

Chatbot para la Solicitud de Atenciones Médicas en Entidades Públicas para Personas Sordomudas en el Perú Utilizando Inteligencia Artificial

Nahomy K. LAOS BRAVO

Escuela de Ingeniería de Sistemas y Computación,
Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas
Lima, Santiago de Surco 15023, Perú

Keiji E. SHINODA LINARES

Escuela de Ingeniería de Sistemas y Computación,
Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas
Lima, Santiago de Surco 15023, Perú

Alfredo BARRIENTOS PADILLA

Escuela de Ingeniería de Sistemas y Computación,
Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas
Lima, Santiago de Surco 15023, Perú

RESUMEN: El propósito de este proyecto es crear una aplicación móvil utilizando Flutter que permita a las personas con discapacidades auditivas y del habla realizar solicitudes de atención médica en hospitales públicos de manera más rápida y obtener facilidades para comunicarse con médicos a través de un chat. El chatbot debe tener acceso a la cámara. Además, podrá utilizar el lenguaje de señas, luego ser traducido y añadir esa información a la solicitud de atención médica. Esto se puede lograr después de entrenar un modelo utilizando Tensorflow. Se utilizó un mínimo de 500 imágenes para cada señal para entrenar el modelo. Después del entrenamiento y las pruebas para validar la precisión del modelo, este fue exportado como un archivo Tflite e incorporado a la aplicación utilizando la Biblioteca Tflite. Firebase se utilizó para la base de datos, donde se registrarán todos los usuarios, citas y chats. La validación de la aplicación demostró que la satisfacción de los usuarios fue lo suficientemente alta porque era fácil y rápida de usar.

Palabras Claves: Atención médica, Chatbot, Inteligencia Artificial, Lenguaje de Señas, Procesamiento de Lenguaje Natural.

Chatbot for the request of medical attention in public entities for deaf-mute people in Peru using artificial intelligence

ABSTRACT: The purpose of this project is to create a mobile application using Flutter that allows people with hearing and speech disabilities to make medical care requests in public hospitals faster and get facilities to communicate with doctors through a chat. The chatbot must have access to the camera. In addition, you will be able to use sign language, then get translated and add that information to the request for medical attention. This can be achieved after training a model using Tensorflow. We used a minimum of 500 images for each sign to train the model. After the training and the tests to validate the accuracy of the model, this was exported as a Tflite file and incorporated into the application using the Tflite Library. Firebase was used for the database, where all the users, appointments, and chats will be registered. The validation of the application demonstrated that the satisfaction from users was high enough because it was easy and fast to use.

Keywords: Artificial Intelligence, Chatbot, Medical Care, Natural Language Processing, Sign Language.

1. INTRODUCCIÓN

Este proyecto tiene como finalidad la creación de una aplicación móvil que permita a las personas con disfuncionalidad auditiva y de habla, generar solicitudes de atenciones médicas en entidades públicas a través de un chatbot con inteligencia artificial. El chatbot deberá tener acceso a la cámara. Además, será capaz de detectar las señas producidas y añadir esa información a la solicitud de atención médica.

La investigación sobre inteligencia artificial en chatbots y el aprender lenguaje de señas será fundamental para el desarrollo del proyecto. Además, se deberá investigar sobre la programación de inteligencia artificial con el lenguaje de programación Python.

El desarrollo de este proyecto se orienta a la inclusión de las personas sordomudas, ya que cuentan con dificultades para comunicarse y poder realizar una solicitud de atención médica. Además, la tecnología a crearse podría ser utilizada para proyectos futuros que permitan avanzar con la inclusión mencionada.

El producto final nos permitirá validar que el chatbot funcione correctamente, es decir, pueda detectar el lenguaje de señas y traducirlo a un lenguaje escrito para la solicitud de atenciones médicas. Además, se espera utilizar al chatbot como traductor para que las personas sordomudas logren comunicarse en su día a día con personas que no conocen el lenguaje de señas.

2. ESTADO DEL ARTE

Para el desarrollo del estado del arte, se realizará la revisión sistemática de la literatura relacionada al problema del bajo índice de satisfacción en la comunicación entre los pacientes sordomudos y médicos en la solicitud de atenciones médicas en los hospitales de tercer nivel de atención. En su elaboración se consideró a la investigación de los algoritmos que se utilizarán como referencia para el desarrollo del proyecto. También, a los

artículos que se basen en el aprendizaje del lenguaje de señas, al igual que, las aplicaciones similares a la nuestra para tomar como referencia y mejorar sus funciones. Y, por último, artículos relacionados a la detección de lenguaje de señas para el entendimiento del reconocimiento y procesamiento del lenguaje de señas a través de alguna aplicación.

Algoritmos

Una de las guías que se tomaron en cuenta para este punto fue: desarrollar diferentes tipos de análisis en los cuales se prueban diferentes tipos de algoritmos de reconocimiento de gestos como algoritmo clasificador de vectores de soporte (SVC), el algoritmo K-Nearest Neighbor (KNN), regresión logística, Naïve Bayes (Multinomial NB y Gaussian NB), Stochastic Gradient Descent Clasificador (SGDC) y modelo de redes neuronales convolucionales (CNN). Todos estos algoritmos son probados con el conjunto de datos MNIST la cual contiene 24.000 imágenes que son de 20 gestos diferentes [1], el cual tuvo como resultado: predecir los gestos de la mano correctamente, en el artículo se ha incluye algunos datos experimentales para mejorar el reconocimiento de gestos mediante la implementación de algunos algoritmos existentes. Asimismo, el algoritmo relacionado con métodos de reconocimiento del lenguaje de señas y distintos artefactos para capturar movimiento con el objetivo de tener variadas fuentes de información y así poder recolectar la mayor información para el desarrollo del artículo. Para ello, se evaluaron diferentes artefactos para la capturar el movimiento y recolectar la información, los seleccionados fueron: los sensores kinect, un set multicámara, leap motion, myo armban, relojes inteligentes y datagloves, en el caso del último artefacto se tomó como dato que las personas voluntarias para hacer las pruebas no les gustó usarlo, ya que los consideraron invasivos [2], el cual tuvo como resultado de comparar el costo, la velocidad de traducción, la precisión, el rendimiento, entre otros. Se concluyó que cada artefacto tiene fortalezas y debilidades, por lo que no existe un artefacto perfecto, sino uno que se adapte a las necesidades de lo busca el desarrollador.

Lenguaje de Señas

Para esta sección se tomó en cuenta, el siguiente artículo: el cual, tiene como aporte, la presentación de una arquitectura CapsNet modificada, denominada SLR-CapsNet, obteniendo resultados de reconocimiento de última generación en dos conjuntos de datos de referencia: Conjunto de datos de dígitos de lenguaje de señas y MNIST de lenguaje de señas. Se hará uso de la SLR-CapsNet, ya que esta es resistente a las iteraciones de enrutamiento por el cual no se verá afectado al realizar varias iteraciones, también se sabe que esta muestra un mejor rendimiento que la CNN teniendo una mayor capacidad de generalización y expresividad en datos no vistos a comparación que una CNN. Para la realización del proceso o validación se seleccionó a los métodos IMU y sMEG para clasificar los datos a través de reconocimiento de patrones y clasificarlos. Al momento de clasificar estos patrones, se utilizaron métodos de análisis discriminante lineal (LDA), máquinas de vectores de soporte (SVM) y las características extraídas de los videos para clasificar los datos. Para el recopilado de datos, cada voluntario grabó distintos movimientos hechos con sus manos, repitiendo una grabación ya existente, para de esa forma almacenar los datos y analizarlos posteriormente con el objetivo de etiquetarlos [3]. Como resultado se tuvo que, la interacción de cada voluntario y su video, lo que ayudó con la creación de un prototipo que tenga una mejor precisión al momento de reconocer el lenguaje de

señas. Asimismo, otro artículo que fue de gran utilidad busca desarrollar un chatbot que con la aplicación de metodologías activas pueda trabajar con personas intelectualmente discapacitadas y así poder entrenar sus habilidades sociales con situaciones de la vida real, como parte del proceso de validación, se tuvieron sesiones semanales con 25 adultos con discapacidad intelectual, para de esa forma recopilar datos e identificar las principales necesidades, dificultades y limitantes de los entrevistados. Con la información recopilada, se identificó las necesidades de los usuarios para así saber con qué requerimientos tecnológicos usar para el diseño y la implementación del chatbot. Con el prototipo creado, se procedió a hacer entrenamientos y pruebas reales con los usuarios entrevistados para comprobar la funcionalidad en el desarrollo de habilidades [4]. Como se resultado, se obtuvo una aplicación para dispositivos Android que integra servicios para conversaciones, adaptable para interacciones a través de voz o texto. Del mismo modo está capacitada para una gran diversidad de usuarios y responde a la necesidad planteada inicialmente.

Aplicaciones Similares

El artículo en el cual nos apoyamos, en este artículo, el cual presenta un modelo para reconocer gestos del lenguaje de señas indio utilizando datos de captura de movimiento 3D y se propone un algoritmo de reconocimiento de doble acción para manejar diferentes atributos del lenguaje de señas 3D para la traducción automática. Como parte del proceso de validación, los autores consideraron 3 niveles de abstracción para realizar las pruebas al algoritmo. Como primer paso, se prueba el método propuesto en videos de lenguaje de señas capturados en movimiento en 3D, este se ensaya cualitativamente utilizando datos como precisión, recuerdo y reconocimiento para un conjunto de signos; esto se hizo para poder comparar los métodos de reconocimiento más populares de reconocimiento de acciones 3D. Segundo los métodos propuestos que pasaron la primera fase se prueban con diferentes conjuntos de datos disponibles públicamente del lenguaje de señas. Por último, los métodos se prueban con mecanismos de captura de movimiento de última generación como Microsoft Kinect o la cámara de video VICON [5]. Como resultado, la aplicación busca predecir el lenguaje de señas mediante la utilización de un algoritmo que funcione bajo el reconocimiento 3D, para la captura de estos se usa la cámara de video VICON la cual tiene la función de capturar las señales. Otro artículo que fue de ayuda para nosotros es sobre desarrollar una aplicación para smartphone basada en un chatbot desarrollado con IA, que incluya el procesamiento del Lenguaje Natural (NLP) con el cual se incluirán distintas oraciones, las cuales servirán de filtro para realizar un buen diagnóstico. Como parte del proceso, se recolectaron un total de 118,008 oraciones las cuales contienen información sobre síntomas de distintas enfermedades, para luego hacerles un filtro y quedarse con un total de 51,134 oraciones que ayudaron con el estudio. Estas oraciones filtradas se analizaron por especialistas para obtener palabras clave y vacías, las cuales servirán como clasificador al momento de interactuar con la Inteligencia Artificial. Con las oraciones se lograron validar modelos de Deep Learning con 4 diferentes patrones de memoria a corto plazo (LSTM), del mismo modo se usó un marco de código abierto llamado Alpha para así finalmente lograr el diseño de un chatbot basado en Inteligencia Artificial, el cual es capaz de procesar datos y ofrecer recomendaciones de especialidad médica [6]. Como resultado se obtuvo el desarrollo de un chatbot compatible con web y móvil, el cual es capaz de diagnosticar enfermedades con una

encuesta a través de texto con la Inteligencia Artificial, sin necesidad de un especialista.

Procesamiento del Lenguaje de Señas

Para esta sección, se tomó en cuenta el siguiente artículo, en el cual se muestra el desarrollo de un novedoso sistema híbrido NMT que sirve en la traducción de oraciones habladas en el sistema de signos. Este a su vez es multilinguaje, también muestra una puntuación superior a otros sistemas NMT en la puntuación BLEU, la cual sirve para medir las diferencias entre la traducción automática y las traducciones de referencia creadas por humanos. Como parte del proceso de validación, los autores tuvieron que tomar varios datos los cuales podían ayudar a la investigación, como los componentes de la lengua y también las variantes del sistema NMT. En el caso de los componentes de la lengua se tuvo en cuenta los siguientes puntos: pragmática, semántica, contexto, sintaxis, lexemas, morfemas, fonemas y vocabulario; ya que los autores consideraron que estos puntos eran clave para la creación de NMT híbrido y que ayudarían a la identificación de clase de los gestos de señas [7]. Como resultado, el artículo presenta un novedoso sistema Híbrido NMT para traducir las oraciones habladas en glosas de signos. Este sistema se nutre de 3 conjuntos de datos RWTH PHOENIX, How-2Sign y ISL-CSLTR. Este modelo NMT híbrido obtuvo un mejor rendimiento que antiguos modelos NMT tradicionales, los cuales no podían traducir al insertar nuevas palabras. Asimismo, otro artículo de vital importancia que contribuyó activamente en el desarrollo del proyecto fue que los autores desarrollaron un marco de reconocimiento de lenguaje de señas basado en la selección de fotogramas clave para los datos de video. También se propuso utilizar los algoritmos de extracción de fotogramas clave para extraer los fotogramas únicos y distintos de los datos de video. Como parte del proceso de validación, los autores intentaron eliminar la sobrecarga de cálculo al seleccionar los distintos fotogramas clave para el proceso de reconocimiento. Para esto, se utilizaron Transformada Wavelet Discreta (DWT), Transformada Coseno Discreta (DCT) y los histogramas de gradiente orientado (HOG) para la extracción de características únicas. La extracción del Key frame o fotogramas clave sigue todo un flujo, el cual tiene su punto más importante en la

transformada de Wavelet, la cual facilita la compresión, la transmisión y el análisis de imágenes, el filtrado de ruido y la detección de características en la imagen [8]. Como resultado, se clasificaron 37 alfabetos urdu diferentes y, a su vez, se probó la eficacia del método propuesto comparado a otros, obteniendo una precisión general del 97,5 por ciento en 37 alfabetos urdu y una precisión del 95,6 por ciento en 100 palabras comunes.

3. DESARROLLO DEL PROYECTO

Para este proyecto se propone la aplicación WISHA. Esta permite que las personas con discapacidad de habla y auditiva puedan realizar solicitudes de atenciones médicas en un hospital de manera rápida y sencilla. Además, cuenta con un chatbot que le permite realizar consultas y recibir una respuesta inmediata. Asimismo, el usuario tiene habilitada la opción de la cámara, que, al realizar un gesto frente a esta, detectará la seña y será procesada como texto. Esta aplicación se desarrolló con Flutter, Azure y Firebase, así como se aprecia en la Figura 1.

Preparación de la Aplicación

Para definir las tecnologías a utilizar, se utilizaron modelos de benchmarking. Estos nos permitieron elegir el sistema operativo en el cual se desarrollaría la aplicación, el algoritmo para el entrenamiento del modelo de detección de señas, y la aplicación similar a la nuestra que nos permitiría tener referencias. Además, también definimos el lenguaje de programación que se utilizaría, que en este caso fue Dart para la aplicación móvil, y Python para el entrenamiento del modelo de detección de señas. En cuanto a los usuarios, tenemos 3 diferentes roles, paciente, médico y administrador. El paciente podrá realizar solicitudes de atenciones médicas de acuerdo a la especialidad necesitada. Asimismo, tiene disponible el chatbot para realizar las consultas que necesite y obtendrá una respuesta inmediata según lo que se ha entrenado. También tiene la capacidad de comunicarse, a través de un chat, con el médico con quien tiene la cita agendada, esto para que, en caso de alguna duda, pueda enviarle un mensaje directo y esperar una respuesta. El médico también puede interactuar con el chatbot. Además, puede editar la fecha de la cita en caso sea necesario y, una vez finalizada la atención

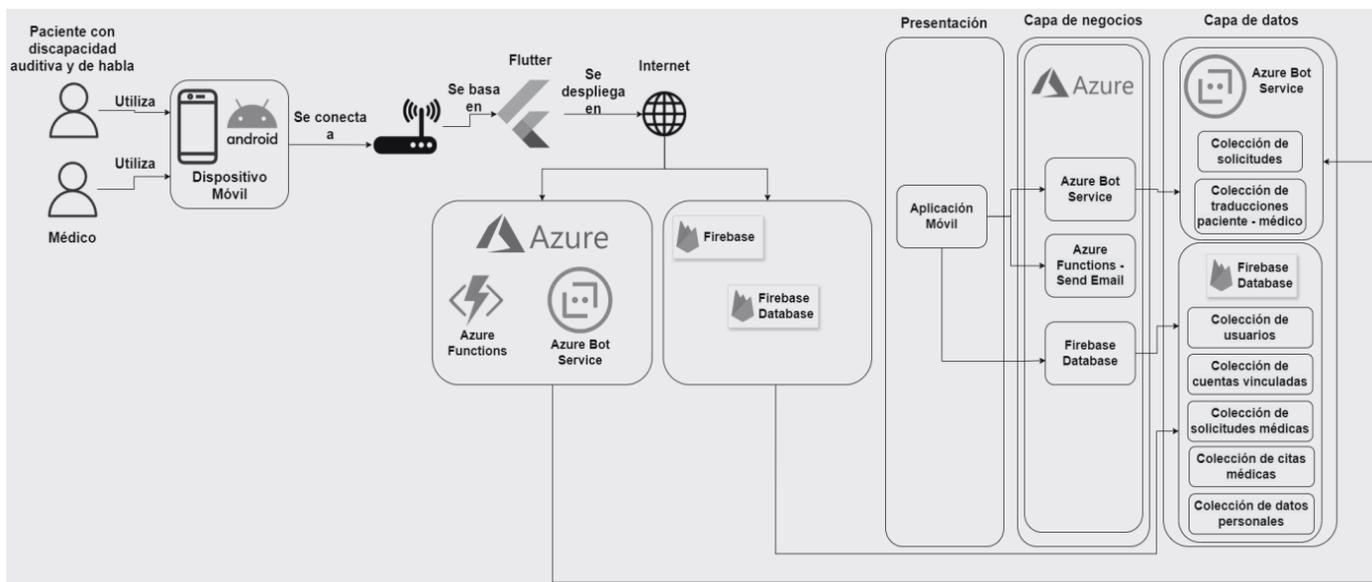


Figura 1. Arquitectura integrada

médica, cerrar el chat con el paciente para que ya no se permita enviar más mensajes. El administrador tiene una vista diferente, esta le permite registrar a los médicos para que tengan usuario y contraseña y así puedan acceder a la aplicación. En la Figura 2, se puede apreciar la vista del paciente.

En la Figura 3 se muestra una imagen de cómo, al hacer un gesto en la cámara, se muestra lo que significa en texto. Esto funciona así para todas las letras del abecedario, números, y palabras entrenadas de uso común en cuanto a salud se trata.



Figura 2. Vistas de la aplicación



Figura 3. Procesamiento de seña a texto

Entrenamiento del Modelo

Para evaluar la eficacia de nuestro modelo en la detección y procesamiento de señas a texto, utilizamos la biblioteca TensorFlow. Se recopilaron imágenes de señas específicas, asegurando variabilidad en las condiciones de iluminación, fondos y posiciones de las manos. En total, se obtuvieron entre 500 a 600 imágenes por seña. Observamos que, al alcanzar las 500 imágenes, la precisión del modelo incrementaba significativamente. No obstante, al superar las 600 imágenes, la precisión se estabilizaba, manteniéndose cerca del 100 por ciento. Esto indica una saturación en el aprendizaje del modelo, donde añadir más datos no proporciona mejoras adicionales. En la Figura 4 y Figura 5 se aprecia un ejemplo de las imágenes utilizadas para el entrenamiento de las palabras y las letras.



Figura 4. Imagen de entrenamiento de letras

Proceso de Validación

Para el proceso de validación se siguieron los siguientes pasos en el orden mostrado:

- Definición de usuarios con los que se realizarán las pruebas.

- Definición de las métricas y los indicadores.
- Generación de las encuestas a otorgar a los usuarios.
- Realización de las pruebas de validación con los usuarios.
- Llenado de encuestas por parte de los usuarios.

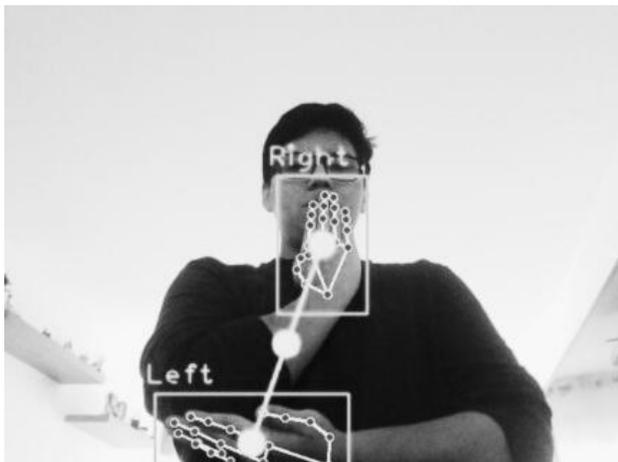


Figura 5. Imagen de entrenamiento de palabras

Definición de Indicadores

Los indicadores de la Tabla 1 se definieron en base a la ISO-9241. Esta norma está orientada al diseño de un producto centrado en el humano, por lo que uno de sus puntos clave es la usabilidad. Los puntos principales a tomar en cuenta para medir la usabilidad son los siguientes:

- Efectividad: se trata de la exactitud con la cual un usuario logra una meta dentro del ambiente en particular.
- Eficiencia: se trata de los recursos consumidos en cuanto a la exactitud para lograr las metas alcanzadas.
- Satisfacción: se trata de la comodidad y aceptabilidad del sistema por los usuarios que utilizan este.

Tabla 1. Indicadores de validación

Identificador	Indicador	Objetivo
IND01	Porcentaje de satisfacción de los usuarios mayor al 80%	OE1
IND02	Porcentaje de eficiencia del aplicativo móvil al detectar las señas realizadas por los usuarios mayor al 80%	OE2
IND03	Porcentaje de rapidez al registrar su solicitud médica a través del aplicativo 80%	OE3

4. VALIDACIÓN / RESULTADOS

Para la validación, como se mencionó anteriormente, se tomaron en cuenta distintos usuarios: 20 pacientes y 5 médicos.

Requisitos Previos

Para empezar, se recomienda que el dispositivo a utilizar cumpla con las siguientes características:

- Sistema operativo Android. La versión en la cual se han realizado las pruebas es Android 12. Utilizar esta versión permitirá lograr resultados más óptimos.

- Tener al menos 50 MB de almacenamiento libre para la instalación de la aplicación.

Plan para Validación

Tomamos en cuenta 5 médicos de hospitales de Lima Metropolitana y 20 usuarios que presentan la discapacidad auditiva y de habla de una institución para sordos de Lima Metropolitana. Les compartimos un celular con la aplicación instalada para que se realicen las pruebas respectivas. Dejamos a los usuarios médicos moverse por toda la aplicación y, en caso tengan alguna duda, los apoyamos. En el caso de los usuarios de la institución, nos apoyaría un traductor de lenguaje de señas para comunicarnos y lograr que tengan la mejor experiencia posible.

Validación Experimental

Para obtener los resultados necesarios para la validación, se plantearon diversas preguntas que debían ser respondidas por los usuarios. Las respuestas a las preguntas se basaban en indicar un número del 1 al 5, siguiendo la escala de Likert. Esto nos permite procesar los resultados de manera más sencilla y lograr obtener conclusiones luego de analizarlos. Se tomaron en cuenta 5 preguntas para cada indicador.

Para el indicador de satisfacción tenemos las siguientes preguntas:

- ¿Del 1 al 5, cómo calificarías tu experiencia completa con nuestra aplicación?
- ¿Del 1 al 5, hasta qué punto la aplicación superó tus expectativas?
- ¿Del 1 al 5, cuál es la probabilidad de volver a usar nuestra aplicación?
- ¿Del 1 al 5, cuál es la probabilidad de que le recomiendes usar la aplicación a un colega?
- ¿Del 1 al 5, qué tan satisfecho estás con la explicación que se realizó acerca de la aplicación?

Para el indicador de rapidez tenemos las siguientes preguntas:

- ¿Del 1 al 5, qué tan rápido te pareció el agendar la cita de un paciente?
- ¿Del 1 al 5, qué tan satisfecho te encuentras con la rapidez del aplicativo?
- ¿Del 1 al 5, qué tan satisfecho te encuentras con la rapidez de respuesta del chatbot?
- ¿Del 1 al 5, qué tan satisfecho te encuentras con la rapidez del redireccionamiento de las pestañas del aplicativo?
- ¿Del 1 al 5, qué tan rápido te pareció encontrar las diferentes opciones que tiene el aplicativo con los médicos?

Para el indicador de eficiencia tenemos las siguientes preguntas:

- ¿Del 1 al 5, qué tan satisfecho estás con la traducción de las señas en la aplicación?
- ¿Del 1 al 5, qué tan satisfecho estás con las respuestas del chatbot?
- ¿Del 1 al 5, qué tan satisfecho te encuentras con la variedad de opciones presentadas en el aplicativo?
- ¿Del 1 al 5, qué tan satisfecho te encuentras con la detección de las señas realizadas dentro del aplicativo?
- ¿Del 1 al 5, qué tan relevante te parecieron las funcionalidades presentadas sin tomar en cuenta el chatbot y la traducción de lenguaje de señas a texto?

Resultados

En la Tabla 2 y en la Tabla 3 se aprecian los promedios de los resultados obtenidos. En general, tanto los resultados de los pacientes como los resultados de los médicos, se encuentran entre 4 y 5 puntos.

Tabla 2. Resultados de médicos

	SATISFACCIÓN (PROMEDIO)	RAPIDEZ (PROMEDIO)
MÉDICO 1	5	5
MÉDICO 2	4.4	3.8
MÉDICO 3	4.6	5
MÉDICO 4	4.4	4.4
MÉDICO 5	4.2	4
PROMEDIO	4.52	4.44

Tabla 3. Resultados de pacientes

	SATISFACCIÓN (PROMEDIO)	RAPIDEZ (PROMEDIO)	EFICIENCIA (PROMEDIO)
PACIENTE 1	5.0	4.6	4.4
PACIENTE 2	4.0	5.0	4.2
PACIENTE 3	5.0	4.0	5.0
PACIENTE 4	5.0	4.4	3.8
PACIENTE 5	4.4	4.6	5.0
PACIENTE 6	4.2	4.8	4.4
PACIENTE 7	4.2	5.0	4.0
PACIENTE 8	4.6	4.4	4.6
PACIENTE 9	5.0	4.6	5.0
PACIENTE 10	5.0	5.0	4.8
PACIENTE 11	3.8	4.6	5.0
PACIENTE 12	5.0	5.0	5.0
PACIENTE 13	4.6	4.6	4.6
PACIENTE 14	3.8	5.0	4.2
PACIENTE 15	5.0	4.6	4.8
PACIENTE 16	4.6	4.4	4.6
PACIENTE 17	4.2	5.0	5.0
PACIENTE 18	4.0	4.6	4.8
PACIENTE 19	4.2	5.0	4.0
PACIENTE 20	4.2	5.0	5.0
PROMEDIO	4.33	4.58	4.5

Según los indicadores, se esperaba obtener al menos un puntaje de 4 para cada uno. En la Figura 6, Figura 7 y Figura 8 se pueden ver gráficos sobre los resultados. Estos gráficos muestran que los resultados se encuentran de 4 para más, es decir, se logró cumplir con lo planteado inicialmente.

SATISFACCIÓN PACIENTES



Figura 6. Satisfacción pacientes

RAPIDEZ PACIENTES

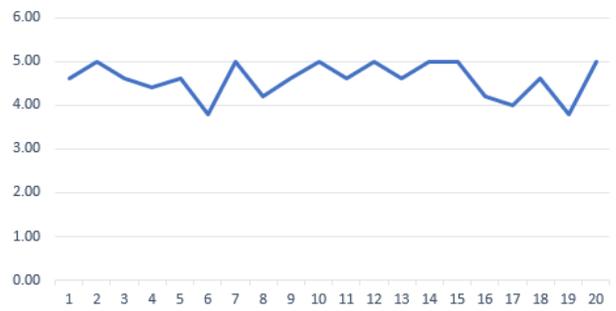


Figura 7. Rapidez pacientes

EFICIENCIA PACIENTES



Figura 8. Eficiencia pacientes

Trabajo futuro

Por parte del plan de continuidad elaborado para el proyecto se realizarán actualizaciones y mejoras en la solución creada para asegurar su relevancia y eficacia para los usuarios finales, incluyendo:

- Ver notificaciones sobre las citas médicas próximas.
- Calificar la atención de los médicos
- Añadir médicos a favoritos
- Eliminar médicos de favoritos
- Comentar referencias de los médicos en sus perfiles
- Mejorar las frases y diálogos entrenados

Estas actualizaciones son esenciales para el desarrollo del feedback del médico y asegurar que la aplicación siga siendo útil y efectiva para pacientes con discapacidades auditivas y de habla, así como para los médicos que los atienden.

5. CONCLUSIONES

Luego del proceso de validación, se logró comprobar que la aplicación presentada cumple con los objetivos planteados. Facilita la solicitud de las citas médicas a los pacientes y también la comunicación entre paciente y médico. Los médicos con los cuales nos contactamos nos mencionaron que esta propuesta facilitaría la atención a las personas con estas discapacidades, por lo que comentan que utilizarían la aplicación. Asimismo, luego de revisar los resultados obtenidos

por parte de los pacientes discapacitados, notamos que tanto la traducción de las señas, el uso del chatbot, la facilidad de generar una cita, y el apoyo en la comunicación entre ellos y los médicos, son atributos del proyecto que hace que resalte y estén dispuestos a utilizarlo. Además, este proyecto permite que la brecha de comunicación de las personas con esta discapacidad sea reducida. También permite que tengan un fácil acceso al cuidado de su salud sin el temor de no ser comprendidos.

6. REFERENCIAS

- [1] Bhushan, S., Alshehri, M., Keshta, I., Chakraverti, A. K., Rajpurohit, J., Abugabah, A. (2022). An Experimental Analysis of Various Machine Learning Algorithms for Hand Gesture Recognition. *Electronics*, 11(6), 968. <https://doi.org/10.3390/electronics11060>
- [2] Papastratis, I., Chatzikonstantinou, C., Konstantinidis, D., Dimitropoulos, K., Daras, P. (2021). Artificial Intelligence Technologies for Sign Language. *Sensors*, 21(17), 5843. <https://doi.org/10.3390/s21175843>
- [3] Xiao, H., Yang, Y., Yu, K., Tian, J., Cai, X., Muhammad, U., Chen, J. (2021). Sign language digits and alphabets recognition by capsule networks. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 13(4), 2131–2141. <https://doi.org/10.1007/s12652-021-02974-8>
- [4] Mateos-Sanchez, M., Melo, A. C., Blanco, L. S., García, A. M. F. (2022). Chatbot, as Educational and Inclusive Tool for People with Intellectual Disabilities. *Sustainability*, 14(3), 1520. <https://doi.org/10.3390/su14031520>
- [5] Kumar, D. A., Sastry, A., Kishore, P., Kumar, E. K. (2022). 3D sign language recognition using spatio temporal graph kernels. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 34(2), 143–152. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2018.11.008>
- [6] Lee, H., Kang, J., Yeo, J. (2021). Medical Specialty Recommendations by an Artificial Intelligence Chatbot on a Smartphone: Development and Deployment. *Journal of Medical Internet Research*, 23(5), e27460. <https://doi.org/10.2196/27460>
- [7] Natarajan, B., Elakkiya, R., Prasad, M. L. (2022). Sentence2SignGesture: a hybrid neural machine translation network for sign language video generation. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*. <https://doi.org/10.1007/s12652-021-03640-9>
- [8] Mangla, F. U., Bashir, A., Lali, I., Bukhari, A. C., Shahzad, B. (2020). A novel key-frame selection-based sign language recognition framework for the video data. *The Imaging Science Journal*, 68(3), 156–169. <https://doi.org/10.1080/13682199.2020.1771512>
- [9] Android. (s.f.). Cambios en la privacidad de Android 10. Recuperado de: <https://developer.android.com/about/versions/10/privacy/changes>
- [10] Zhang, L., Zhang, Y., Zheng, X. (2020). WiSign. *ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology*, 11(3), 1–24. <https://doi.org/10.1145/3377553>
- [11] Sharma, S., Gupta, R., Kumar, A. (2020). Trbagboost: an ensemble-based transfer learning method applied to Indian Sign Language recognition. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*. <https://doi.org/10.1007/s12652-020-01979-z>
- [12] Shin, D. (2021). How do people judge the credibility of algorithmic sources? *AI SOCIETY*, 37(1), 81–96. <https://doi.org/10.1007/s00146-021-01158-4>
- [13] Roca, S., Sancho, J., García, J., Alesanco, L. (2020). Microservice chatbot architecture for chronic patient support. *Journal of Biomedical Informatics*, 102, 103305. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2019.103305>
- [14] Rahaman, M. A., Jasim, M., Ali, M. H., Hasanuzzaman, M. (2019). Bangla language modeling algorithm for automatic recognition of hand-sign-spelled Bangla sign language. *Frontiers of Computer Science*, 14(3). <https://doi.org/10.1007/s11704-018-7253-3>