

Movilidad y aprendizaje: utilización de la inteligencia artificial para la traducción de textos en LSC

Mobility and Learning: Use of Artificial Intelligence for the translation of texts in Colombian Sign Language

CASTIBLANCO FRANCO, Diego F.¹
MONTES MORA, John F.²

Resumen

Dado que las personas sordas se enfrentan a barreras comunicativas por el uso frecuente del español, y que los procesos educativos para los sordos presentan deficiencias para crear habilidades de comprensión de letreros y etiquetas de su entorno, un grupo de docentes de la UNAD presenta los resultados de su investigación a la comunidad del país los avances del diseño de un aplicativo móvil que permite al sordo traducir textos en español a LSC.

Palabras clave: traducción, inteligencia artificial, autoeficacia, significantes

Abstract

Given that Deaf people face communication barriers due to the frequent use of Spanish, and that educational processes for the Deaf have deficiencies in creating skills for understanding signs and labels in their environment, a group of teachers from UNAD presents the results From his research to the community of the country, the advances in the design of a mobile application that allows the deaf to translate texts in Spanish into LSC.

key words: translation, artificial intelligence, self-efficacy, signifiers

1. Introducción

A través del tiempo, la comunidad sorda ha tenido sentimientos de frustración al visualizar información escrita en letreros y etiquetas sin haber contado previamente con una formación idónea que les permita acceder a información en su segunda lengua: el español. Bien lo dice Herrera, (2014): “Las dificultades que encuentran las personas sordas en la incorporación de la lengua escrita se deben, en gran medida, a la negación por parte de los sistemas educativos de sus necesidades pedagógicas especiales” (p.138). Es así como no hablamos de una deficiencia en el sordo sino en el sistema educativo.

¹ Psicólogo, Especialista en intervención psicológica en situaciones de crisis. Magíster en psicología clínica. Escuela de Ciencias Sociales, Artes y Humanidades. Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, Calle 34 No. 9A-26 Ibagué, Colombia. Correo electrónico: diego.castiblanco@unad.edu.co

² Ingeniero de Sistemas con énfasis en Telecomunicaciones. Especialista en Informática y Telemática. Magíster en E-learning. Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería. Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, Calle 34 No. 9A-26 Ibagué, Colombia. Correo electrónico: John.montes@unad.edu.co

Sin embargo, el servicio que pudiera prestar el intérprete de lengua de señas para traducir textos escritos a la lengua de señas no siempre está disponible y aún si lo estuviera acarrearía un costo ya sea para el Estado, la entidad o para el usuario sordo. Esta situación ha afectado la autoeficacia de muchas personas sordas, así como también su independencia y autonomía. Al buscar herramientas tecnológicas para dar solución a la problemática expuesta, se encuentra que, si bien hay disponible en la red “traductores” virtuales, ninguno es una aplicación para portar en el celular que permita enfocar el letrero y obtener una traducción fidedigna para el usuario sordo a través de la inteligencia artificial

Es así como el uso de un aplicativo móvil que sirva al sordo como un traductor portátil de textos escritos, no solo contribuirá a la movilidad lectora, término acuñado para indicar la facilidad de acceso a letreros en castellano en los diferentes espacios de la ciudad y de sus entidades, sino que además, brindará al sordo la confianza para entender textos escritos, repercutiendo directamente en su autoeficacia, que no es más que la propia percepción de capacidad frente a una situación, en este caso, desenvolverse en un contexto donde predomina el castellano escrito como medio de comunicación. Sean avenidas, bibliotecas, restaurantes, bancos u hospitales, la comunicación escrita juega un papel importante en la información que deben recibir los ciudadanos que acceden a estos espacios.

Lo anterior se debe a que la lectura y la escritura para el sordo no solo implicaría una tarea para representar su pensamiento, sino que además tiene un impacto importante en su área social, según lo afirman diferentes autores:

En este sentido, siguiendo la perspectiva funcionalista y comunicativa, la escritura no es una actividad de carácter meramente técnico implicado en la simple generación y representación escrita de palabras, sino que es un proceso mucho más complejo en cuanto que es considerada como un instrumento de construcción cultural que tiene lugar en situaciones comunicativas significativas a través de la interacción y el diálogo con otras personas (Gutierrez, 2013. p. 386)

¿Qué importancia tiene según lo refieren la comunidad sorda y la comunidad oyente, contar con un aplicativo que genere comunicación entre ellos y que además sirva para el aprendizaje de ambas lenguas; lengua de señas y español? ¿Por qué se hace necesario contar con este tipo de tecnología según sus propias voces?

2. Metodología

2.1. Realidades que dificultan la movilidad lectora en el sordo

El español se ha convertido para el sordo en un factor de exclusión; en las escuelas se evalúa tanto al sordo como al oyente a través de pruebas que implican escribir, desconociendo los docentes, que la escritura requiere de una apropiación del español. Sin embargo, el español es una segunda lengua para el sordo como para los oyentes lo es el inglés, por ejemplo. Pero el dominio que la mayoría de sordos alcanzan del español dado las falencias del sistema educativo, dista mucho del dominio que obtiene un oyente del inglés como segunda lengua. Esta diferencia se debe entre otros factores a que el aprendizaje del español se realiza normalmente asociando grafemas con fonemas, proceso que se ve dificultado en el sordo por obvias razones y que requiere estrategias adecuadas por parte de los docentes.

Es así como el español llega a ser para el sordo una lengua donde se requiere una memoria prodigiosa para asociar las diferentes formas en que una palabra aparece en los textos con la seña que le representa un significado a él. Una palabra que corresponde a una seña puede aparecer escrita de diferentes formas. Por ejemplo, la palabra caminar corresponde la seña de la figura 1.

Figura 1
Significante CAMINAR en Lengua de Señas Colombiana
Vocabulario suministrado por FENASCOL



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=Qe1UDSjq8Nc>

Sin embargo, en un texto escrito esta palabra rara vez aparece en infinitivo, apareciendo más veces de manera conjugada como caminé, caminaron, caminaste, etc. Todas esas formas conjugadas no fueron asociadas a la seña de caminar durante la etapa escolar y al no haberlas escuchado en un contexto dado, el aprendizaje de su significado y manera de señarlas al verlas escritas, se convierte entonces en un asunto de memoria

Es así como, el aplicativo traductor de significantes a la lengua de señas permitiría al sordo no solo acceder a la traducción de una palabra escrita sino además aprender español al entender en su propia lengua lo que dice el letrero, anuncio, o lo que le está escribiendo algún oyente que quiere entablar alguna comunicación. Al ser portable, el sordo se familiariza rápidamente con el español en un contexto dado. Cabe anotar que el aplicativo funcionará también para aprender la seña de determinado texto. Esta es una oportunidad de oro para los oyentes ya que podrán aprender Lengua de Señas al enfocar el celular en algún texto y obtener las señas correspondientes.

Como ya se mencionó, la autoeficacia hace alusión a la auto percepción de ser capaz. Es la creencia que se ha gestado por experiencias previas de éxito, de que se es capaz de realizar una tarea determinada. Cada vez que el sordo se encuentra con un letrero en su entorno sin entender qué dice, probablemente se activen recuerdos de su colegio, donde se le pedía elaborar resúmenes, ensayos, trabajos escritos o dar respuesta a evaluaciones escritas. Al igual que ocurría en el contexto escolar, el sordo se ve frustrado cuando se asume que sabe leer y escribir y se le trata como a un oyente cuya primera lengua es el español. La figura 2 ilustra el círculo vicioso al que ingresa el sordo en un entorno donde predomina el español.

Este sentimiento que se activa es un sentimiento de frustración, de impotencia y a veces hasta de vergüenza al ver que, aunque la mayoría entiende determinado letrero él no lo logra a menos de que un intérprete se lo traduzca. Es acá donde se empieza a generar una dependencia limitante de otra persona oyente que sí entiende el español. Es así como el aplicativo que le permita ver la traducción de los diferentes letreros que encuentra, se constituye en una herramienta para la autoeficacia.

Dado lo anterior, se quiso conocer la percepción de los diferentes actores del contexto en el que el sordo se desenvuelve y en lo relacionado con la barrera comunicativa que supone el español. A continuación, una síntesis de lo evidenciado.

Figura 2
Círculo vicioso de la baja autoeficacia
en el sordo frente al Castellano



Fuente: Autores

2.2. Percepciones de los participantes respecto al acceso a la información y la comunicación

En el estudio realizado de tipo mixto, se determinó que la percepción que tienen los sordos respecto a si cuentan con acceso a la información y a la comunicación es todavía negativa; para mencionar solo un ejemplo: la televisión nacional solo cuenta con intérpretes de lengua de señas en los noticieros y el close caption supone una barrera adicional dado que la población sorda en su mayoría no ha recibido la formación necesaria, con estrategias eficientes que les permitan entender a cabalidad la información escrita. en esa segunda lengua: el español. Sumado a lo anterior, los espacios físicos de las diferentes instituciones y entidades contienen información sin la debida traducción en Lengua de Señas para los usuarios sordos que los visitan.

Adicionalmente, encontramos que cuando un sordo se encuentra en un espacio donde los demás son oyentes y no se cuenta con el intérprete de Lengua de Señas, la interacción con los presentes se dificulta. La reacción de los oyentes es hacer señas no oficiales para darse a entender por el sordo en aspectos básicos. Algunos oyentes un poco más audaces, se arriesgan a escribir lo que quieren decir para que el sordo lo lea, desconociendo el hecho de que el proceso educativo del español en el sordo no siempre ha sido eficaz en lo que ha comprensión de las palabras escritas se refiere, dado que su proceso de aprendizaje del español se ha visto limitado por prácticas de enseñanza deficientes no adaptadas a la naturaleza visual del sordo, haciendo que su percepción de la comunicación se vea rodeada de incertidumbre y frustración.

Dado lo anterior, es evidente que la respuesta automática del oyente sea escribir para que el sordo le entienda. Desde la lógica del oyente, si el sordo no escucha, usar algo visual como la escritura puede solucionar el problema. Ante esto es importante traer a colación la aclaración que hacen algunos autores:

Desde una perspectiva banalizada, los sordos son torpemente vistos como visuales, en tanto que se cree que super desarrollan un sentido para compensar la falta de otro. Es una noción de visualidad que se centra en la falta y, por lo tanto, es una perspectiva que pone bajo sospecha el carácter verbal de las lenguas de señas, así como también las propias posibilidades de desarrollo cognitivo de los sordos. Desde este lugar ideológico, se centra a los sordos en la discapacidad, aun cuando se reconozca la lengua de señas y se señale su importancia. El tema es que se la despoja de su carácter visual y se la transforma en un mero artefacto compensatorio de una falta. (Peluso y Balieiro, 2015. p. 78)

Habiendo dejado claro que la naturaleza visual del sordo no lo convierte en discapacitado, es importante mencionar que el oyente que le escribe al sordo se sorprende al notar que el sordo (por falencias en su proceso educativo) no ha entendido lo que escribió. Esto hace que en algunos oyentes se arraigue la idea de que la persona sorda posee un tipo de limitación a nivel cognitivo aumentando el estigma y la exclusión.

Sumado a lo anterior, en las familias de las personas sordas se evidencia una percepción diferente; si bien el sordo no es visto con una limitación a nivel cognitivo, se tiende a excluir, de manera involuntaria, olvidando incluirlo en conversaciones relevantes que ocurren al interior del hogar, pasando por alto el hecho de que el sordo merece tener acceso a la información y comunicación, más que en cualquier otro contexto, al interior de su propia familia. En este contexto, si bien no hay un uso extenso del castellano, las familias sí perciben la frustración que hay en el sordo cuando debe presentar deberes escolares de manera escrita o como cuando debe diligenciar alguna forma escrita como por ejemplo al buscar empleo.

En ese orden de ideas, si bien el servicio que presta el intérprete de Lengua de Señas es indispensable, al preguntársele al sordo si los temas tratados en presencia del intérprete serían los mismos que trataría en privado, la respuesta fue un abrumador no. Algunos investigadores ya habían notado este efecto cohibidor que la figura del intérprete ejerce en los sordos, por lo menos en el ámbito educativo:

Por otra parte, en el aula de sordos se evidencia una vez más la estructura básica de las interacciones en las aulas de la civilización occidental. Sin embargo, la polifonía que se establece entre el maestro y el doble rol que asume la intérprete al traducir a la LSV (acompañando la traducción de vocalizaciones más o menos fuertes), al servir de maestra de apoyo y, en ocasiones, al sustituir al profesor de la materia en los roles de iniciador y evaluador de la interacción, cohiben en gran medida la participación de los alumnos, sobre todo cuando los inicios consisten básicamente en preguntas factuales y cuando la evaluación, tanto del profesor como de la intérprete, tiende a ser negativa. Esto último revela un estilo educacional que privilegia la transmisión del conocimiento, la dependencia de los educandos con respecto al profesor y prolonga el autoritarismo, que se percibe en actos de habla perlocutivos de intimidación y menosprecio. (Pérez, Y., & Tovar, L. 2006. p. 140)

Teniendo en cuenta lo anterior, también en otros ámbitos, el sordo considera que la presencia del intérprete puede cohibirle de tratar determinados temas en la conversación, dejando aún más en evidencia la importancia de que el sordo pueda contar con un traductor de bolsillo, que le permita confidencialidad en su comunicación por lo menos en su ámbito social. Se hace necesario que el sordo cuente con un aplicativo que le permita obtener la información de su entorno y a su vez le facilite la comunicación, al conseguir rápidamente la traducción de textos en el ambiente físico o textos escritos por algún oyente que quiera entablar una comunicación. De esta manera se contribuye a su autoeficacia, su autonomía, independencia e inclusión.

¿En qué consiste esta tecnología? ¿Qué papel juega la inteligencia artificial en ella? ¿Qué enfoque se da al uso de estos avances? A continuación, se resolverán estos interrogantes.

3. Resultados

3.1. La tecnología con aplicación social e incluyente

La comunicación, es una actividad muy importante para las personas, ya que a través de ella se está en contacto con la sociedad en diferentes partes del mundo, permite además transmitir ideas, comprenderlas y conocer distintas realidades sociales. Sin embargo, existen personas con discapacidad auditiva que no pueden tener una comunicación con la comunidad oyente debido al poco entendimiento entre ambos grupos de personas, la discapacidad auditiva también es generada por enfermedades que son causadas por trastornos genéticos, enfermedades, accidentes o por otras razones. Por eso se desarrolló un aplicativo traductor de texto a LSC que mejoró la comunicación de las personas con discapacidad auditiva, convirtiendo cada palabra en lenguaje de señas, el aplicativo se centra en mejorar la comunicación de las personas sordas con su entorno.

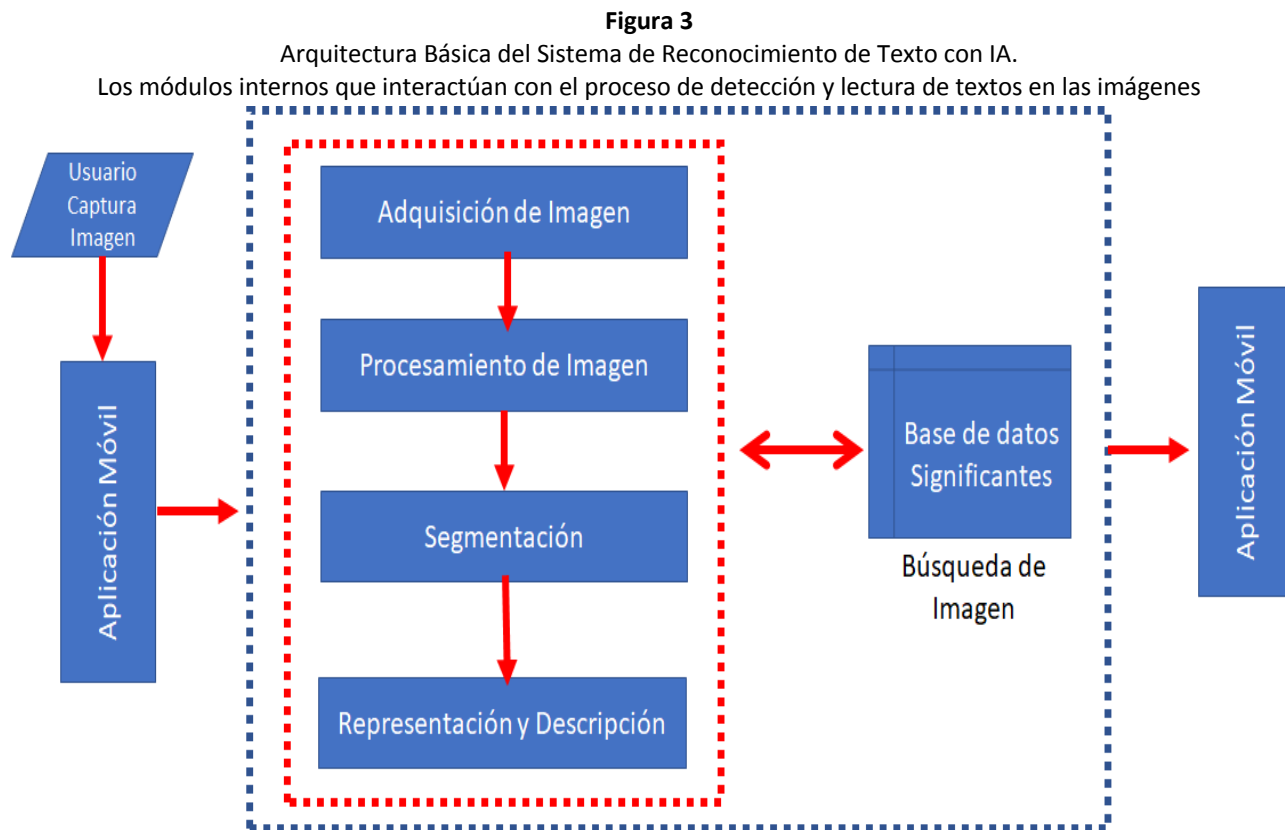
En ese marco, el desarrollo de las Tecnologías de la Información y la comunicación (TIC), han permitido el diseño de diferentes herramientas para atender necesidades presentes en el ámbito laboral y educativo. Una de ellas está relacionada con la posibilidad del diseño de aplicativos inclusivos para las personas sordas partiendo de experiencias, observaciones, reflexiones e investigaciones donde el proceso de inclusión busca mitigar las dificultades para acceder al código lingüístico que regula a través del proceso de traducción.

Además, la visión por computador trabaja en encontrar medios computacionales para interpretar la información visual del mundo que nos rodea, algo en lo que, el ser humano es especializado. Para el ser humano, la visión es un sistema que funciona de forma automática, ni siquiera se ha detallado lo complejo que es el proceso, que aplicándolo al objeto de estudio del proyecto de investigación, por ejemplo, el visualizar una mano de una persona, se podría distinguir fácilmente, pero en el caso de un sistema computacional, este se debe enfrentar a una serie de situaciones para poder identificarlas y diferenciarlas, por ejemplo, ambas manos tienen cinco dedos y prácticamente la misma forma. Otro tema para revisar es el tiempo de procesamiento de las imágenes adquiridas, una de las formas sencillas, sería comparar las imágenes con otras imágenes, pero esto podría provocar que el sistema fuese lento.

Es por eso, que el diseño del sistema de visión artificial se apoya en las etapas primordiales para el proceso de visión artificial (Piedra, 2008), tomando en consideración que el proyecto va orientado a satisfacer necesidades del aprendizaje del Lenguaje de Señas Colombiana (LSC) en entornos no controlados y con beneficiarios distintos. Como se observa en la Figura 3, el sistema se basa en la adquisición de las imágenes a través de una cámara de un celular (Noor et al., 2017) tomando como objetivo principal textos existentes en letreros o avisos, que a través de las adecuadas técnicas de tratamiento de imágenes, identificar y obtener las características más significativas, en este caso del texto que está contenidos en estos objetos: infografías, señalizaciones o anuncios comerciales (Salían et al., 2017), dicha imagen se constituye en una entrada adecuada para una Red Neuronal Artificial (Constante et al., 2016; Badi, Hamza, & Hasan, 2017) que se encarga de la interpretación del texto y de su búsqueda en el banco de significantes a la lengua de señas colombiana LSC.

Dado lo anterior, la figura 3, describe la interacción y funcionamiento de la infraestructura tecnológica utilizada. Inicialmente, se parte de la captura de la imagen a través de la cámara del dispositivo móvil (imágenes que son procesadas digitalmente por la cámara del celular), junto con la información descriptiva en un archivo de tipo texto. Estas imágenes capturadas pueden ser de lugares o escenarios abiertos o cerrados. Para los avances del proyecto de investigación, fueron utilizadas imágenes de letreros de sitios públicos y privados, específicamente anuncios o letreros de algunas zonas del Centro Comercial “La Estación” de la ciudad de Ibagué Tolima. Las imágenes quedan almacenadas por el administrador del sistema local y que pueden ser migradas o no en una carpeta del servidor. Se realiza el análisis del tipo de imagen, de la cual, se extraen las características necesarias, exactamente aquellas que contengan bloques de textos y se procede a su verificación. Se utilizó el motor de

Inteligencia Artificial (IA) para el reconocimiento del texto existente en las imágenes y de esta manera mediante un sistema de búsqueda básica se ubica el video que contiene la traducción a lengua de señas colombiana (LSC) de la base de datos de significantes. Esta base de datos se encuentra disponible 24 horas, por lo tanto, puede ser consultada en tiempo real por cada vez que se realiza un reconocimiento de texto para la búsqueda de su respectivo significante en (LSC).

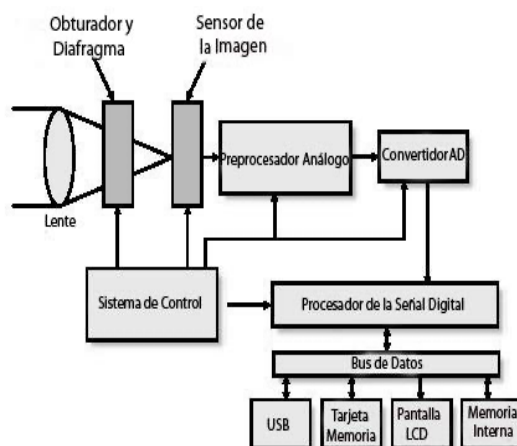


Fuente: Autores

3.2. Adquisición de imagen

Es la acción realizada por el usuario cuando realiza la operación de captura de imágenes. Dicha captura queda guardada en formato de imagen (JPG de alta resolución), la cual posteriormente será procesada y segmentada para la detección de los caracteres que en ella están contenidas. En la siguiente imagen (Figura 4) se muestra un diseño general de cómo funciona el proceso de captura y digitalización de imágenes:

Figura 4
Digitalización de Imágenes



Fuente: <https://gabrielhernandez.webcindario.com/img/DiagramaDigital6.jpg>

3.3. Procesamiento y segmentación de imagen

Se procede con la extracción únicamente del texto contenido en la imagen capturada por el usuario por lo que se aplica un proceso de segmentación inicialmente, luego se utiliza procesamiento de la imagen y con esto se extrae la información relevante que sea de utilidad para los clasificadores y posterior búsqueda en la base de datos de significantes en el servidor.

3.4. Segmentación área de interés

Por consiguiente, la segmentación es una etapa que permite excluir objetos que no tienen importancia en una escena y se basa en los principios de semejanza y discontinuidad. En la imagen capturada por la cámara del celular se busca la región de interés (ROI), (Hasan et al., 2017; Zhang J., & Liu Z., 2007) la cual permitirá separar un cierto número de píxeles de la imagen para convertirlos en una pieza entera que corresponderá al reconocimiento de caracteres que en conjunto forman la palabra contenida en la imagen (Figura 5).



Figura 5. Detección de Texto - Zona Bancaria (CC La Estación de Ibagué). En la figura se destaca las zonas donde hay caracteres reconocidos dentro del conjunto legibles del abecedario.

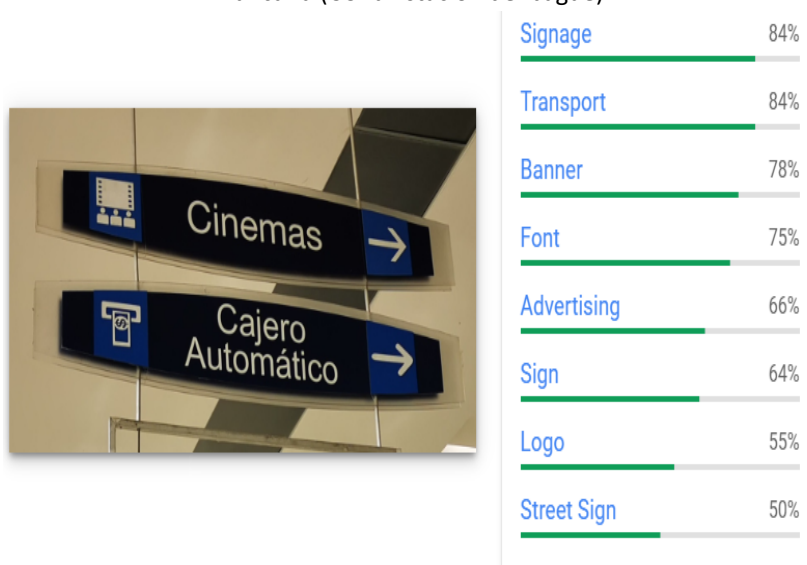
Fuente: Autores

3.5. Sustracción de fondo

Como se necesita que solo se tome la información alfabética existente en la imagen, la tarea de sustracción de fondo permite obtener una imagen en primer plano (Gervasoni et al., 2014), este principio de sustracción de fondo se basa en quitar o eliminar las tramas actuales con un fondo que posee la parte inmóvil de la escena o captura (Zhang J., & Liu Z., 2007), lo que se traduce como ruido o ripio de la imagen, donde se elimina todo aquello que no será tomado para la traducción por parte del motor de IA como se puede observar en la figura 6.

Figura 6

Detección de Fondos - Espesores – Letreros Zona Cinema - Bancaria (CC La Estación de Ibagué).



Fuente: Autores

3.6. Detección de bordes

Finalmente, la detección de borde, permite reconocer los cambios drásticos en el brillo de una imagen o dicho en otras palabras buscar las discontinuidades que esta posea (por si el exceso o baja de la intensidad de la luz puede afectar el reconocimiento de los textos), de tal manera que se buscó minimizar todo tipo de ruido que pudiese afectar la detección eficaz del texto contenido en la imagen capturada (Figura 7).

Figura 7

Detección de Texto - Área de Accesibilidad (CC Multicentro de Ibagué).
La detección de bordes, colores, brillos, imágenes y textos.
Al destacar el texto, se enmarcan para la lectura legible de caracteres.



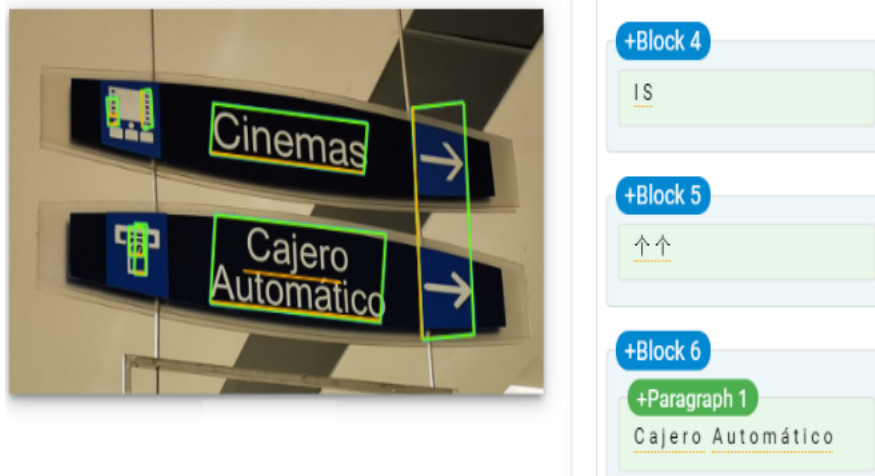
Fuente: Autores

3.7. Entrenamiento

Finalmente, con el uso de la API Visión AI, se lleva a cabo el proceso de extracción de valiosa información de las imágenes que pueden ser almacenadas en la nube privada del usuario o en el espacio de almacenamiento del dispositivo móvil. El uso de la red neuronal y sus procesos de entrenamiento, que internamente interactúa con varias capas como son: capa de entrada, capa de salida y otras capas intermedias utilizadas en la detección de objetos o caracteres en las imágenes, por ende, facilitó la detección eficaz de los caracteres existentes en las imágenes y que servirán a la red neuronal de entrenamiento por el uso frecuente de este tipo de operaciones, lo que garantiza una respuesta más rápida en el momento de requerir un procesamiento similar en la siguiente imagen (Figura 8).

Figura 8

Detección de Texto - Área de Accesibilidad (CC Multicentro)
La red neuronal entrenada facilita la identificación y reconocimiento de caracteres en los letreros en las imágenes



Fuente: Autores

3.8. Pruebas de instrumentación: Detección de bordes

En la aplicación móvil con el fin de probar la interfaz de usuario, se ejecutaron varias pruebas instrumentadas utilizando la librería Google Visio IA. Esta API permite programar de manera automática, la detección en tiempo real en un dispositivo móvil para validar el correcto funcionamiento de la aplicación. Las pruebas se realizaron inicialmente con cinco (5) personas en situación de discapacidad auditiva con el fin de poder validar el procedimiento de detección y traducción a LSC.

4. Conclusiones

Ante la barrera que supone el español para las personas sordas, no por una deficiencia en ellos sino en el entorno que no traduce la información escrita que se halla en letreros, avisos, etiquetas y textos, y como consecuencia de un proceso educativo carente de adecuaciones eficaces para que el sordo apropie el español como segunda lengua, ocasionando afectación a nivel psicológico en la autoeficacia de las personas sordas, la inteligencia artificial aplicada a un dispositivo portable traductor de significantes se convierte en una herramienta indispensable para el aprendizaje del español en los sordos, el aprendizaje de la lengua de señas en los oyentes y la eliminación de barreras comunicativas en ambos grupos.

El desarrollo de productos tecnológicos inclusivos para personas en situación de discapacidad auditiva permiten mejorar las condiciones de vida a este tipo de población, y aporta gradualmente a su autonomía, por consiguiente, se continuará mejorando y optimizando los procesos de reconocimiento y entrenamiento en ambientes no controlados relacionados con variación de la luz, movimiento directo e indirecto, atenuaciones por defectos de la cámara del dispositivo móvil y sombras, variables importantes que pueden afectar la detección y reconocimiento de zonas con contenido alfabético existentes en avisos o letreros en espacios abiertos o cerrados.

Referencias bibliográficas

- Badi, H., Hamza, A., & Hasan, S. (2017). New method for optimization of static hand gesture recognition. Intelligent Systems Conference (IntelliSys). doi:10.1109/intellisys.2017.8324347
- Constante P., Gordon A., Chang O., Pruna E., & Escobar I. (2016). Neural networks for optic nerve detection in digital optic fundus images. 2016 IEEE International Conference on Automatica (ICA-ACCA). doi:10.1109/ica-acca.2016.7778415
- Gervasoni L., D'Amato J., Barbuzza R., Vénere M., Bertolino G., Cantero M., Storti M., & Teruel F. (2014). Un Método Eficiente para la Sustracción de Fondo en Videos Usando GPU. doi:10.13140/2.1.1478.1123.
- Gutierrez R. (2013) Actitudes hacia la escritura en alumnos sordos y oyentes integrados en contextos escolares bilingües. Profesorado. Vol 17, No. 1, 385 - 400.
- Hasan M., Khaliluzzaman M., Himel S. & Chowdhury R. (2017). Hand sign language recognition for Bangla alphabet based on Freeman Chain Code and ANN. 2017 4th International Conference on Advances in Electrical Engineering (ICAEE). doi:10.1109/icaee.2017.8255454
- Herrera Fernández, V. (2014). Alfabetización y bilingüismo en aprendices visuales. Aportes desde las epistemologías de sordos. Educ. Educ. Vol. 17, No. 1, 135-148.

- Noor, S., Shohan, J. A., Waresi, M. S., Rhythm, S. A., & Shahnaz, C. (2017). Real time hand movement controlled robotic arm for risk prevention. IEEE Region 10 Humanitarian Technology Conference (R10-HTC). doi:IEEE Region 10 Humanitarian Technology Conference (R10-HTC).
- Peluso, Leonardo, & Lodi, Ana Claudia Balieiro. (2015). La experiencia visual de los sordos. Consideraciones políticas, lingüísticas y epistemológicas. *Pro-Posições*, 26(3), 59-81. <https://doi.org/10.1590/0103-7307201507803>
- Pérez, Y., & Tovar, L. (2006). Análisis de la interacción verbal mediada por una intérprete de lengua de señas venezolana en un aula de clases bilingüebicultural para sordos. *Investigación y Postgrado*, 21(2), 103-142. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S131600872006000200005&lng=es&tlng=es
- Piedra, J. A. (2008). Aplicación de los sistemas neurodifusos a la interpretación automática de imágenes de satélite. Tesis (Grado de doctor). Universidad de Almería. <https://books.google.com.pe/books?id=1Yw-AQAAQBAJ&lpg=PP30&hl=es&pg=PP30#v=onepage&q&f=false>
- Salian, S., Dokare, I., Serai, D., Suresh, A., & Ganorkar, P. (2017). Proposed system for sign language recognition. International Conference on Computation of Power, Energy Information and Commuincation (ICCPEIC). doi:10.1109/iccpeic.2017.8290339
- Zhang J., & Liu Z. (2007). A Vision-Based Road Surveillance System Using Improved Background Subtraction and Region Growing Approach. Eighth ACIS International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking, and Parallel/Distributed Computing (SNPD 2007). doi:10.1109/snpd.2007.495

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons
Atribución-NoCommercial 4.0 International

