

Prototipo de guantes traductores de la lengua de señas mexicana para personas con discapacidad auditiva y del habla

D. G. Ruvalcaba¹, M. Ruvalcaba¹, J. P. Orozco¹, R. López¹, C. E. Cañedo².

¹ Licenciatura en Ingeniería Biomédica, Facultad de Medicina y Ciencias Biomédicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua, Circuito Universitario 31109, Campus II, Chihuahua, Chih.

² Docente del Programa de Ingeniería Biomédica, Facultad de Medicina y Ciencias Biomédicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua, Circuito Universitario 31109, Campus II, Chihuahua, Chih.
danielagrisselh@gmail.com, marianarh96@gmail.com, orozcopam96@gmail.com, roxana.guzman95@gmail.com, eduardo171192@gmail.com

Resumen— En 2014, de acuerdo con la Encuesta Nacional de la Dinámica Demográfica, la prevalencia de discapacidad en México fue de 7.1 millones de personas, de las cuales el 51.5% padecen alguna discapacidad para escuchar o hablar. El proyecto consiste en el desarrollo de unos guantes traductores de la Lengua de Señas Mexicana, los cuales se plantea que usarán quienes padecen alguna de las discapacidades mencionadas anteriormente facilitando así que las demás personas los entiendan. El proceso se dividió en 4 segmentos: selección de palabras, estructura de los guantes, código de programación y base de datos. Como resultado se obtuvieron dos guantes capaces de traducir a texto y sonido algunas palabras básicas de la Lengua de Señas Mexicana y el alfabeto dactilológico.

Palabras clave— Discapacidad, Guante, Lengua de señas mexicana

I. INTRODUCCIÓN

El objetivo de los guantes es traducir la Lengua de Señas Mexicana (LSM) a texto y sonido, con la finalidad de que el usuario pueda comunicarse con personas que la desconozcan.

La comunicación es parte fundamental de nuestras vidas, por tanto, el hecho de que una persona no pueda comunicarse con su entorno le puede generar frustración y aislamiento. No obstante, aunque estas personas han creado un mecanismo compensatorio para comunicarse, una gran parte de la sociedad lo desconoce y esto representa un acto de discriminación [1].

Según el INEGI, en el año 2014 residían en México 120 millones de personas, para este mismo año la prevalencia de discapacidad era del 6%, esto es que alrededor de 7.1 millones de personas no podían o se les dificultaba realizar una de las ocho actividades evaluadas, entre ellas se encontraban escuchar (aún con el uso de aparatos auditivos) y hablar. Aunado a esto, la discapacidad es directamente proporcional al envejecimiento demográfico, como se observa en la Fig. 1. Del total de discapacidades reportadas: escuchar (incluso con aparato auditivo) concentró 33.5%, que representa 2.4 millones de habitantes y el habla 18%, que refleja 1.2 millones de habitantes, como lo muestra la Fig. 2. [2].

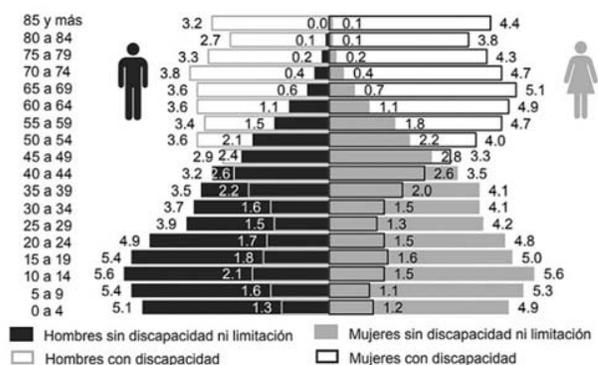


Fig. 1. Estructura de la población, por condición de discapacidad según la edad y el sexo en el año 2014.

Acorde a la OMS, la interacción entre la condición de la salud, los factores personales y ambientales producen una enorme variabilidad en la experiencia de la discapacidad, esto es porque la atención que se le da es muy poca. Para el año 2016 solo se contaban con 40 intérpretes certificados en México; situación que representa la falta de personal calificado para apoyar la discapacidad auditiva y del habla. Los educadores encargados de atender a estas personas no son elegidos con el mínimo requisito de conocer la LSM, como resultado perjudica e impide su desarrollo de manera profesional debido a la carencia de educación impartida.

Ante esta situación, cuyo aumento es cada año, es necesario realizar actividades que contrarresten los efectos negativos que se derivan; primeramente dando difusión a la LSM para que cada vez más personas se familiaricen no solo porque haya una situación en su entorno que los orille a aprender, sino por solidaridad a todos los ciudadanos que padecen estas discapacidades. Segundo, realizar dispositivos que permitan a estas personas comunicarse de manera rápida y eficiente con los demás, de tal manera, si alguien desconoce la LSM esto no impida establecer una comunicación.

Existen investigaciones y dispositivos previos al nuestro que permiten traducir la LSM. Algunos consisten en guantes que la traducen mediante dactilología; la cual se define como el deletreo de la lengua oral y se representa con el abecedario



Fig. 2. Porcentaje de población con discapacidad, por tipo de discapacidad en el año 2014.

[1]. El trabajo de Espinoza, P. y Pogo, H. (2013), es un ejemplo de estos dispositivos, compuesto por un guante que traduce el alfabeto dactilológico, contiene ocho sensores de flexión, que varían su resistencia conforme se doblan, uno en los dedos pulgar y meñique, y dos en los dedos índice, medio y anular. Los datos que se recolectan del dispositivo son interpretados por una tarjeta de adquisición de datos con comunicación USB. Adicionalmente contiene un microcontrolador el cual procesa los datos y los envía a la computadora. Cada señal representa una letra y el texto se visualiza en el software de Matlab a través de una interfaz gráfica. Éste guante fue estandarizado para niños de entre 8 a 11 años [3]. Las principales diferencias de nuestro prototipo con respecto al trabajo mencionado consisten en dos guantes comunicados vía bluetooth capaces de traducir el alfabeto dactilológico y algunas palabras en texto y sonido.

II. METODOLOGÍA

A. Selección de palabras

La LSM como cualquier otra lengua posee su propia gramática, léxico y sintaxis, por lo que existen al igual que la lengua del español, variantes entre países e incluso regiones [4]. Se llevó a cabo una reunión con la Comunidad Sorda Incluyente de Chihuahua, con la finalidad de escoger 18 palabras básicas y el alfabeto dactilológico para la primera fase del prototipo y su posterior programación, asimismo para que los autores aprendieran a realizar las señas correspondientes utilizadas en el estado de Chihuahua, las cuales fueron: hola, mi, nombre, cómo, estás, bien, mal, tú, gracias, de nada, si, no, con, permiso, por, favor, perdón y adiós. Las palabras se toman por separado ya que una misma puede ir en conjunto con otra diferente [1].

B. Estructura de los guantes

Dentro de los componentes que integran a los guantes, se encuentran en cada uno, botones distribuidos, un sensor de flexión en cada dedo, colocados en la parte posterior. Un

acelerómetro en la muñeca y meñique, conectando sus salidas analógicas a un multiplexor, de esa manera da oportunidad de agregar una amplia gama de palabras gracias a la combinación de valores en la programación [3, 5]. Se utiliza un microcontrolador Arduino nano, base para conectar el resto de los componentes y es compatible con el código y programa utilizado. Un módulo bluetooth para realizar la comunicación inalámbrica entre arduinos.

Adicionalmente, en el guante derecho se colocó una pantalla LCD y una bocina como se muestra en la Fig. 3 para poder visualizar y escuchar la traducción.

C. Código de programación

A partir del alfabeto dactilológico y las palabras seleccionadas se utilizó la plataforma de Arduino para realizar el código que consta de 4 secciones.

1) *Calibración*: Consiste en obtener valores máximos y mínimos de cada sensor de flexión que establecen un rango y se almacenan en variables como lo muestra la Tabla 1. Para obtenerlos, el usuario que utiliza el guante debe posicionarse con el dorso de la mano frente a él, a nivel de los hombros con los dedos extendidos y abrir y cerrar su mano en repetidas ocasiones durante 15 segundos, alternando la posición del

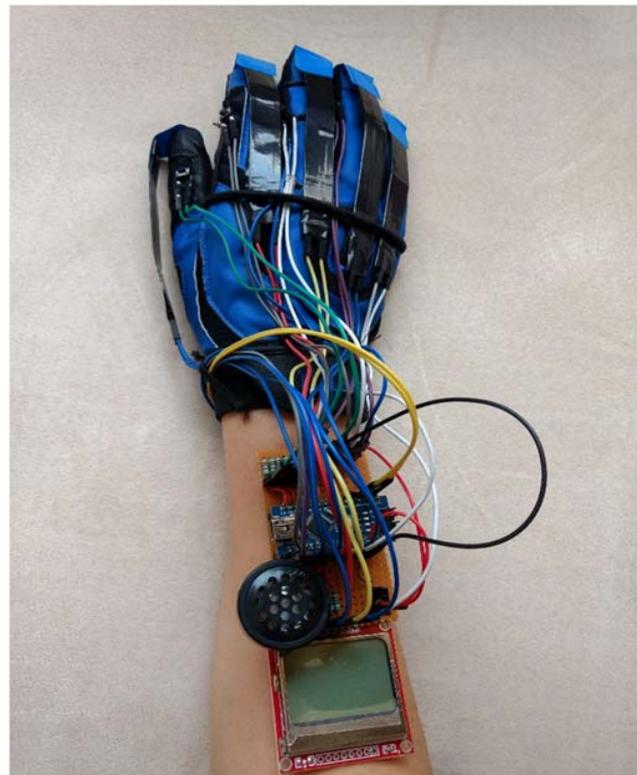


Fig. 3. Guante traductor derecho con sus componentes y adicionalmente una pantalla LCD y bocina.

TABLA 1
VARIABLES ASIGNADAS EN EL CÓDIGO A LOS COMPONENTES UTILIZADOS

Componente	Variables		
	Calibración		Lectura de datos
S.F. 1*	MinPulgar	MaxPulgar	ValorPulgar
S.F. 2	MinIndice	MaxIndice	ValorIndice
S.F. 3	MinMedio	MaxMedio	ValorMedio
S.F. 4	MinAnular	MaxAnular	ValorAnular
S.F. 5	MinMenique	MaxMenique	ValorMenique
B. 1*	No aplica		B1
B. 2	No aplica		B2
B. 3	No aplica		B3
B. 4	No aplica		B4
B. 5	No aplica		B5
A. 1*	No aplica		X1, Y1, Z1
A. 2	No aplica		X2, Y2, Z2

* S.F. = Sensor de Flexión, B. = Botón, A. = Acelerómetro.

pulgar con respecto a los 4 dedos restantes como lo muestra la Fig. 4, con el propósito que todos los sensores alcancen valores de flexión total.

2) *Lectura de datos*: Se toman los valores directos de los botones y multiplexores, que recolectan los datos de los acelerómetros. Para los sensores de flexión se toman las variables de la calibración, aplicándoles un mapeo para realizar una conversión al tamaño del rango deseado y guardarlas en nuevas variables como lo muestra la columna lectura de datos de la Tabla 1.

3) *Manejo de datos*: Referente a cada componente, se tomaron combinaciones de sus valores estratégicamente para la creación del código de las letras dactilológicas y palabras, con la ayuda del análisis explicado en la sección D.

4) *Impresión de datos*: En último lugar la traducción es visualizada en una pantalla LCD y es escuchada por medio de una bocina, gracias a la programación de ambos componentes.

Cada guante cuenta con su código único, ambos traducen

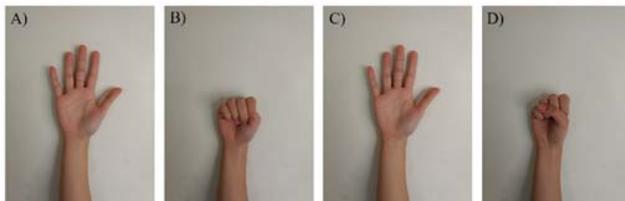


Fig. 4. Posiciones de la mano para la realización de la calibración.

A) Posición inicial en la cual se debe situar la mano. B) Durante el cierre de la mano se coloca el pulgar por detrás de los 4 dedos restantes. C) Posición inicial. D) Dedo pulgar se coloca por delante de los demás al momento de cerrar la mano.

el abecedario y trabajan en conjunto para ejecutar las palabras básicas.

D. Base de datos

La base de datos consta de tablas, una para cada letra y palabra correspondiente. Cada tabla contiene los valores que corresponden a cada componente existente en el guante como se muestra en la Tabla 2. Para determinar los valores de cada señal se realiza un análisis que consiste en 5 fases:

1) *Obtención de datos*: Gracias a la plataforma Arduino se visualizan los datos que envían los componentes a la computadora por medio del monitor serial. A manera que se realiza una señal, se recolectan los datos seis veces.

2) *Selección*: A partir de dichas pruebas se analizan los datos para determinar valores y rangos de cada componente al realizar una señal.

3) *Almacenamiento*: Los valores preliminares de cada señal se guardan en tablas de Excel.

4) *Código*: Se incluyen los valores en el código para corroborar su traducción en el monitor serial.

5) *Comprobación*: Se realiza la señal correspondiente seis veces, como se muestra en la Tabla 3, para analizar el porcentaje de error en la traducción, es decir, si se realiza o no la impresión de la señal. En caso de un porcentaje de error alto, se retoma el punto anterior para modificar el código de la señal y disminuir dicho porcentaje.

Su importancia radica en que permite registrar cada una de las señales, individualizando los componentes para evaluar sus valores y cotejar que se encuentran dentro del intervalo determinado.

III. RESULTADOS

Se obtuvieron dos guantes con la capacidad de traducir el alfabeto dactilológico y algunas palabras básicas de la LSM

TABLA 2
EJEMPLIFICACIÓN DE UNA TABLA DE LA BASE DE DATOS CORRESPONDIENTE A UNA LETRA

Letra A			
Componente	Valor		
S.F. 1*	> 30		
S.F. 2	<= 15		
S.F. 3	<= 15		
S.F. 4	<= 15		
S.F. 5	<= 15		
B. 1*	1		
B. 2	1		
B. 3	1		
B. 4	1		
B. 5	1		
A. 1*	X = 0	Y = > 570	Z = 0
A. 2	X = 0	Y = 0	Z = 0

* S.F. = Sensor de Flexión, B. = Botón, A. = Acelerómetro.

TABLA 3
REPRESENTACIÓN DEL MARGEN DE ERROR OBTENIDO EN PRUEBAS

	N ₁ [*]	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅	N ₆	% Error
A	•	•	•	•	•	•	0 %
E	X	•	•	•	•	•	16.7 %
Hola	X	•	•	•	•	•	16.7 %
Adiós	•	•	X	•	X	•	33.4 %

*N = Prueba, X = Falla en la traducción, • = traducción correcta.

en texto y sonido. El resultado final del prototipo queda configurado como el de la Fig. 5.

En ciertas traducciones de la LSM, una misma señal puede significar varias palabras por lo que dificulta la programación de esta. En el dispositivo puede ocurrir una lectura errónea al realizar una señal por la similitud en la forma y posición de la mano, al igual que al hacer el cambio de una señal a otra, esto se demuestra cuantitativamente en la Tabla 3. El margen de error que presentan la letra E y las palabras hola y adiós, se debe a que en ocasiones, los valores de cada sensor no se acercan al rango establecido, resultando en una falla de traducción o una confusión entre letras y palabras ya programadas.

El dispositivo es una herramienta para personas con alguna discapacidad auditiva o del habla para que puedan mantener una comunicación con personas que desconocen su lengua.

IV. DISCUSIÓN

A diferencia del trabajo de Torrejón, el nuestro contiene más componentes que permiten un mayor rango de combinaciones para diferenciar con mayor facilidad una señal de otra y en un futuro poder seguir programando aún más palabras [6].

La implementación de varios componentes ayuda a programar variantes de una misma señal. La idea de hacer los guantes inalámbricos es una opción más viable para el usuario

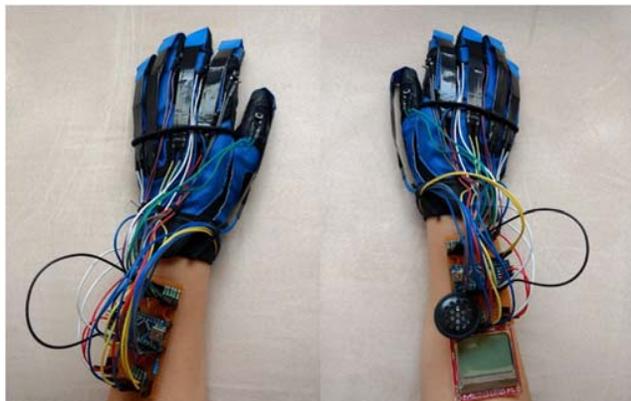


Fig. 5. Prototipo de los guantes traductores de LSM con todos sus componentes.

final, siendo éste, las personas con discapacidades que utilizan la LSM en su vida cotidiana. No obstante, la comunicación serie es utilizada por el programador, no por el usuario final.

Se planea mejorar la velocidad de la traducción creando nuevos algoritmos y optimizar el diseño del guante para una mejor ergonomía [7]. Y dar una capacitación y/o manual al usuario para que pueda identificar la configuración de cada letra y palabra. Asimismo, se planea seguir implementando el método de muestreo utilizado para reducir el porcentaje de error mostrado en la Tabla 3.

V. CONCLUSIÓN

Sin duda alguna, existe un grupo considerado de personas que padecen discapacidad auditiva o del habla, lo cual disminuye notablemente su calidad de vida; con la creación de un dispositivo que les permite comunicarse con los demás individuos se puede llegar a contrarrestar esto, ya que resulta más sencillo que las personas que conocen la LSM se puedan comunicar con las que no tienen conocimiento de esta. A lo largo de su realización, se logró que los guantes por medio de sus sensores y demás componentes tradujeran lo que el usuario pretende decirle a su receptor.

RECONOCIMIENTOS

Los autores agradecen a Dios y a sus padres, así como al Ing. Carlos Eduardo Cañedo Figueroa y a la Comunidad Sorda Incluyente Chihuahua por el apoyo brindado.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Serafin de Fleischmann ME., González Pérez R., Manos con voz, México, D.F., 2011.
- [2] Instituto Nacional de Estadística y Geografía, «La discapacidad en México, datos al 2014,» INEGI, Aguascalientes, 2016.
- [3] Espinosa Aguilar PA., Pogo León HA. Diseño y construcción de un guante prototipo electrónico capaz de traducir el lenguaje de señas de una persona sordomuda al lenguaje de letras. Licenciatura en Ingeniería Electrónica, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, 2013
- [4] Calvo Hernández MT., Diccionario español – lengua de señas mexicana (DIESEME), México.
- [5] Estrada Jiménez LA. Diseño e implementación de un prototipo para la traducción de lenguaje de señas mediante la utilización de un guante sensorizado. Licenciatura en Ingeniería Electrónica y Control, Escuela Politécnica Nacional, Quito, 2016.
- [6] Torrejón, M. Traductor de Lenguaje de Señas con Guante Electrónico y Aplicación Android. Revista Investigación y Tecnología. 4(1): 2016.
- [7] Navarrete-Enríquez JB. Prototipo G.T.S.B-1 (Guante traductor de señas básicas), para personas con discapacidad auditiva y de lenguaje. FICA. 1(1): 2015.