próximos calculando una cierta distancia, una cámara raspberry pi v2 que ayudo en el reconocimiento de cada objeto, así mismo se usó un módulo GPS que permitió saber la posición física actual del invidente.

Justificación operativa

Se desarrolló un sistema inteligente de detección de objetos el cual fue plasmado en un chaleco para uso de los invidentes de la asociación Luis Braille de Trujillo, haciendo uso de nuevas tecnologías (hardware y software). Se uso sistema operativo raspberry (Linux), código libre (librerías). Para conectarse a la placa base se creó una conexión desde el servidor (VCN) permitiendo programar directo a la placa raspberry, obteniendo resultados óptimos en el desarrollo del sistema.

Justificación económica

Genero un ahorro al evitar seguir contratando a docentes especializados en personas con discapacidad visual, para clases de guía y concentración en la Asociación Luis Braille.

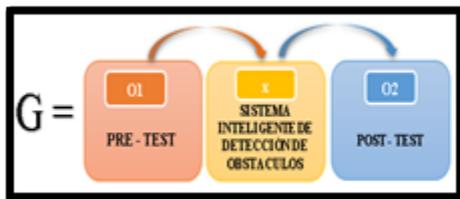
Como se observó que los invidentes no tenían ninguna tecnología que les ayude en su movilidad y desplazamiento, se hizo uso de nueva tecnología que cubrió las necesidades básicas de los invidentes para mejorar su calidad de vida. Evaluando los costos que se asumía al pagar a docentes para los invidentes, se logró economizar obteniendo herramientas tecnológicas menos costosas a diferencias de otras tecnologías para el desarrollo del sistema.

Justificación Social

El presente proyecto de investigación logró generar un impacto social, impulsando al desarrollo de nuevos proyectos tecnológicos en beneficio de la humanidad. En el que se demostró mediante el desarrollo del sistema inteligente de detección de objetos que ayudó a los invidentes de la Asociación Luis Braille a mejorar su movilidad y autonomía para poder desplazarse con total seguridad, permitiendo tener una mejor calidad de vida.

3. MÉTODO:

Para el desarrollo de la investigación se aplicó un diseño aplicada de tipo Pre-experimental, analizando el grupo mediante prueba Pre-Test y Post -Test. Tomando en cuenta de la siguiente manera:



Variables, Operacionalización

Variable dependiente: La movilidad de los invidentes.

Variable independiente: Sistema inteligente de detección de objetos

Nº	INDICADOR	DESCRIPCION	OBJETIVO	TECNICA / INSTRUMENTO	TIEMPO EMPLEADO	MODODE CALCULO
1	Número Promedio de Accidentes Propiciados por Tropiezos y Caídas (NPATC)	Determinar el número promedio de accidentes propiciados por tropiezos y caídas dificultando la movilidad de los invidentes.	Disminuir el número de accidentes propiciados por tropiezos y caídas por parte de los invidentes de la asociación Luis Braille.	Encuesta	Diario	$NPATC = \frac{\sum_{i=1}^n (CAPTC)_i}{n}$ NPATC= número promedio de accidentes propiciados por tropiezos y caídas. CAPTC= Cantidad de accidentes propiciados por tropiezos y caídas. n= número de invidentes
2	Tiempo Promedio para Movilizarse de un Punto a Otro. (TPMPO)	Determinar el tiempo promedio que se demora el invidente en ubicarse y dirigirse de la forma tradicional hacia su destino.	Reducir el tiempo que les toma a los invidentes movilizarse de un punto a otro.	Medición del tiempo /cronómetro	Diario	$TPMPO = \frac{\sum_{i=1}^n (TMPO)_i}{n}$ TPMPO= Tiempo promedio para movilizarse de un punto a otro. TMPO= Tiempo para movilizarse de un punto a otro. n= número de invidentes
3	Tiempo Promedio de Detección de Objetos (TPDO)	Determinar el tiempo promedio que se demora en detectar cada objeto que se encuentra en su entorno para su correcta movilización.	Reducir el tiempo de detección de objetos que dificultan la movilidad de los invidentes.	Medición del tiempo /cronómetro	Diario	$TPDO = \frac{\sum_{i=1}^n (TDO)_i}{n}$ TPDO= tiempo promedio de detección de objetos. TDO= tiempo de detección de objetos. n= número de invidentes
4	Nivel de Satisfacción de los Invidentes (NSI)	Determinar el nivel de satisfacción de los invidentes con el uso de su herramienta habitual para su desplazamiento.	Incrementar el nivel de satisfacción de los invidentes.	Encuesta	Diario	$NSI = \frac{\sum_{i=1}^n (SID)_i}{n}$ NSI= Nivel de Satisfacción de los Invidentes. NS= Nivel de satisfacción. n= número de Invidentes

Población y muestra

Población: Actualmente existe un total de 100 personas invidentes registrados como miembros en

en la Asociación Luis Braille de la ciudad de Trujillo.

Muestra: aplicando la formula de proporciones se obtuvo una muestra de 80.

4. METODOLOGÍA:

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizó como metodología el método en V como guía para el desarrollo del proyecto. En la investigación se especifica como se logró mejorar la movilidad del invidente a través del sistema inteligente que informa al invidente la presencia de objetos físicos que se encuentren a medida que este va caminando, así como la distancia en la que se encuentran, además de un módulo GPS que permitió tener informado sobre de su ubicación física.

El método en V presenta como primera fase recopilar los requerimientos del proyecto, determinando resolver los inconvenientes desde la primera fase. Luego se realizó el análisis de los requerimientos del prototipo.

Características del Modelo V:

- Análisis: análisis de la problemática y búsqueda de solución óptima.
- Especificación: se especifican los problemas a detalle para poder plantear requisitos fundamentales con respecto al hardware y software que se usara.
- Documentación: se documenta las especificaciones y requerimientos levantados por parte del interesado, quedando claro y preciso lo que se realizara.
- Mantenimiento: Se efectúa durante el diseño de los módulos, la arquitectura y Pos prueba para poder realizar el seguimiento en cada prueba.

Fases del Método en V:

- Especificación de Requisitos
- Análisis de Requisitos
- Diseño de Arquitectura
- Diseño de Módulos

- Programación
- Pruebas Unitarias
- Pruebas de Integración
- Pruebas de Sistema
- Pruebas de Aceptación

5. RESULTADOS:

De acuerdo al análisis y contrastación de datos del Pre Test y Post Test, se obtuvieron los siguientes resultados:

Número promedio de accidentes proporcionados por tropiezos y caídas.

NPAPTCa	%	NPAPTCp	%	Decremento	%
6.89	100 %	2.04	29.61 %	4.85	70.39 %

Tiempo promedio para movilizarse de un punto a otro.

TPMPa	%	TPMPp	%	Decremento	%
7.65	100 %	3.1	40.52 %	4.55	59.48 %

Tiempo promedio de detección de objetos.

TPDOa	%	TPDOp	%	Decremento	%
209.46	100 %	63.00	30.07 %	146.46	69.93 %

Nivel de satisfacción de los invidentes

NSIa		NSId		AUMENTO	
PUNTOS	%	PUNTOS	%	PUNTOS	%
11.88	51.92	22.88	100	10	48.08

Caja de Flujo

DESCRIPCIÓN	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
COSTO DE INVERSIÓN (S/)				
Recursos Humanos	8080.00			
Materiales e Insumos	111.50			
Hardware	1778.80			
Software	00.00			
Servicios de Internet		840.00	840.00	840.00
COSTO TOTAL (S/)	9970.30	840.00	840.00	840.00
BENEFICIOS				

Beneficios Tangibles		11160.00	11160.00	11160.00
TOTAL (S/)		10320.00	10320.00	10320.00
FLUJO DE CAJA (S/)	-9970.30	349.70	10669.70	20989.70

6. CONCLUSIÓN

Se mejoró la movilidad de los invidentes en la asociación Luis Braille con los siguientes resultados:

1. El número promedio de accidentes proporcionados por tropiezos y caídas con el sistema actual es de 6.89 tropiezos y con el sistema propuesto es de 2.04 tropiezos obteniendo un decremento del 70.39%.

2. El tiempo promedio para movilizarse de un punto a otro con el sistema actual es de 7.65 y con el sistema propuesto es de 3.10 obteniendo un decremento del 59.48%.

3. El tiempo promedio de detección de objetos con el sistema actual es de 209.46 segundos y con el sistema propuesto es de 63 segundos obteniendo un decremento del 69.93%.

4. El nivel de satisfacción de los invidentes con el sistema actual es de 11.88 puntos y con el sistema propuesto es de 22.88 puntos obteniendo un aumento de la satisfacción de 48.08%.

5. Con respecto a la viabilidad económica se obtuvo los siguientes valores:

- VAN es 17478.96 soles.

- Beneficio Costo es de 1.75 soles.

- TIR es 57%.

- Tiempo de recuperación de capital es de 10 meses y 21 días.

6. Se concluye que un sistema inteligente de detección de objetos mejoró significativamente la movilidad de los invidentes en la asociación Luis Braille – Trujillo 2018.

7. AGRADECIMIENTO:

A Dios padre todo poderoso, gracias por toda la bendición que me brinda.

A mis Padres por haberme apoyado económicamente para poder culminar mis estudios.

A la Universidad César Vallejo, por todos los beneficios brindados durante los 5 años de formación universitaria.

A mis asesores Dr. Hugo José Luis Romero, Mg. Segundo Edwin Cieza Mostacero. Por guiarme y orientarme en el desarrollo de mi proyecto de Investigación para poder obtener el título de Ingeniería de Sistemas.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- [1] Aguayo, Luis. 2016. [En línea] 02 de 2016. [Citado el: 23 de 10 de 2017.] http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/20348/1/Tesis_t1108ec.pdf.
- [2] Alejandro E. Reyes Bascuñana , Javier Santofimia Ruiz. [En línea] [Citado el: 7 de 10 de 2017.] <http://www.it.uc3m.es/~jvillena/irc/practicas/12-13/11mem.pdf>.
- [3] Andiana Agencia Peruana de Noticias . 2017. [En línea] 25 de 08 de 2017. [Citado el: 13 de 09 de 2017.] <http://www.andina.com.pe/agencia/noticia-en-peru-cerca-160000-personas-son-invidentes-diversas-causas-531943.aspx>.
- [4] Arbildo López, Aurelio y Birgio, José. 2013. “Codificación de Imágenes en sonido como ayuda al invidente”. Universidad de Lima. Lima : Repositorio Institucional Ulima, 2013. pág. 265. 1025-9929.
- [5] Benítez, Raúl; Escudero, Gerard ; Kanaan , Samir ; Masip Rodó, David . 2014. Inteligencia Artificial Avanzada. [ed.] MIDAC. Primera Edición. Barcelona : UOC, 2014. págs. 12-298. 978-84-9064-321-1.
- [6] Bloom, Benjamin. 2009. Taxonomía de Bloom. Universidad ICESI. [En línea] 01 de Octubre de 2009. [Citado el: 11 de 11 de 2017.] <http://www.eduteka.org/articulos/Taxonomia-BloomDigital>.
- [7] Carlos Velásquez , Shirley Gonzales. 2013. "Diseño de un modelo para el monitoreo de personas con problemas de alzheimer basado en las tecnologías GSM/GPRS y GPS". La libertad, Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo : Repositorio Institucional UNITRU, 2013. págs. 5-111, TESIS.
- [8] Crespín Carlos, Julián Alexander. 2014. "Sistema detector de somnolencia en secuencias de video de conductores manejando usando Visión Computacional". La libertad, Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo : Facultad de Ciencias Fisicas y Matematicas , 2014. págs. 15-45, TESIS.
- [9] Cronbach. 1951. Cálculo e interpretación del Alfa de Cronbach. [En línea] 1951. [Citado el: 24 de 08 de 2017.] <file:///C:/Users/a/Downloads/22-172-1-PB.pdf>. 1390-9304.
- [10] Cruz, Andrez. 2014. ELECTRONICLAB INGENIERIA Y DISEÑO ELECTRONICO . [En línea] 24 de 05 de 2014. [Citado el: 28 de 05 de 2018.] <https://electronilab.co/tienda/modulo-gps-ublox-neo-6m-v2-con-memoria-eprom/>.
- [11] Cytron. 2013. [En línea] 1.0, 05 de 2013. [Citado el: 20 de 05 de 2018.] <https://datasheetspdf.com/pdf-file/1291829/Cytron/HC-SR04/1>.
- [12] Galvis, William. 2013. Microkits Electronica. [En línea] 2013. [Citado el: 28 de 05 de 2018.]

- <https://www.microkitselectronica.com/media/attachment/file/h/c/hcsr04.pdf>.
- [13] George y Mallery. 2003. [En línea] 2003. [Citado el: 28 de 08 de 2017.] <https://www.uv.es/~friasnav/AlfaCronbach.pdf>.
- [14] Guzmán, Reinoso. 2017. Electronica y ciencia. [En línea] 05 de 2017. [Citado el: 24 de 04 de 2018.] <http://electronicyciencia.blogspot.com/2016/11/conexion-gpio-de-raspberry-pi-3.html>.
- [15] INEI. 2013. [En línea] 02 de 12 de 2013. [Citado el: 10 de 9 de 2017.] <https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/en-el-peru-1-millon-575-mil-personas-presentan-alg/>.
- [16] Jaime Sánchez , Mauricio Saézn. [En línea] [Citado el: 27 de 10 de 2017.] http://www.niee.ufrgs.br/eventos/RIBIE/2008/pdf/orientacion_movilidad_espacios.pdf.
- [17] Johana, Hidalgo evelyn. 2013. Sistema Móvil basado en realidad aumentada para mejorar la calidad de vida de las personas con principio de Alzheimer. La Libertad , Universidad César Vallejo. Trujillo : s.n., 2013.
- [18] Laboratorio de la calidad del Software. 2009. Ingeniería del Software: Metodologías y Ciclos de Vida. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. España : INTECO, 2009. págs. 39-83.
- [19] Martínez , Ismael y Polo Chacón , Delfina . 2004. [En línea] 2004. http://bibliorepo.umce.cl/libros_electronicos/diferencial/edtv_30.pdf. 84-484-0149-2.
- [20] Medina Sánchez Edgar y Callejas Cuervo Mauro. 2014. "Aplicación móvil como herramienta de ubicación y demarcación de rutas para invidentes, utilizando realidad Aumentada". Universidad de Manizales. Colombia : Facultad de Ciencias e Ingeniería, 2014. págs. 38-42.
- [21] Minsa. 2016. [En línea] 2016. [Citado el: 01 de 11 de 2017.] <http://www.minsa.gob.pe/estadisticas/estadisticas/poblacion/poblacionmarcos.asp?13>.
- [22] OMS. 2017. Ceguera y Discapacidad Visual. [En línea] Octubre de 2017. [Citado el: 10 de 09 de 2017.] <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/es/>.
- [23] Project, The Pi4J. 2018. Raspberry. [En línea] 1.2, 25 de 04 de 2018. [Citado el: 12 de 06 de 2018.] <http://pi4j.com/pins/model-3b-rev1.html>.
- [24] Quezada Castillo, Juan Manuel. 2014. "Diseño e Implementación de un Dispositivo electrónico de ayuda de desplazamiento para personas ciegas". La libertad , Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima : Repositorio PUCP, 2014. págs. 19-68, TESIS .
- [25] Raspberrypi. 2016. [En línea] 04 de 2016. [Citado el: 28 de 05 de 2018.] <https://www.raspberrypi.org/products/camera-module-v2/>.
- [26] Raspberrypi3. 2018. [En línea] 03 de 2018. [Citado el: 28 de 05 de 2018.] <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b-plus/>.
- [27] Sheet, GPS Modules Data. [En línea] https://www.u-blox.com/sites/default/files/products/documents/NEO-6_DataSheet_%28GPS.G6-HW-09005%29.pdf. HW- 09005-E.
- [28] Stuart J. Russell y Peter Norvig. 2004. Inteligencia artificial un enfoque moderno. [ed.] David Fayerman Aragón. INTELIGENCIA ARTIFICIAL. segunda. Madrid : PEARSON, 2004, pág. 1241.
- [29] Turing, Alan. 1950. Test de Turing. [En línea] 1950. [Citado el: 27 de 10 de 2017.] <http://ma>

tap.dmae.upm.es/cienciaficcio/DIVULGACION/3/TestTuring.htm.

- [30] Yanchatuña Aguayo, Luis Ángel. 2016. "Visión artificial por alertas de voz y movimiento para personas con discapacidad visual en la Biblioteca de no videntes de la Universidad Técnica de Ambato". Ecuador, Universidad Técnica de Ambato. Ambato : Repositorio Digital UTA, 2016. págs. 18-112, TESIS.