



Servicios de procesamiento de lenguaje natural en tecnología asistiva

Natural language processing services in assistive technology

SALCEDO, Octavio J. [1](#); GIRÓN, Juan P. [2](#) y SANCHEZ, Juan M. [3](#)

Recibido: 09/05/2019 • Aprobado: 30/08/2019 • Publicado 09/09/2019

Contenido

- [1. Introducción](#)
- [2. Metodología](#)
- [3. Desarrollo](#)
- [4. Resultados](#)
- [5. Conclusiones](#)

[Referencias bibliográficas](#)

RESUMEN:

El proyecto se trata de la creación de una aplicación de ayuda para gente con problemas de pérdida parcial o total de audición y personas mudas. Para la implementación se hace uso de los servicios de cognición que ofrece Google AI. La premura de este proyecto se ve reflejado en el hecho de que el 100% de las personas entrevistadas para evaluar la app coinciden en que esta herramienta puede llegar a ser un instrumento que realmente aporte a la sociedad.

Palabras clave: problemas de audición, ambiente académico, sala de conversación, servicios de cognición, procesamiento en la nube, inteligencia artificial.

ABSTRACT:

The project is about the creation of a help application for people with problems of partial or total hearing loss and silent people. For the implementation is made use of the cognition services offered by Google AI. The urgency of this project is reflected in the fact that 100% of the people interviewed to evaluate the app agree that this tool can become an instrument that really contributes to society.

Keywords: hearing loss problems, academic environment, chat room, cognitive services, cloud processing, artificial intelligence.

1. Introducción

Hoy en día se puede afirmar que las personas con discapacidad y en especial las personas sordas son prácticamente invisibles en nuestra sociedad. Esto se debe a que esta población con necesidades especiales es aislada de nuestro entorno, y aunque existen leyes y entidades encargadas de proteger los derechos de tales personas, muchas veces no son lo suficientemente estrictas como para brindar a la población afectada oportunidades de integración y participación en la sociedad mediante mecanismos como la educación (Altamirano, 2016). Esto es muy sencillo de verificar, pues solo hace falta ver como los medios de entretenimiento y comunicación crean unas alternativas tan pobres e insípidas para no vulnerar los derechos informativos de esta comunidad especial, como lo es la herramienta "closed caption" para observar los subtítulos de la televisión, que deja mucho

que desear (Correa, 2016). Aún peor son las condiciones de acceso a la educación de los sordos, puesto que las entidades regulatorias de inclusión de muchos países no exigen planes de estudio especiales, adaptados a las necesidades de esta población, de manera que el talento de muchos de ellos no es aprovechado y a la mayoría se les niega trabajo por esta razón (BBC, 2015). Esta situación es muy preocupante puesto que según datos de la Organización Mundial de la Salud se estima que aproximadamente 466 millones de personas en todo el mundo poseen problemas de audición incapacitantes, siendo 34 millones de estos niños y gran parte de la población joven está en riesgo de padecer esta condición (World Health Organization , 2018). Además, sólo en Colombia, la cifra de personas con limitaciones de audición se calcula en 455.718, lo que significa el 1% de la población colombiana, según censos de población registrados por el DANE (DANE, 2017). Afortunadamente, existen alternativas basadas en la tecnología que pueden menguar de cierta forma esta problemática. A continuación se presenta los desarrollos más relevantes para solucionar los problemas de las personas sordas en los últimos años.

El Rochester Institute of Technology es una universidad que cuenta con 15.000 estudiantes, y 1.500 de ellos son sordos o tienen problemas de audición, además, 700 de ellos toman clases tradicionales junto con compañeros que pueden escuchar. Por esta razón Microsoft ha decidido probar su producto embebido en la Suite de Microsoft Office. Con esta herramienta los profesores pueden activar un software como Power Point, y los estudiantes pueden ver escritas las palabras que dicta el profesor en la parte inferior de la presentación. La tecnología que hace posible la transcripción es la del Microsoft Translator que además sirve como una aplicación de bolsillo que permite a las personas sordas comunicarse con otras incluso si hablan idiomas distintos. Como objetivo de esta aplicación esta entre otros el de empoderar el trabajo del intérprete de lengua de señas, no el de reemplazarlo, para que de esta forma el conocimiento llegue a un gran número de estudiantes que pueden complementar los servicios del interprete con la tecnología de transcripción (Roach, 2018).

Glide es un empresa israelí que comenzó en 2012. Esta empresa desarrollo una aplicación de video chat en el que las personas se pueden comunicar de formas muy diversas: video, audio, texto. La aplicación empezó a ganar una gran fanaticada de parte de la comunidad de personas con problemas de audición, puesto que aunque actualmente existen soluciones para personas con este tipo de discapacidad, dichas soluciones son basadas en texto y transcripción. Pero las personas sordas prefieren usar herramientas de video para poder comunicarse con los demás de manera más enriquecedora. Esta aplicación permite a los intérpretes de lengua de señas comunicarse fácilmente con la comunidad de personas con problemas de audición por medio de videos enviados por mensajería (Captain, 2018).

TRANSCRIPCIÓN EN VIVO POR GALLAUDET UNIVERSITY Y GOOGLE "Google live transcribe" es un proyecto que se encuentra apenas en fase de pruebas pero que ya posee más de medio millón descargas en la Play Store. Este proyecto nace como una iniciativa de ayuda para gente sorda y está desarrollada por el equipo de investigación de Google en colaboración con Gallaudet University. "Live Transcribe" es un nuevo servicio que realiza transcripciones de voz a texto en tiempo real para participar en conversaciones con otras personas, la aplicación cuenta con tecnología de reconocimiento de voz de última generación y permite usar 70 idiomas con sus respectivos dialectos. El procesamiento de texto de esta aplicación es muy sofisticado ya que cuenta con detección de signos de puntuación y corrección de palabras dependiendo del contexto, haciendo que este software tenga niveles de precisión muy altos (Google Research Team , 2019).

La aplicación "Connect " cuenta con herramientas de texto a voz y voz a texto, todo con una interfaz intuitiva que permite a la persona sorda empezar a usar la aplicación inmediatamente después de descargada. Lo interesante de "Connect" es su sistema de creación de notas de texto, las cuales pueden ser editadas por los usuarios, además de ser reproducidas de manera instantánea, lo que permite que los usuarios puedan usar sus plantillas con frases que usan comúnmente. Además, "Connect" cuenta con un sistema de historial que permite a los usuarios ver las conversaciones con otras personas guardadas en el pasado, así pueden volver a ellas cuando quieran y usar el texto que se encuentra en dicha conversación (Product Hunt , 2018).

Cada solución presentada anteriormente está aún en fases muy prematuras, lo que demuestra que la tendencia de nuestra sociedad de generar tecnología asistiva que sea de ayuda para personas con distintas discapacidades es relativamente reciente. También, es relevante resaltar elementos de dichos desarrollos y como entre ellos se podrían integrar en una App mas robusta.

Aunque la tecnología de Microsoft se implemento en ambientes académicos se puede expandir en ambientes más amplios, de esta forma, si se combinan las ideas de Microsoft con las del proyecto Glide, el cual promueve mensajería instantánea más inclusiva, con la cual se puede generar herramientas de mensajería que se describe en el resumen de este documento. Otra característica relevante para el desarrollo de un App es que esta tenga elementos de la herramienta de Google, permitiendo a las personas sordas comunicarse con los otros teniendo acceso a Internet. Esta funcionalidad está pensada para que estas personas se puedan desenvolver en la calle con más independencia, teniendo la posibilidad de ir a restaurantes, centros comerciales, etc. Además, el App beneficiará a las personas mudas, puesto que incorporará la herramienta de texto a voz con el motor de Google, la cual tiene soporte a decenas de lenguajes. Finalmente, la App también tendrá un aspecto clave el cual es la traducción instantánea al lenguaje que ellos quieran.

2. Metodología

Para el desarrollo de este programa se hará uso de la metodología scrum, que representa el marco de trabajo más exitoso en la actualidad. A pesar de que esta metodología está pensada para ser aplicada a grupos de trabajo grandes que requieren de diferentes equipos trabajando en secciones específicas del proyecto, puede ser aplicada a proyectos sencillos y de carácter individual como éste (Lara, 2015).

Para esta sección describiré el plan de desarrollo pensado para esta aplicación usando scrum, cortando parte de sus herramientas y etapas de trabajo, de manera que sea aplicable a este proyecto donde solo hay un miembro.

Tiempo estimado de desarrollo: 2 meses

Número de iteraciones o ciclos dentro de la metodología scrum: 3

Tiempo estimado por cada iteración o ciclo: 3 semanas

Scrum "meeting": 1 vez a la semana aprox.

Primero se presentará el "backlog" del producto en la Tabla 1, con los requerimientos funcionales acorde a un puntaje de priorización.

Tabla 1
"Product backlog" general del producto.

Requerimientos	Estimación	Prioridad
Mediante un cuadro de texto, escribir lo que se desee dentro de él, para luego ser interpretado por una voz automatizada cuando se quiera.	2 semanas	1
Poder realizar grabaciones cortas o continuas para luego ser mostradas como texto.	2 semanas	2
Tener la posibilidad de crear salas den chats o unirse a una para poder transmitir información únicamente en forma de texto entre las	1 semana	3

personas.		
Poder realizar grabaciones del tiempo que se quiera, o grabaciones continuas sin tiempo definido, que puedan ser transformadas a texto y este texto sea transmitido a todos los integrantes en la sala de chat.	2 semanas	4
Tener la posibilidad de traducir el texto que se encuentre en la sala de chat a un idioma seleccionado.	1 semana	5
Poder ser descargado desde la Play store de Google para ser usado dispositivos Android.	1/2 semana	6

Fuente: autor

En este "Product backlog" se pueden detallar especies de historias de usuario o requerimientos funcionales fundamentales del sistema asignándole una prioridad a cada uno. La prioridad de estos requerimientos define el ritmo de trabajo que se llevará con cada uno y el orden en que serán desarrolladas las funcionalidades del software, además se pueden detallar ciertas condiciones bajo las cuales debe actuar el producto; sólo podrá ser utilizado en dispositivos con micrófono que cuenten con sistema operativo Android.

2.1. Primera iteración: Desarrollo del sistema Texto a Voz y Voz a Texto.

Esta es la primera fase de desarrollo del programa, de acuerdo con el primer requerimiento con mayor prioridad, tomará aproximadamente 2 semanas y se incrustará en la aplicación no como una funcionalidad de la sala de chat, sino más bien como una funcionalidad extra dentro de la aplicación, como se describió en el resumen del trabajo.

Para lograr lo que se pide en la fase uno se tendrá que consultar las herramientas ofrecidas por Google respecto a los servicios TTS (text-to-speech) Y STT (speech-to-text). Posterior a eso, se procederá con la incrustación de los servicios en la aplicación.

Es necesario realizar el scrum "meeting" para evaluar la efectividad y precisión del sistema STT y anticipar los posibles obstáculos que se pueden derivar de cada sistema, sobre todo cuando se trate de incrustar las herramientas en nuestra aplicación

2.2. Segunda iteración: Desarrollo de la sala de chat y sus funcionalidades

Para esta segunda fase ya se tendrán evaluadas las herramientas y servicios de inteligencia artificial en la nube que se usarán, de manera que se tendrá definido el uso de cada herramienta y su papel dentro de la aplicación.

Hay que tener en cuenta que esta será la fase más larga de todo el proyecto debido a que aquí se desarrolla la función principal de la aplicación: Intercambio de datos en formas incluyentes por medio de una sala de chat. Por este motivo es necesario aplicar un scrum "meeting" de forma continuadurante esta iteración, para determinar qué elementos de la "To-do list" ya han sido realizados, así como para evaluar los que faltan por hacer.

La toma de tiempo por cada requerimiento refinado del sprint backlog es de 1 semana aproximadamente, siendo este un proceso de duración de 1 mes, donde se realizarán diferentes retroalimentaciones respecto al producto resultante.

2.3. Tercera iteración: despliegue del producto en la Play store

Esta fase tendrá una duración de menos de una semana y se empleará únicamente para testear el producto y publicarlo en la Play Store, así como realizar tareas de mantenimiento de acuerdo con las críticas de los usuarios y arreglo de posibles fallos.

Respecto al desarrollo del producto, se puede decir que hasta esta fase llega el proyecto de desarrollo, sin embargo, este se podría extender a etapas de mantenimiento según lo mencionado anteriormente.

3. Desarrollo

3.1. Desarrollo de sistema Texto a Voz

La herramienta de texto a voz se desarrolla por medio de los servicios de Google y su motor TTS (text-to-speech). Google ofrece librerías que se pueden incrustar en nuestra aplicación por medio del sistema Maven para hacer uso de ese motor (Google, 2019). Sin embargo, Google tiene un Sistema de implementación directa en la plataforma Android, lo cual hace que el manejo e incrustación de esta herramienta sea mucho más sencillo mediante funciones nativas de Android. Inicialmente, es necesario verificar que el teléfono tiene instalado el sistema de TTS de Google, esto se verifica como se muestra en la Figura 1.

Figura 1

Instrucción de verificación del sistema TTS en Android

```
Intent intent = new Intent(  
    TextToSpeech.Engine.ACTION_CHECK_TTS_DATA);  
startActivityForResult(intent, TTS_DATA_CHECK);
```

Fuente: autor.

Con esto se envía un llamado "intent" a Android, el cual evaluará si el sistema TTS se encuentra en el teléfono. En caso negativo, el mismo programa dará las instrucciones a Android para que instale el sistema. En caso afirmativo, se procederá a instanciar un objeto en Java que represente el sistema TTS de Google, el proceso se puede observar en la Figura 2.

Figura 2

Instanciación de sistema TTS y asignación de propiedades.

```

tts = new TextToSpeech( context: this,
    new TextToSpeech.OnInitListener() {

        public void onInit(int status) {

            if (status == TextToSpeech.SUCCESS) {
                ttsIsInit = true;

                tts.setLanguage(currentLocale);
                tts.setPitch(0.8f);
                tts.setSpeechRate(1.1f);
            }
        }
    });

```

Fuente: autor

Como se presenta en la Figura 2, el sistema se instancia y, además, se asignan unas propiedades como el Tono de la voz, la velocidad, y, más importante, el lenguaje que se utilizará, que por defecto es el lenguaje que esté instalado en el dispositivo.

Posterior a esto, se procede a usar las funciones que Google provee para usar el sistema de TTS. En este caso, se usará la función "speak" en el objeto que instanciamos, para de esta forma ordenar al sistema TTS que hable cuando el usuario lo desee. Previo a esto se debe obtener el texto que halla en un campo de texto donde el usuario pueda digitar lo que desee para que la aplicación hable por él.

Finalmente, para poner el sistema a disposición del usuario, se tiene que añadir un campo de texto para agregar el mensaje y un botón para reproducir el texto.

El usuario digita el texto en el campo y presiona reproducir, inmediatamente después el motor de texto a voz de Google empezará a reproducir el mensaje con el lenguaje establecido en el teléfono.

3.2. Desarrollo de sistema Voz a Texto

Al igual que el sistema TTS, esta herramienta de voz a texto usa los servicios de Google, sin embargo, esta no requiere de ser instalada en el teléfono, ya que funciona por procesamiento en la nube en los servidores de Google. Así, la aplicación requiere de conexión a internet para que los datos puedan ser procesados. Debido a esto, el sistema de voz a texto no necesita de los pasos previos al uso del sistema que necesito la herramienta TTS, de manera que lo único que se tiene que hacer es usar los métodos que Google nos provee mediante Android para utilizar su sistema.

Es necesario pedir permisos al usuario para usar el micrófono. Una vez dados estos permisos, la aplicación configura el sistema STT para que pueda ser usado, para esto utiliza una gran variedad de parámetros, siendo el que más destaca el del lenguaje, que al igual que el TTS, selecciona el lenguaje que se encuentre establecido en el teléfono. Finalmente, se añade un botón más para que el usuario pueda tener acceso a esta funcionalidad.

En la Figura 3, se puede observar al sistema de voz a texto de Google en proceso de escucha de lo que dice el usuario, para que posteriormente el usuario vea reflejado lo que dijo en forma de texto en el mismo campo.

Figura 3

Sistema de voz a texto de Google estando

a la escucha de lo que dice el usuario.



Fuente: autor.

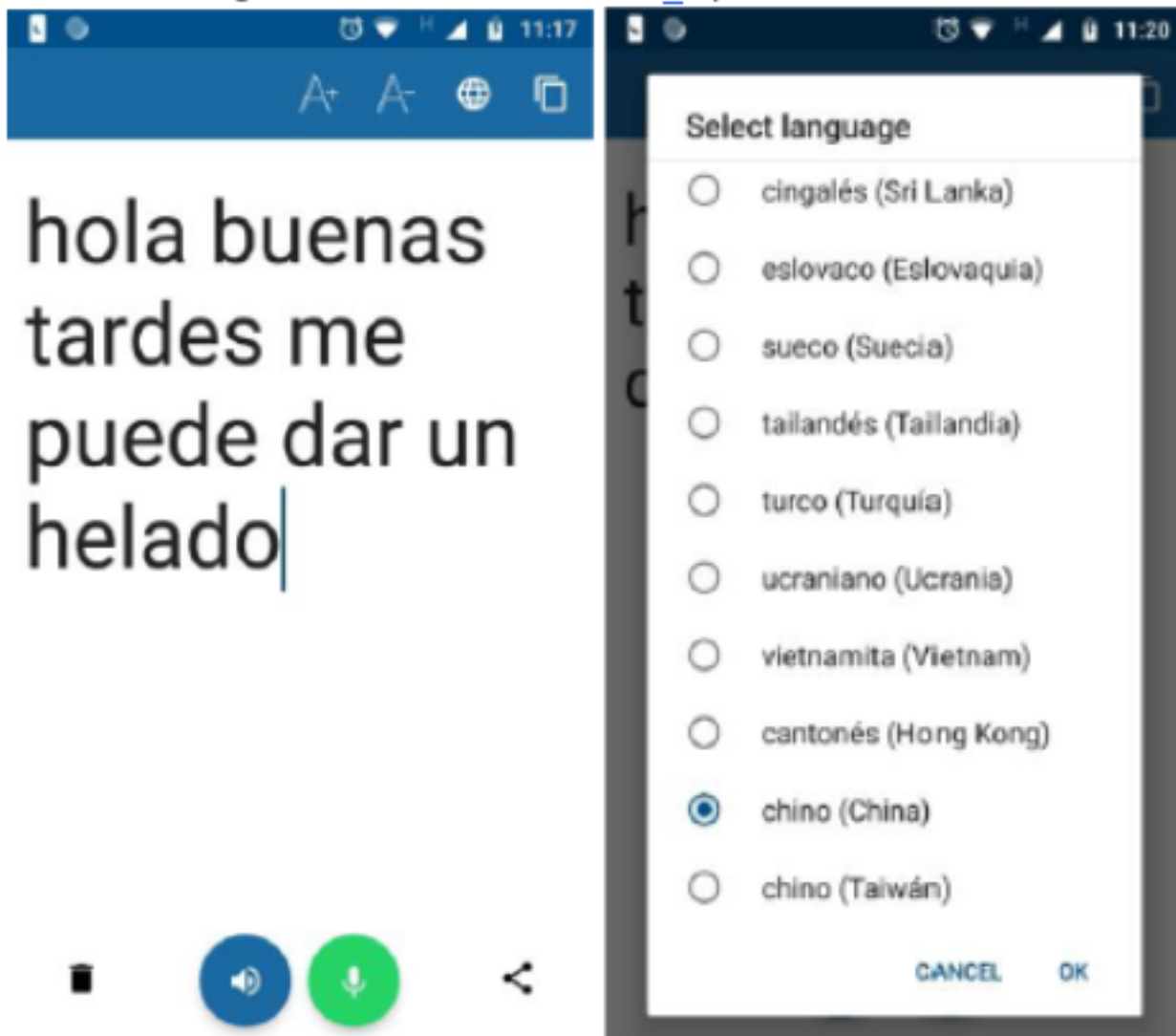
3.3. Desarrollo de interfaz gráfica para los sistemas STT y TTS

Como etapa de finalización de la construcción de estas funcionalidades de la aplicación, se crea una interfaz de usuario adecuada para que la persona con discapacidad pueda usar cómodamente y de una manera intuitiva la App. Para lograr este objetivo se añadió un botón para eliminar todo el texto que se encuentre en el campo, botones adecuados para el uso de las herramientas de Google, un botón que permita realizar múltiples acciones con el texto guardado en el campo (enviarlo a los contactos, usarlo con "Google Translator," componer un email, etc.), un botón de copiar al portapapeles el texto que se tenga almacenado, botones para controlar el tamaño del texto en el campo y lo más importante, añadir la posibilidad de seleccionar entre una gran variedad de lenguajes para ser usados por los sistemas de Google (TTS y STT).

En la Figura 4, se puede observar la interfaz de usuario terminada y la variedad de lenguajes que tiene la aplicación.

Figura 4

Interfaz de usuario e opción de idiomas.



Fuente: autor

3.4. Desarrollo de sistema de sala de conversación inclusivo

La fase final de desarrollo de la App consiste en la creación de la sala de conversación con opción de conversión de voz a texto de forma continua.

Para esto se hará uso de las herramientas de Google mencionadas anteriormente (STT) y también "Firebase", que sirve como un sistema de "backend" todo en uno. De esta forma se podrá controlar el manejo de bases de datos, código de lado de servidor y transporte de datos de una forma cómoda y nativa, es decir, usando código Java y librerías Android que se importan desde el sistema Gradle de Android.

Al ser un entorno de comunicaciones sencillo, se hará uso de una única característica de "Firebase: Realtime Databases" en (NoSQL). Se trata de un ecosistema simple de bases de datos NoSQL que soporta una cantidad limitada de consultas, pero la administración de estas es sencilla.

Lo primero que hay que hacer es obtener una referencia a la base de datos desde código Java, luego de haber importado todas las librerías necesarias y el archivo "Json" que Google nos exige tener en el "apk" de nuestra aplicación. En este caso el campo al que se quiere hacer referencia es al que se denomina "chat", el cual representa una sala de conversación individual.

Luego se tiene que estar pendiente de cuando el usuario envíe los mensajes, ya sea realizando click al botón de enviar o cuando el sistema de voz a texto detecte que hay suficiente texto para ser enviado a los demás. En este caso se tiene que hacer un "push" de valores a la base de datos, enviando el texto que se va a enviar, la hora, entre otros elementos. Así como un usuario envía datos, el otro tendrá que recibirlos, de manera que se crea un "event listener" que esté a la escucha de cualquier cambio que haya en la sala de chat de la base de datos o en cualquiera de sus miembros hijos. Esto hará que el usuario actualice sus mensajes contenidos en su lista de mensajes cada vez que otro usuario envíe texto.

Finalmente, hay que eliminar el registro de la base de datos cada vez que todos los usuarios

de salgan de alguna sala de conversación, de esta manera se ahorrará espacio de almacenamiento. Esto se logra mediante el método "remove" asociado a la referencia de la base de datos que se obtuvo al principio.

De esta forma, para recapitular, obtenemos un sistema de comunicaciones inclusivo mediante una sala de conversación. Cada vez que un usuario desee escribir texto lo podrá hacer, así mismo, podrá enviarlo en cualquier momento. También se encuentra un sistema de voz a texto integrado, idéntico al que se desarrolló en fases más tempranas del proyecto. Este sistema permite una detección de voz de forma continua, para cumplir con los objetivos de accesibilidad que se plantearon en el resumen del proyecto. Siempre que el sistema detecte que ya hay una cierta cantidad de texto, éste será enviado de forma automática a los demás usuarios de la sala.

4. Resultados

El producto funcional que se tiene como resultado se puede observar en la Figura 5.



Fuente: autor

Esto ayuda a sintetizar el alcance de la herramienta y sus funciones, así como los medios utilizados para lograr el resultado.

En este orden de ideas, se puede ver como el producto funcional final se trata de una aplicación en Android, es decir, desarrollada con código nativo (JAVA y XML) que usa dos principales paquetes de librerías. El primero de ellos es el paquete de procesamiento de lenguaje natural, el cual es propiedad de Google y viene en su herramienta Google Cloud. Google nos provee de funciones y librerías que se pueden importar directamente desde el sistema Gradle de Android Studio. Las herramientas usadas en este paquete son las de texto a voz y voz a texto, además, la herramienta de voz a texto requiere de conexión a Internet ya que esta se resuelve mediante computación en la nube, al contrario del texto a voz que depende de un procesamiento interno del teléfono. El segundo paquete se encuentra en la plataforma hermana de Google Cloud: Firebase, también soportada por Google. Como se explicó, esta aplicación hace uso de las facilidades del "backend" de esta plataforma para administrar la mensajería.

4.1. Discusión de resultados

Como se observó anteriormente en las aplicaciones desarrolladas previamente a esta, todos

convergirían en la utilización de herramientas de procesamiento de lenguaje natural para desarrollar herramientas útiles para personas con problemas de audición. Todas a excepción de Glide, la cual explotaba la mensajería de vídeo para este propósito. En última estancia los propósitos de esta App se alcanzan de maneras muy similares, es decir, mediante funciones de manejo de texto y voz. Sin embargo, la App tiene una característica añadida que no se encuentra en ningún trabajo o proyecto actual mencionado anteriormente. Se trata del sistema de mensajería inclusiva basado en "Firebase" de Google. Recapitulando, este sistema permite a personas conectarse a una sala de chat de manera que solo se transmita texto en ella, así mismo, las personas pueden usar el micrófono para transmitir las frases que dicen hacia las personas que no oyen. De esta forma, se consigue un sistema diferente a los demás. Es un sistema en el que prima la comunicación sencilla entre personas que oyen y las que no.

La característica del chat está pensada idealmente para ser usada en ambientes académicos, de manera que el estudiante sordo reciba lo que dice el profesor directamente en su teléfono celular, a través del sistema de chat en tiempo real. Esta característica se contrasta con el proyecto desarrollado por Microsoft en el Rochester Institute. Sin embargo, en el proyecto las herramientas de ayuda están embebidas en el sistema de Office de Microsoft, por lo que el alcance se vuelve bastante limitado si se piensa que esto solo serviría en clases en las que hallan presentaciones de Power Point o relacionadas, lo cual no ocurriría siempre. Además, con la idea de la sala de chat, este tipo de comunicación se puede extender a prácticamente cualquier situación y entorno, no necesariamente los salones de clase.

Finalmente, se presentan resultados de una encuesta hecha a personas sordas recientes, las cuales tuvieron la oportunidad de probar la App y dar retroalimentación. En total participaron 7 personas y la retroalimentación se produjo en forma de calificaciones de 1 a 10 respecto a diferentes métricas que se definieron para evaluar la App. Esta información se representa en la siguiente tabla 2.

Tabla 2
Resultados obtenidos de la retroalimentación
dada por los sordos.

Persona	1	2	3	4	5	6	7	Promedio
Métrica (de 1 a 10)								
¿Qué tan cómodo fue el uso de la app?	10	10	9	10	8	10	8	9.2
¿Qué tan agradable es la interfaz?	10	10	10	10	10	10	10	10
¿Qué tan preciso es el sistema de voz a texto?	6	7	9	9	6	8	6	7.5
¿Qué tan útil cree que es el sistema de texto a voz?	9	8	10	10	9	8	8	8.8
¿Qué tan útil cree que es la sala de chat inclusiva?	10	10	10	10	10	10	10	10
¿Qué tan probable es que descargue la app?	8	10	7	10	8	8	8	8.5
¿Qué tan útil cree que esta app sea para la sociedad?	8	10	8	8	9	10	10	9.2

5. Conclusiones

El 100% de las personas da una calificación máxima (10) al hecho de que la App cuente con una sala de chat con características de inclusividad. Esto como factor innovador en la aplicación que permitirá a los estudiantes con problemas de audición atender a clases con mayor regularidad.

La métrica que se lleva la peor calificación a juicio de las personas es el sistema de voz a texto, pues consideran que no todo lo que transcribe es fiel al cien por cien o cercano a él. Por tal motivo creen que es el aspecto en el que más se debería trabajar antes de hacer la App disponible a público.

Todas las personas creen que la App puede llegar a ser una herramienta muy útil para la sociedad, puesto que afirman que las opciones que se encuentran hoy en día para este tipo de personas no son desarrolladas con la suficiente calidad o no cuentan con las herramientas suficientes.

El 80% de los encuestados sugieren que en un futuro podrían descargar el App cuando este disponible para el mercado.

Referencias bibliográficas

- Altamirano, C. (2016). Los sordos son los discapacitados invisibles. Recuperado el 02 de septiembre de 2018, de El País: https://elpais.com/internacional/2016/09/30/mexico/1475226460_365921.html
- BBC. (2015). 84,000 deaf people face job discrimination, study finds. Recuperado el 02 de Septiembre de 2018, de BBC News: <https://www.bbc.co.uk/news/av/uk-wales-32609900/84000-deaf-people-face-job-discrimination-study-finds>
- Captain, S. (2018). How Video-Chat App Glide Got Deaf People Talking. . Recuperado el 05 de Septiembre de 2018, de Fast Company: <https://www.fastcompany.com/3054050/how-video-chat-app-glide-got-deaf-people-talking>
- Correa, D. (04 de Abril de 2016). Los sordos en Colombia no son escuchados. Recuperado el 02 de Septiembre de 2018, de El Tiempo: <http://blogs.eltiempo.com/palabras-mass/2016/04/04/los-sordos-en-colombia-no-son-escuchados/>
- DANE. (2017). Estadísticas básicas población sorda colombiana. Recuperado el 17 de Febrero de 2019, de Instituto Nacional para sordos : <http://www.insor.gov.co/observatorio/estadisticas-basicas-poblacion-sorda-colombiana/>
- Google Research Team . (2019). Introducing Live Transcribe. Recuperado el 09 de Febrero de 2019, de Android: <https://www.android.com/accessibility/live-transcribe/>
- Google. (2019). Cloud text-to-speech. Recuperado el 09 de Febrero de 2019, de Cloud Google: <https://cloud.google.com/text-to-speech/>
- Lara, W. (2015). ¿Cómo funciona la metodología scrum? . Recuperado el 01 de Octubre de 2018, de Platzi blogs: (2015).<https://platzi.com/blog/metodologia-scrum-fases/>
- Product Hunt. (2018). Connect by BeWarned. Recuperado el 09 de Septiembre de 2018, de Product Hunt : <https://www.producthunt.com/posts/connect-by-bewarned>
- Roach, J. (05 de Abril de 2018). AI technology helps students who are deaf learn. Recuperado el 05 de Septiembre de 2018, de Microsoft: <https://blogs.microsoft.com/ai/ai-powered-captioning/>
- World Health Organization. (2018). Deafness and hearing loss. Recuperado el 03 de Septiembre de 2018, de World Health Organization : <http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss>

2. Estudiante de Ingeniería de Sistemas. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería de Sistemas e Industrial. jpgironb@unal.edu.co

3. Profesor Asociado e integrante del grupo de investigación GIIRA, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad de Ingeniería, jmsanchezc@udistrital.edu.co

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015
Vol. 40 (Nº 30) Año 2019

[\[Índice\]](#)

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a [webmaster](#)]