

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN



Sistemas inteligentes aplicados a personas con discapacidad visual: revisión sistemática de la literatura

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER EN INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN

AUTOR

Mirella Jazmin Zuloeta Lopez

ASESOR

Karla Cecilia Reyes Burgos

<https://orcid.org/0000-0003-3520-5076>

Chiclayo, 2024

PROYECTO

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%	21%	10%	6%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	9%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
3	www.hindawi.com Fuente de Internet	1%
4	online-journals.org Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Philippine Council for Health Research and Development Trabajo del estudiante	1%
6	Patthapol Kunumpol, Nichapa Lerthirunvibul, Phongphan Phienphanich, Adirek Munthuli et al. "GlauCUTU: Time Until Perceived Virtual Reality Perimetry With Humphrey Field Analyzer Prediction-Based Artificial Intelligence", IEEE Access, 2022 Publicación	1%

Índice

Resumen	4
Abstract	5
Introducción	6
Metodología	7
Resultados y discusión	11
Conclusiones	16
Referencias	18

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo realizar una revisión sistemática de las investigaciones hechas durante los últimos cinco años en las cuales se hayan elaborado sistemas inteligentes para las personas con discapacidad visual con la finalidad de identificar los mecanismos de inteligencia artificial utilizadas en su implementación y con este conocimiento generar futuras propuestas de investigación. Para iniciar la búsqueda, se optó por dos bases de datos las cuales son ProQuest y Scopus donde posteriormente se aplicaron criterios de inclusión y exclusión y luego criterios de calidad. Por consiguiente, las investigaciones se redujeron a un total de trece fuentes que son punto de partida para responder las preguntas de investigación. Las respuestas en base a las interrogantes detallan con gran precisión la información solicitada además que presentan soluciones innovadoras para la sociedad. Finalmente, se concluye que, las aplicaciones de sistemas inteligentes aplicados a personas con discapacidad visual están aumentando con el pasar del tiempo y que los países con mayor interés en este tipo de publicaciones son los que se encuentran en el continente Asiático y Americano contribuyendo este tipo de soluciones para el público objetivo y toda la comunidad.

Palabras clave: Sistema inteligente, inteligencia artificial, discapacidad visual

Abstract

The objective of this work is to carry out a systematic review of the investigations carried out during the last five years in which intelligent systems have been developed for people with visual disabilities in order to identify the artificial intelligence mechanisms used in their implementation and with this knowledge generate future research proposals. To start the search, two databases were chosen, which are ProQuest and Scopus, where inclusion and exclusion criteria and then quality criteria will be applied. Therefore, the investigations were reduced to a total of thirteen sources that are the starting point to answer the research questions. The answers based on the questions detail the requested information with great precision, as well as presenting innovative solutions for society. Finally, it is concluded that the applications of intelligent systems applied to people with visual disabilities are increasing over time and that the countries with the greatest interest in this type of publication are those found in the Asian and American continents, contributing these types of solutions for the target audience and the entire community.

Keywords: Intelligent system, artificial intelligence, visual impairment

Introducción

Hoy en día contamos con una variedad de información la cual permite ser conocedores de las nuevas tendencias, tecnologías que involucran en el desarrollo de la era digital. Para contar con dichos accesos de diversas fuentes, las personas a menudo optan por realizar búsquedas las cuales no siempre son factibles para el nuevo conocimiento del ser humano. Sin embargo, existe la Revisión Sistemática de la literatura (RSL) la cual consiste en realizar investigaciones profundas a través de diversas fuentes donde se da una validez final siguiendo su propia estructura y que gracias a ello es punto inicial para próximos trabajos de investigación.

El campo de la Inteligencia Artificial (IA) tiene diversas ramas especializadas donde una a focalizar es acerca de los sistemas inteligentes. De la misma forma, esta rama es un tema muy amplio para abordar por lo que la presente investigación se enfoca en revisar las diversas aplicaciones que han sido elaboradas para personas con discapacidad visual debido a la gran necesidad que la sociedad requiere usar de las nuevas tecnologías. Así pues, partiendo el hecho de que no existen trabajos similares a gran escala, se realizó la presente investigación.

Metodología

A continuación, se presentan los métodos y criterios utilizados para la selección de los documentos siguiendo la metodología planteada por Kitchenham [1] para la búsqueda de trabajos de investigación.

A. Preguntas de investigación

Las interrogantes deben afianzar las respuestas acordes al objetivo de investigación que ha sido previamente planteado, para ello, se han elaborado cinco preguntas:

- RQ1: ¿Qué países han liderado las investigaciones de sistemas inteligentes para las personas con discapacidad visual durante los últimos cinco años?
- RQ2: ¿Cómo ha sido la evolución temporal de los trabajos que estudian sistemas inteligentes para personas con discapacidad visual?
- RQ3: ¿En qué revistas se publican estas investigaciones sobre sistemas inteligentes aplicados a personas con discapacidad visual?
- RQ4: En las investigaciones revisadas, ¿qué técnicas de la Inteligencia Artificial han sido utilizadas para la elaboración de sistemas inteligentes aplicados a personas con discapacidad visual?

B. Proceso de búsqueda

Con la finalidad de garantizar una buena revisión sistemática de la literatura, se escogieron dos bases de datos las cuales se recopilarán investigaciones asociadas al campo de la ingeniería.

Se inicia con las siguientes fases de: Selección de palabras clave, ecuaciones de búsqueda y base de datos. Las fuentes seleccionadas fueron: ProQuest y Scopus, donde más adelante se aplicarán filtros de inclusión y exclusión para quedarnos con una cantidad menor de fuentes.

a. Palabras clave:

- Intelligent system
- Artificial intelligence
- Visual impairment

b. Ecuaciones de búsqueda:

- ti(Intelligent System OR Artificial intelligence) AND su(visual impairment)
- (("Intelligent System") OR ("Artificial intelligence")) AND ("visual impairment")

c. Base de datos:*Tabla I: Número de resultados aplicando el proceso de búsqueda inicial*

Base de datos	Ecuación de búsqueda	Inicial obtenida	Fecha de búsqueda
Proquest	ti(Intelligent System OR Artificial intelligence) AND su(visual impairment)	67 resultados.	16/05/2022
Scopus	(("Intelligent System") OR ("Artificial intelligence")) AND ("visual impairment")	261 resultados	16/05/2022

Después de haber aplicado el proceso de búsqueda inicial como punto de partida, los resultados fueron los de la Tabla I, siendo un total de 328 resultados hasta el momento.

C. Criterios de inclusión y exclusión

Se aplicaron los siguientes criterios de inclusión y exclusión para ambas bases de datos donde avalen las fuentes obtenidas.

Tabla II: Criterios de inclusión y exclusión

Base de datos	Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Proquest	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Rango de años: 2018 hasta 2022 ✓ Tipo de fuente: Revistas científicas ✓ Tipo de documento: Artículo, Artículo principal. ✓ Idioma: inglés 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Artículos duplicados. ✓ El artículo fue publicado hace más de 5 años.
Scopus	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Rango de años: 2018 hasta 2022 ✓ Tipo de fuente: Journal, conference proceeding ✓ Tipo de documento: Article, Conference paper ✓ Área temática: Computer science, engineering ✓ Idioma: inglés 	<ul style="list-style-type: none"> El artículo fue publicado hace más de 5 años.

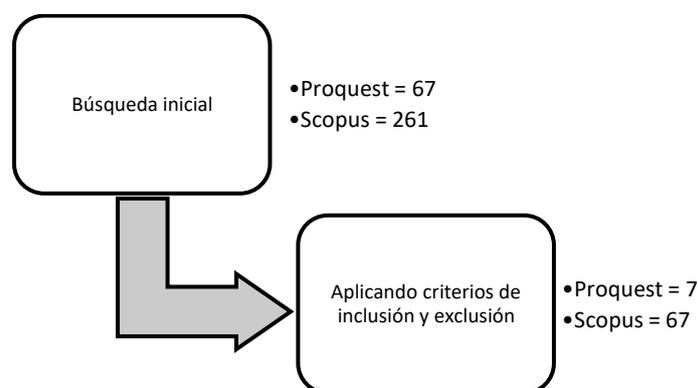


Figura 1: Número de artículos aplicando criterios de inclusión y exclusión

Tal y como se describió en la Tabla II los criterios a aplicar, el total obtenido en cada repositorio de fuentes fue de 74 artículos, haciendo que el número de resultados vaya disminuyendo.

D. Evaluación de la calidad

Luego de haber elaborado el proceso de búsqueda, se analizará detenidamente todas las investigaciones las cuales pasarán por los criterios de calidad que a continuación serán presentados.

Tabla III: Criterios de Calidad

Criterio de calidad	Descripción
Criterio 1	¿La investigación contiene un software como solución?
Criterio 2	¿El trabajo se enfoca en la temática principal?
Criterio 3	¿El trabajo es de acceso libre?
Criterio 4	¿Revisión sistemática de la literatura?

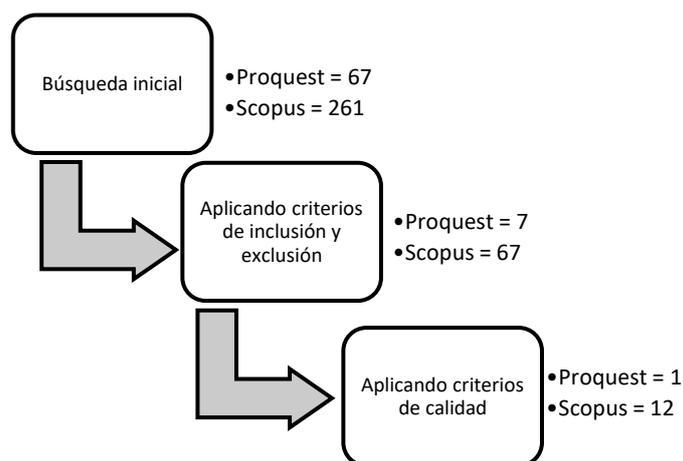


Figura 2: Número de artículos definitivos aplicando criterios de calidad

Finalmente, después de efectuar los artículos con los criterios evidenciados en la Tabla III, se obtiene 13 fuentes que serán punto de inicio para absolver las interrogantes planteadas al principio de la investigación.

Resultados y discusión

RQ1: ¿Qué países han liderado las investigaciones de sistemas inteligentes para las personas con discapacidad visual durante los últimos cinco años?

Para responder a la pregunta RQ1, se han clasificado los artículos por país de publicación y que serán evidenciados en la tabla IV.

Tabla IV: Artículos por país

País	Artículos	Total
Corea	[2] [3]	2
Estados Unidos	[4] [5]	2
Turquía	[6]	1
España	[7]	1
Tailandia	[8]	1
Malasia	[9]	1
India	[10]	1
Rumania	[11]	1
México	[12]	1
Indonesia	[13]	1
Irlanda	[14]	1

Los resultados ubican a Corea y Estados Unidos en la cabecera debido a que presenta artículos de mayor importancia acerca del área de sistemas inteligentes aplicados a personas con discapacidad visual.

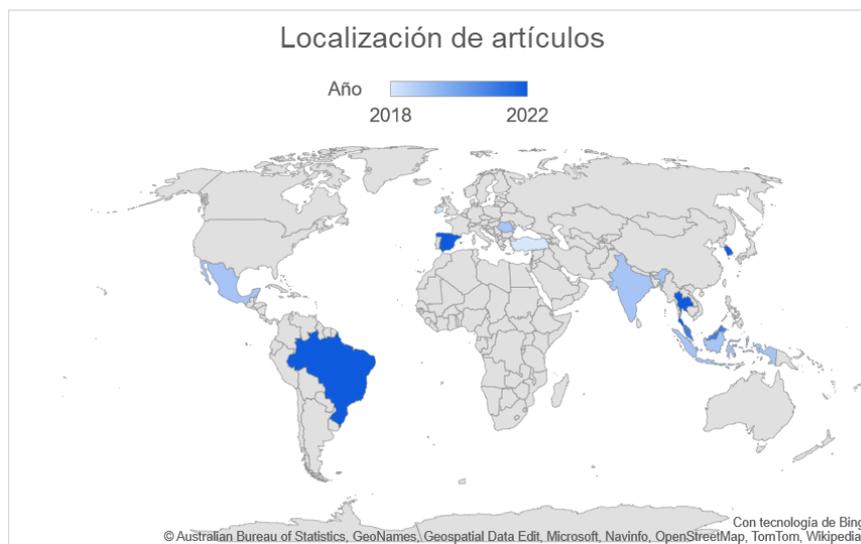


Figura 3: Países que han sido publicados en los últimos cinco años

Los países del continente asiático presentan siete artículos publicados [2] [3] [6] [8] [9] [10] [11] en su territorio. De estas publicaciones, estas han sido publicados entre un rango de los años 2018 a 2021. Además, en el continente europeo [7] [11] [14] y América [4] [5] [12] presentan tres artículos de forma paralela.

En base a todo ello, luego de visualizar la figura 3, se intuye que Corea y Estados Unidos son los países donde se publican más investigaciones acerca de sistemas aplicados a personas con discapacidad visual.

RQ2: ¿Cómo ha sido la evolución temporal de los trabajos que estudian sistemas inteligentes para personas con discapacidad visual?

Para responder a la pregunta RQ2, se ha clasificado los artículos en función del año de publicación y puede ser observado en la tabla V.

Tabla V: Clasificación de publicaciones por año

Año	Artículos	Total
2018	[6] [14]	2
2019	[10] [11] [12] [13]	4
2020	[4] [5]	2
2021	[3] [9]	2
2022	[2] [7] [8]	3

A continuación, en la figura 4, se mostrará un gráfico para observar la evolución temporal de las publicaciones por año.

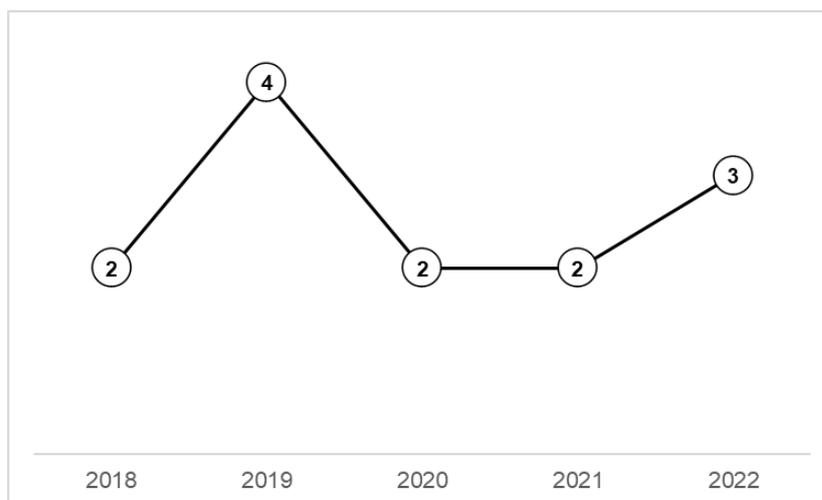


Figura 4: Número de publicaciones por año

Como se puede observar en la figura 4, desde el año 2018 hacia el año 2019 hubo un incremento en la cantidad de publicaciones. Para el año 2020 esto fue descendiendo, pero luego a partir de ese año hasta la actualidad, el número de publicaciones vuelve a aumentar de forma considerable.

RQ3: ¿En qué revistas se publican estas investigaciones sobre sistemas inteligentes aplicados a personas con discapacidad visual?

Para responder a la pregunta RQ3, se realizó la distribución de artículos por revista y puede ser observado en la tabla VI.

Tabla VI: Clasificación de artículos por revista

Revista	Artículos	Total
Sensors	[2] [11] [12]	3
IEEE Access	[5] [8]	2
Procedia computer science	[10] [13]	2
Electronics	[3]	1

International Multi- Conference on Complexity, Informatics and Cybernetics, Proceedings	[4]	1
Wireless Networks	[6]	1
Inteligencia artificial aplicada	[7]	1
International Journal of Interactive Mobile Technologies	[9]	1
ASSETS 2018 - Proceedings of the 20th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility	[14]	1

En base a la Tabla VI, la revista Sensors encabeza la tabla con un número mayor de artículos publicados [2] [11] [12] donde aborda la temática principal. Por consiguiente, la revista IEEE Access, que pertenece a la base de datos IEEE Xplore [5] [8] y la revista Procedia computer science [10] [13] hacen referencia a dos fuentes seleccionadas. Finalmente, las siguientes revistas presentan una fuente correspondiente de manera paralela.

RQ4: En las investigaciones revisadas, ¿qué técnicas de la Inteligencia Artificial han sido utilizadas para la elaboración de sistemas inteligentes aplicados a personas con discapacidad visual?

Para responder a la pregunta RQ4, se ha clasificado las técnicas de la inteligencia artificial utilizadas en los artículos seleccionados donde puede ser observado en la Tabla VII.

Tabla VII: Técnicas de inteligencia artificial usadas en cada artículo

Técnica	Artículos	Total
Reconocimiento de voz	[3] [6] [7] [9] [10] [13]	6
Algoritmo de procesamiento de imágenes	[2] [3] [7] [14]	4
Algoritmos de reconocimiento de objetos	[2] [3] [12]	3
Procesamiento de lenguaje natural	[4] [5] [14]	3
Redes neuronales	[6] [7] [12]	3
Visión artificial	[7] [11] [14]	3
Algoritmo de extracción de objetos	[2] [3]	2
Aprendizaje profundo	[3] [8]	2
Aprendizaje automático	[7] [8]	2
Sensores hápticos	[10] [11]	2
Big data	[6]	1
Algoritmos de optimización combinatoria	[6]	1
Lógica difusa	[6]	1

Los resultados determinan que existen diversas técnicas de inteligencia artificial utilizadas para la implementación de los sistemas inteligentes, pero existen dos técnicas que se ubican en la cabecera de la tabla, estos son el reconocimiento de voz y algoritmos de procesamiento de imágenes.

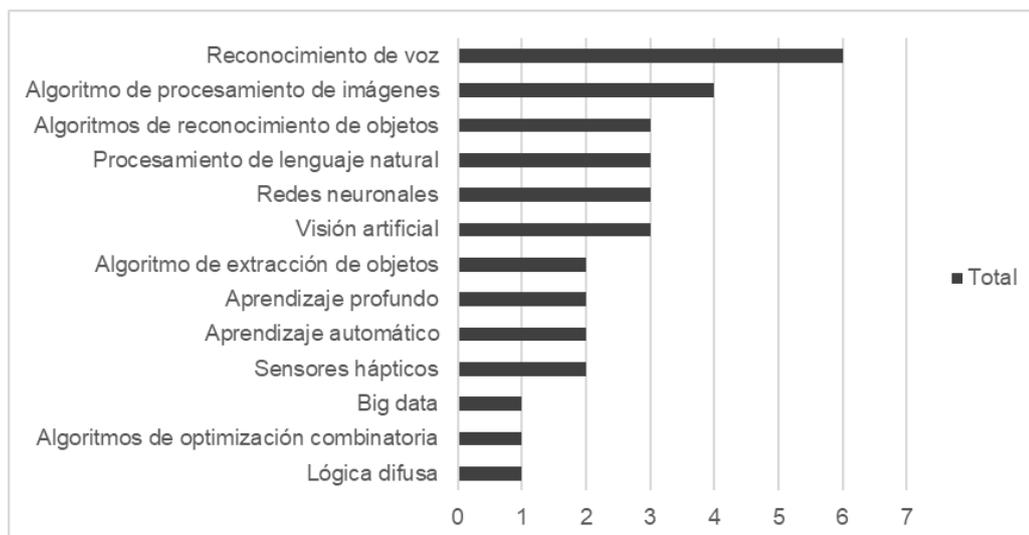


Figura 6: Número de artículos aplicados por técnica de inteligencia artificial

Como se observa en la figura 6, el reconocimiento de voz es una técnica de la inteligencia artificial que ha sido empleada en seis publicaciones [3] [6] [7] [9] [10] [13]. La razón es porque en su mayoría se han desarrollado aplicaciones móviles las cuáles ya se han puesto en marcha y en prueba demostrando ser una técnica de suma necesidad para el tema abordado.

Por consiguiente, la figura 6 hace conocer que la siguiente técnica utilizada es el algoritmo de procesamiento de imágenes y que presenta cuatro publicaciones [2] [3] [7] [14]. Otras siguientes como algoritmos de reconocimiento de objetos, el procesamiento de lenguaje natural, redes neuronales y visión artificial, se han utilizado en cuatro artículos cada técnica de forma paralela, lo cual en promedio nos demuestra que son técnicas de uso necesario para identificar e implementar sistemas inteligentes que resuelven la problemática.

Finalmente, las últimas técnicas reseñadas se han implementado en una menor cantidad de trabajos, pero se evidencia la importancia que presentan en los trabajos implementados.

Conclusiones

La investigación realizó un análisis de trece artículos donde se ve incorporado los sistemas inteligentes aplicados a personas con discapacidad visual. Asimismo, después de un exhaustivo análisis se pudo evidenciar que los países que presentan mayor interés son los que se encuentran localizados en Asia y América.

Por otro lado, con el pasar de los años las investigaciones fueron disminuyendo, pero luego se pudo apreciar un incremento considerable a la actualidad. Además, atribuyendo las técnicas de la inteligencia artificial aplicados para este tipo de soluciones tecnológicas son el

reconocimiento de voz y los algoritmos de procesamiento de imágenes lo que implica, que, en su mayoría de este tipo de trabajos, cabe la necesidad de aplicar estas técnicas para favorecer al público de análisis.

Finalmente se concluye que las diversas aplicaciones de sistemas inteligentes resultaron ser interesantes, debido a que presentan soluciones innovadoras y que con el pasar del tiempo este tipo de soluciones irán aumentando para las personas que presenten discapacidad visual, manteniendo así, una inclusión social en el mundo tecnológico.

Referencias

- [1] B. Kitchenham, "Systematic literature reviews in software engineering – A systematic," *Information and Software Technology*, vol. 52, no. 8, pp. 792-805, January 2010.
- [2] D. Lee and J.Cho, "Automatic Object Detection Algorithm-Based Braille Image Generation System for the Recognition of Real-Life Obstacles for Visually Impaired People," *sensors*, vol. 22, no. 1601, pp. 1-22, February 2022.
- [3] M. Mukhiddinov and J. Cho, "Smart Glass System Using Deep Learning for the Blind and Visually Impaired," *electronics*, vol. 10, no. 2756, pp. 1-30, November 2021.
- [4] A. Hill, F. Jiang, C. Supalo, J. Watters and M. Weinrich, "An artificial intelligence tool for accessible science education," *Journal of Science Education*, vol. 24, no. 1, pp. 147–150, September 2021.
- [5] A. Ganz and Y. Tao, "Simulation framework for evaluation of indoor navigation systems," *IEEE Access*, vol. 8, no. 8964372, pp. 20028 - 20042, January 2020.
- [6] U. Kose and P. Vasant, "Better campus life for visually impaired University students: intelligent social walking system with beacon and assistive technologies," *Wireless Networks*, vol. 26, no. 7, pp. 4789-4803, October 2020.
- [7] A. Montanha, A. M. Oprescu and M.Romero, "A Context-Aware Artificial Intelligence-based System to Support Street Crossings for Pedestrians with Visual Impairments," *Applied Artificial Intelligence*, vol. 10, no. 1080, pp. 1-19, April 2022.
- [8] P. Kunumpol, N. Lerthirunvibul, P. Phienphanich, A. Munthuli, K. Temahivong, V. Tantisevi, A. Manassakorn, S. Chansangpetch, R. Itthipanichpong, K. Ratanawongphaibul, P. Rojanapongpun and C. Tantibundhit, "GlauCUTU: Time Until Perceived Virtual Reality Perimetry with Humphrey Field Analyzer Prediction-Based Artificial Intelligence," *IEEE Access*, vol. 10, no. 2016, pp. 36949 – 36962, March 2022.
- [9] N. Harum, N. Izzati, N. Emram, N. Abdullab, N. Azma, E. Hamid and S. Anawar, "A Development of Multi-Language Interactive Device using Artificial Intelligence Technology for Visual Impairment Person," *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, vol. 15, no. 19, pp. 79 – 92, October 2021.
- [10] U. Sait, V. Ravishankar, T. Kumar, R. Bhaumik, G. Lal, K. Bhalla and K. Sanket, "Design and development of an assistive device for the visually impaired," *Procedia Computer Science*, vol. 167, no. 159537, pp. 2244 - 2252, April 2020.
- [11] S. Caraiman, O. Zvoristeanu, A. Burlacu and P. Herghelegiu, "Stereo vision based sensory substitution for the visually," *Sensors*, vol. 19, no. 12, pp. 1 - 18, June 2019.

- [12] M. Márquez, A. Juárez, V. Hernández, A. Arguelles and I. López, “System for face recognition under different facial expressions using a new associative hybrid model $\alpha\beta$ -KNN for people with visual impairment or prosopagnosia,” *Sensors*, vol. 19, no. 3, pp. 1 - 26, January 2019.
- [13] A. Cempaka, A. Mohammad, J. Jonathan and M.R.D. Prabowo, “Interactive gamification learning media application for blind children using android smartphone in Indonesia,” *Procedia Computer Science*, vol. 157, no. 2019, pp. 589 - 595, September 2019.
- [14] A. Stangl, E. Kothari, S. Jain, T. Yeh, K. Grauman, D.Gurari, “Browse with me: An online clothes shopping assistant for people with visual impairments,” in *Proc. of the 20th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility (ASSETS '18)*, New York, NY, USA, Oct 22-24, 2018, pp. 107 - 118.