



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA,

REDES Y COMUNICACIÓN DE DATOS

PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL

TÍTULO DE INGENIERÍA

DESARROLLO DE UNA INTERFAZ PARA EL

RECONOCIMIENTO AUTOMÁTICO DEL LENGUAJE

DE SIGNOS

ESTEBAN FRANCISCO CHACÓN MOSQUERA

SALGOLQUÍ – ECUADOR

2013

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente proyecto de grado titulado: “DESARROLLO DE UNA INTERFAZ PARA EL RECONOCIMIENTO AUTOMÁTICO DEL LENGUAJE DE SIGNOS”, fue desarrollado en su totalidad por el Señor, Esteban Francisco Chacón Mosquera con CI: 1716634215, bajo nuestra dirección.

Atentamente,

Ing. Darwin Aguilar

DIRECTOR

Ing. Fabián Sáenz

CODIRECTOR

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

ESTEBAN FRANCISCO CHACÓN MOSQUERA

DECLARO QUE:

El proyecto de grado denominado “DESARROLLO DE UNA INTERFAZ PARA EL RECONOCIMIENTO AUTOMÁTICO DEL LENGUAJE DE SIGNOS” , ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie, de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Esteban Francisco Chacón Mosquera

C.I.: 1716634215

Sangolquí, 12 de Noviembre de 2013

AUTORIZACIÓN

Yo, Esteban Francisco Chacón Mosquera

Autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, la publicación en la biblioteca virtual de la institución del proyecto de grado titulado: **“Desarrollo de una Interfaz para el Reconocimiento Automático del Lenguaje de Signos”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Esteban Francisco Chacón Mosquera

C.I.: 1716634215

Sangolquí, 12 de Noviembre de 2013

DEDICATORIA

Dedicado a las personas con discapacidad auditiva, que nos inspiran con su deseo de aprender y nos enseñan las ventajas del lenguaje de señas como un medio de comunicación entre las personas de todo el mundo. Este proyecto se creó para la ayuda y unión entre la cultura sorda y la cultura oyente.

A las personas que trabajan en proyectos de TICs de Discapacidades por un mundo que se adapte a las personas con discapacidad en lugar de lo opuesto. Quienes con su ayuda desinteresada y sacrificio, son verdaderos autores de un cambio por la integración de toda la humanidad.

Esteban Francisco Chacón Mosquera.

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por cuidarme en todo el camino hasta ahora y por la fuerza que brindan para superar los obstáculos que aparecen en el día a día, para crecer como un individuo que aporta a la sociedad por un bien común.

Agradezco a mis padres por su apoyo incondicional a lo largo de toda mi vida, a mi madre Lucy que madrugó incontables días ayudándome en lo posible y a mi padre Edi que a pesar de todo, siempre estuvo ahí y con su sacrificio hizo posible la culminación de mi carrera.

También agradezco a mi hermano David que me ayudó de una u otra forma a lo largo de mis estudios y agradezco en gran manera a mi tía Mónica que fue como una madre en todo este tiempo y me ayudó inconmensurablemente.

Agradezco a los ingenieros e ingenieras, que siempre me dieron un gran ejemplo de profesionalidad y bondad. Es un orgullo el conocerlos y espero ser un profesional similar a ustedes.

Finalmente agradezco a mis amigos y amigas que siempre estuvieron ahí, con los que pasamos la gran experiencia del aprendizaje del tercer nivel de enseñanza. Entre todos lo hemos logrado.

Esteban Francisco Chacón Mosquera.

RESUMEN

El presente proyecto desarrolla una interfaz gráfica para el reconocimiento automático del lenguaje de signos realizado en el lenguaje de programación JAVA, que surge de los estudios realizados en las personas con sordera y desean aprender a leer y escribir, para lo cual es necesaria una correcta enseñanza inicial del abecedario basado en los procesos cognitivos del aprendizaje de una persona sorda, siendo la memoria visual la predominante, por lo que se realizó una asociación gráfica entre el signo realizado, la letra correspondiente y una imagen que represente a la letra. Adicionalmente, el proyecto consta de una interfaz que reconoce signos básicos como un estudio previo para realizar un traductor parlante del lenguaje de señas al lenguaje español, en espera de un estudio lingüístico del lenguaje de señas. El reconocimiento se realiza mediante un guante electrónico que se compone de seis giroscopios ubicados uno en cada dedo y uno en la palma de la mano, los valores que se obtienen de cada sensor, son comparados con una base de datos que tiene almacenado un modelamiento de cada signo. En caso de no existir alguna palabra en la base de datos, esta se la puede añadir mediante una opción integrada en el programa.

Palabras clave: Sordo, signos, reconocimiento, guante electrónico, AcceleGlove.

ABSTRACT

The present project develops a graphic interface for the automatic recognition of sign language made in JAVA's programming language, that surge from the studies realize in deaf persons that wants to learn read and write, for which is need a correct abecedary initial learning based on the cognitive procedures of deaf persons, being visual memory the predominant one, thereby a graphic association was made between the sign done, the corresponded letter and an image that represents the letter. Additionally, the project have an interface that recognize basic signs as a previous study for a talking translator between sign language to Spanish language, until a linguistic study about sign language will be perform. The recognition is made through an electronic glove that has six gyroscopes located one in each finger and one in the palm. The values obtain from each sensor are compare with a data base through the modeling of each sign. In case of any word is not listed in the data base, this word can be add through an option in the program.

Keywords: Deaf, signs, recognition, electronic glove, AcceleGlove.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	i
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	ii
AUTORIZACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABLAS	xi
CAPÍTULO I.....	1
1. DESARROLLO DE UNA INTERFAZ PARA EL RECONOCIMIENTO AUTOMÁTICO DEL LENGUAJE DE SIGNOS	1
1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	4
1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	5
1.4 ALCANCE DEL PROYECTO.....	7
CAPÍTULO II.....	9
2. DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL PROYECTO....	9
2.1 ESTUDIO DEL LENGUAJE DE SIGNOS Y SUS DIFERENTES DIALECTOS EN EL ECUADOR.....	9
2.2 ESTUDIO DE LAS INTERFACES HUMANO-MÁQUINA DISPONIBLES EN EL MERCADO.....	12
2.3 FUNCIONAMIENTO DEL GUANTE PARA GENERAR LA INTERFAZ	19
2.4 CARACTERÍSTICAS DEL SOFTWARE PARA LA INTERFAZ	22
2.5 DESARROLLO PRODUCTIVO BASADO EN TICs DE DISCAPACIDADES	24

2.6	ANÁLISIS DEL LENGUAJE DE SIGNOS Y SUS DIFERENTES DIALECTOS EN EL ECUADOR.....	27
2.7	ANÁLISIS DE LAS INTERFACES HUMANO-MÁQUINA DISPONIBLES EN EL MERCADO.....	28
CAPÍTULO III		30
3.	PROGRAMACIÓN DE LA INTERFAZ HUMANO-MAQUINA	30
3.1	PRUEBAS DEL SOFTWARE QUE ACOMPAÑA EL GUANTE SENSORIAL.....	30
3.1.1	Instalación del Software.....	30
3.2	PROGRAMACIÓN DE LA APLICACIÓN PARA DISCAPACITADOS	35
3.3	ADICIÓN DE LOS SIGNOS BÁSICOS DEL LENGUAJE DE SIGNOS	40
CAPÍTULO IV.....		44
4.	PRUEBAS DE FUNCIONALIDAD DE LA INTERFAZ HUMANO-MÁQUINA.....	44
4.1	PRUEBAS DE HARDWARE	44
4.2	PRUEBAS DE SOFTWARE.....	47
4.3	ANÁLISIS DE RESULTADOS	49
4.4	CREACIÓN DEL MANUAL DE USUARIO.....	50
CAPÍTULO V		51
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	51
5.1	CONCLUSIONES	51
5.2	RECOMENDACIONES.....	53
GLOSARIO DE TÉRMINOS		55
BIBLIOGRAFÍA		56
REFERENCIAS.....		58
ANEXO 1: Código del Programa.....		59
ANEXO 2: Manual de Usuario.....		60
ANEXO 3: Ficha Técnica PIC 16F876A		61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura. 2.1. Teclado holográfico	13
Figura. 2.2. Tipos de mouse especializados	14
Figura. 2.3. Pantallas táctiles capacitivas	15
Figura. 2.4. Pantallas táctiles capacitivas	16
Figura. 2.5. Mando Wii y accesorios	16
Figura. 2.6. Mando PlayStation Move	17
Figura. 2.7. Guantes Electrónicos	18
Figura. 2.8. EPOC Neuroheadset	18
Figura. 2.9. Posición de sensores y ejes	19
Figura. 2.10. Módulo inalámbrico del AcceleGlove	21
Figura. 2.11. Diagrama de los componentes del SDK	22
Figura. 2.12. Interfaz del AcceleGlove Visualizer	23
Figura. 3.1. Configuración del puerto USB	31
Figura. 3.2. Pantalla inicial del AcceleGlove Visualizer	32
Figura. 3.3. Mensaje error de conexión con el AcceleGlove	32
Figura. 3.4. Ampliación de la ventana del AcceleGlove Visualizer	33
Figura. 3.5. Aplicaciones del AcceleGlove y librerías importadas .	35
Figura. 3.6. Procedimiento reconocimiento de signos	38
Figura. 3.7. Pantallas de la Interfaz del Programa	39
Figura. 4.1. Posición de la tarjeta electrónica del AcceleGlove	44
Figura. 4.2. Diagrama esquemático de la tarjeta del AcceleGlove .	46
Figura. 4.3. Transmisión entre guante y computador	46
Figura. 4.4. Datos enviados entre AcceleGlove y computador	47
Figura. 4.5. Pruebas del programa mediante JUnit	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla. 2.1 Especificaciones del Guante AcceleGlove	20
Tabla. 2.2 Especificaciones del módulo bluetooth AcceleGlove	21
Tabla. 2.3 Cuadro comparativo de las interfaces Humano-Máquina	28
Tabla. 3.1 Imágenes de la base de datos para enseñanza del Abecedario .	41

CAPÍTULO I

1. DESARROLLO DE UNA INTERFAZ PARA EL RECONOCIMIENTO AUTOMÁTICO DEL LENGUAJE DE SIGNOS

Según la Organización Mundial de la Salud, se estima que el 15 por ciento de la población mundial, esto es 900 millones de personas, están afectadas por alguna discapacidad física, psíquica o sensorial, la cual en consecuencia dificulta su desarrollo personal e integración social según (Koon & Vega, s.f.). El Ecuador cuenta con 15'471.000 habitantes de los cuales el 5.64% poseen algún tipo de discapacidad según (CONADIS, 2013). Hasta 1950 la atención a las personas con capacidades especiales se realizaba bajo criterios de caridad y beneficencia. Más, a partir de este año, la ayuda se fue tecnificando gracias a las asociaciones de padres de familia, instituciones privadas y por los mismas personas con capacidades especiales. Por los años 70 los organismos públicos ampliaron la cobertura de atención respecto de salud, educación y bienestar social y en la década de los 80 las Naciones Unidas decretaron el año del impedido que posteriormente se convirtió en la década del impedido donde se promovió a nivel mundial políticas para inserción social a las personas con capacidades especiales.

El primer organismo creado por el estado Ecuatoriano es el CONAREP (Consejo Nacional de Rehabilitación Profesional) el cual formaba ocupacionalmente a las personas con capacidad especial y los insertaba laboralmente, mientras que en la educación se genera la ley denominada “La

educación especial es una responsabilidad del estado”. En agosto de 1982 se crea la Ley de Protección del Minusválido creando la DINARIM (Dirección Nacional de Rehabilitación Integral del Minusválido) la cual remplazó al CONAREP. Finalmente el 29 de Julio de 1992 se expide la Ley 180 sobre Discapacidades la cual posteriormente llevó a la creación de CONADIS (Consejo Nacional de Discapacidades del Ecuador). Actualmente existen leyes para incluir a personas con capacidades especiales tanto en empresas públicas, como privadas y se observa en la televisión nacional, canales que ofrecen noticias y otros programas en lenguaje de signos. A lo largo de los años se han creado varios programas para ayuda a discapacitados por organismos gubernamentales, ONGs e instituciones privadas, más por las crisis económicas del país, muchas de estas instituciones cerraron o limitaron sus servicios.

Las discapacidades se dividen en auditiva, física, intelectual, de lenguaje, psicológico y visual. De las cuales se enfocará en dos, la discapacidad auditiva y de lenguaje, las cuales en algunos casos están estrechamente relacionadas ya que una persona al no poder escuchar desde su nacimiento el lenguaje, pierde la capacidad de imitar los sonidos del habla. A nivel mundial existen 278 millones de personas sordas en el mundo, de estos, durante la etapa escolar hay muchos niños con esta discapacidad. En el Ecuador, el 20 por ciento de la población tiene algún tipo de sordera, estos son unas 2'890.000 personas según las estadísticas recolectadas por la fundación (FUNCORAT, s.f.). La sordera es una discapacidad invisible, la cual genera problemas conductuales y de rendimiento cuando no es detectado. Para las personas con sordera profunda, su medio de comunicación con las demás personas es el lenguaje de signos, el cual consiste en comunicarse visualmente mediante

gestos o mímicas, el cual es tan antiguo como el de las lenguas orales y posee variantes a nivel semántico dependiendo del lugar geográfico.

La concepción de lo que es discapacidad ha ido cambiando de lo que inicialmente era caridad y beneficencia a rehabilitación e inclusión y autonomía personal. Por lo que constantemente se generan leyes para ayudar a una mejor inclusión social, más en el presente se está aprovechando otra herramienta la cual es la tecnología. Alrededor del mundo se crean constantemente instrumentos, dispositivos y prótesis biónicas los cuales hacen que la diferencia entre personas con o sin discapacidad sea mínima y hasta nula. Respecto de las personas con discapacidad auditiva y del habla se organizan alrededor del mundo eventos como el *Signo Lan Party* donde se da a conocer las nuevas tecnologías para eliminar las barreras de la sordera mediante conferencias, debates y juegos entorno a aplicaciones novedosas.

Es importante conocer algunas definiciones tomadas de (FUNCORAT, s.f.):

- Deficiencia.- Pérdida o anormalidad de una estructura o función psicológica, fisiológica o anatómica.
- Discapacidad.- Restricción o ausencia (causada por una deficiencia) de la capacidad de realizar una actividad en la forma o dentro del margen que se considera normal por el ser humano.

- Minusvalía.- Situación desventajosa para un individuo determinado, consecuencia de una deficiencia o de una discapacidad, que le limita e impide desempeñar un rol que es normal en su caso (en función de la edad, sexo y factores sociales y culturales).

1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Es importante comprender que los sordos profundos o hipoacúsicos de nacimiento presentan problemas en el aprendizaje de la lectoescritura, la razón de esto es en primer lugar porque no desarrollan el lenguaje, ya que por lo general son hijos de padres oyentes, los cuales desconocen el lenguaje de señas o si o conocen lo practican muy poco frente al niño en sus primeras etapas de vida, por lo cual el niño hipoacúsico crece sin un lenguaje natural propio con el cual poder expresarse, ni con el cual comprender a las personas de su alrededor por lo que cuando este niño ingresa a la escuela recién empieza el proceso de aprendizaje de la lengua de señas la cual debió aprender desde los primeros días de nacido. Para cuando se enseña a leer y a escribir al niño hipoacúsico, este no cuenta con un lenguaje que permita desarrollar sus ideas ni entender correctamente las instrucciones o significados que desea transmitir el docente.

El otro problema que existe en los sordos profundo de nacimiento es que cuando se les enseña a leer y escribir, se lo hace desde el punto de vista de los oyentes, los cuales tratan de enseñarles a asociar las palabras con fonemas. Por ejemplificar esta situación se les enseña a los niños en lenguaje de señas que la letra *D* es de *Dado*, pero como ellos *nunca han escuchado* la palabra *Dado*, asocian la letra con la figura cúbica que están observando, lo cual carece de significado y pierde todo el

propósito y valor didáctico para la enseñanza. Los niños hipoacúsicos aprenden a la fuerza y mecánicamente a leer y escribir haciendo repeticiones de lo que observan en la pizarra sin entender lo que hacen, generando tedio, aburrimiento y frustración en las aulas deviniendo en mayores retrasos en su aprendizaje escolar que de por sí lleva mucho atraso debido al tardío aprendizaje de la lengua de señas como lengua natural.

Ya que los hipoacúsicos de nacimiento no desarrollan el lenguaje de señas desde temprana edad, como consecuencia se desarrolla únicamente el pensamiento concreto y pobremente el pensamiento abstracto, esto conlleva a problemas de comprensión de literatura abstracta como poemas, metáforas o incluso indicaciones que les acarrearán problemas en sus trabajos por la mala comprensión de las instrucciones y limita la capacidad de resolución de problemas.

1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Una de las principales necesidades de todo ser humano es el de poder comunicarse correctamente con las personas de su entorno, en el caso de las personas con discapacidad auditiva o del lenguaje este problema es su día a día, sobre todo si son analfabetas. Hasta lo que a gente común es simple, como ordenar algo en un restaurante, a personas con discapacidad, al no poder comunicarse con la persona que toma el pedido, se ve envuelto en una situación frustrante. La gente discrimina a las personas con discapacidad auditiva ya que consideran que los retrasan o que son una carga que no les corresponde, debido a su ignorancia al no poder lidiar con una situación no tan común a lo que acostumbran, generando algunas veces inconscientemente discriminación. La discriminación crea problemas

a nivel social ya que limita el desarrollo personal de la persona discriminada, el proyecto busca facilitar la comunicación y superar las barreras de la discapacidad auditiva.

Actualmente se busca aprovechar las nuevas tecnologías como dispositivos de pantalla táctil, alarmas lumínicas, amplificadores de audio, etc. La tecnología es útil, no cuando es más novedosa o aplicativa, sino cuando es accesible para las personas que lo necesitan. Es así que el gobierno se encuentra constantemente impulsando programas para discapacitados y les ayuda eximiéndolos de impuestos en ciertas importaciones del extranjero y así ayudar a las personas con capacidades especiales en el Ecuador.

Para el presente proyecto se utilizará un guante sensorial que se lo adquirió en EEUU el cual según la Ley Orgánica de Discapacidades cumple con el artículo 63 (Accesibilidad a la comunicación) para la inclusión de personas discapacitadas y estaría exento del pago de impuestos de acuerdo al artículo 74 (Importación de Bienes; Exenciones Arancelarias). Es importante comprender que en personas con discapacidad auditiva, se presentan problemas en el aprendizaje de la lectoescritura y además, se ven muchos casos de analfabetismo, individuos cuyo único modo de comunicación es el lenguaje de signos. Razón por la cual se investiga constantemente a nivel mundial interfaces humano máquina que ayuden a una mejor comunicación, uno de estos dispositivos son guantes electrónicos los cuales constan de sensores adaptados a este dispositivo, mediante los cuales se convierte los movimientos de las manos en lenguaje hablado y/o textos que pueden ser vistos.

Esto coincide con la línea de investigación de las TICs de discapacidades de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE. En otras universidades a nivel mundial se han realizado aplicaciones con este tipo de guantes, más son limitados por el número de signos pre-programados. La ventaja de este proyecto frente a los actuales es la capacidad de añadir nuevos signos por el usuario permitiendo por primera vez un sistema similar al de los diccionarios de los celulares, generando un sistema dinámico que incluye signos locales y modismos propios de cada país, región o ciudad como sucede con el lenguaje oral.

La aplicación del presente proyecto es la de ayudar en la alfabetización de personas con discapacidad auditiva y del lenguaje al ser una herramienta didáctica. Y se propone que este proyecto posteriormente ingrese en los planes de alfabetización nacional por medio de la fundación Manuela Espejo. Además permite la inclusión laboral al permitir una mejor interacción entre personas con y sin discapacidad, por ejemplo que una persona por medio del lenguaje de signos se comunique con un operador a distancia.

1.4 ALCANCE DEL PROYECTO

El presente proyecto consiste en el diseño de una interfaz hombre-máquina que permita mediante un guante electrónico, programable, con conexión mediante puerto USB. Con esta interfaz se va a transformar signos a letras e imágenes, reconocimientos de signos de palabras que se realicen únicamente con el movimiento de la palma y los dedos de la mano, con la posibilidad de que si algún signo no se encuentre registrado en el software del guante, el usuario lo pueda agregarlo, siempre y cuando no cree conflicto con los signos predefinidos en el

software del guante. Los símbolos que se realicen con el guante generarán señales que se enviarán mediante puerto USB a un computador el cual procesará estas señales y mostrará textualmente en audio el signo formado por la mano en la pantalla de cualquier computador donde se encuentre instalado el software de este proyecto, con la posibilidad de conectarse también de manera inalámbrica.

CAPÍTULO II

2. DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL PROYECTO

2.1 ESTUDIO DEL LENGUAJE DE SIGNOS Y SUS DIFERENTES DIALECTOS EN EL ECUADOR

En 1620 se publica en España el primer libro en lenguaje señas en el mundo para la enseñanza de personas sordas, el cual contenía un alfabeto manual similar en varias señas al alfabeto universal actual para personas sordas. En el año de 1755 se funda la primera escuela libre para sordos en Paris, Francia, donde se enseñó un sistema de gestos convencionales, los cuales mediante expresiones en el rostro y movimiento de las manos, realizaban símbolos que hacían pensar en el concepto deseado. Se pensó que con la creación de un idioma más estandarizado, se facilitaría la comunicación entre sordos y también con oyentes. Paralelamente en Alemania, Samuel Heinicke enseñó oralización y lectura a los sordos, fundando la primera escuela pública para sordos con reconocimiento gubernamental. Mediante el lenguaje de signos y la oralización se produce lo que actualmente se conoce como comunicación total la cual consiste en utilizar todos los medios disponibles para comunicarse y se encuentra en auge en los centros educativos. Thomas Hopkins Gallaudet viajó a Europa en 1815 con el fin de estudiar métodos de comunicación con las personas sordas y así ayudar a la joven hija sorda de su vecino. En Paris conoce a Laurent Clerc, instructor de lengua de señas de la escuela de París quien acompaña a Gallaudet de regreso a Estados Unidos y en 1817 se funda la primera escuela para personas sordas en HartFord, Connecticut. Para 1863 ya se habían establecido veintidós de estas escuelas a lo largo de Estados Unidos.

En 1864 se funda la primera universidad de artes liberales para sordos en Washington, DC, denominada la Universidad Gallaudet, siendo la primera de su clase a nivel mundial.

El lenguaje de señas difiere de país a país, incluso dentro de un mismo país pueden existir distintas señas de ciudad a ciudad, por lo que existen diferentes gramáticas. Actualmente la lengua de señas Americana crece en popularidad, tanto en personas sordas como oyentes ya que el inglés es muy difundido en todo el mundo y su sintaxis es muy conocida según (Butterworth & Flodin, 1995).

Las personas sordas por naturaleza desarrollan signos o gestos visuales para comunicarse con las personas a su alrededor. La lengua de signos más estandarizada es la ASL (*American Sign Language*) la cual es una mezcla de signos de Francia del siglo XIX y las señas que posteriormente se fueron creando y refinando con el tiempo, generando el lenguaje de señas más completo. Aun así, muchas personas sordas prefieren utilizar las señas locales a utilizar señas estandarizadas por motivo de salvaguardar su cultura signante, generando también distintas formas gramaticales alrededor del mundo. Sin embargo se ha logrado universalizar el alfabeto dactilológico, el cual consiste en utilizar una mano donde la posición de los dedos de la mano, representan las letras del alfabeto y signo por signo se deletrean palabras. La dactilología se la realiza con la mano dominante (Derecha para los diestros y la izquierda para los zurdos). Es importante mencionar que en algunos países europeos existe un alfabeto de señas con dos manos, pero el oficial que fue aprobado por la federación mundial de sordos es con una sola mano.

“Los signos representan ideas y no palabras individuales. Muchos signos son icónicos, es decir, utilizan una imagen visual para expresar una idea. El ejemplo más claro de esta categoría son los animales: la cornamenta del ciervo, la trompa del elefante, las orejas del burro, la barba y los cuernos de la cabra, etc. Algunos signos también se representan realizando una acción, esto pasa con la leche, el café, el amor o el crecimiento. Hay otros signos que son arbitrarios y no se sabe el porqué de sus formaciones”, tomado de (Lenguaje de Sordos, 2013).

En eventos internacionales como juegos olímpicos para sordos se utiliza el gestuno que es un término italiano y significa unión de lenguas de signos. El cual es una lengua internacional inventada y difundida por la Federación Mundial de Sordos en 1951. Para crear el gestuno se buscaron los signos más comunes entre sí a nivel mundial y las señas más fáciles de realizar con el fin de crear una lengua fácil de aprender. Se publicó un libro con 1500 signos para utilizarse a nivel internacional, pero sin gramática definida. Sin embargo la lengua de signos va ganando cada vez más prestigio e incluso en algunas universidades cuentan como créditos de idioma extranjero según (Lenguaje de Sordos, 2013).

La actual asociación de personas sordas de Pichincha en 1982, conocida entonces como Sociedad de Sordos Adultos Fray Luis Ponce de León, firmó un acuerdo con la Fundación Interamericana denominado Proyecto Mano a Mano en el cual se estipula la creación de un diccionario de lengua de señas ecuatoriana, el cual se publicó en 1987 con el nombre Lenguaje de Señas: Guía Básica Sobre una Comunicación Especial Tomo I, información obtenida de (Sordos Ecuador, 2013)

El 15 de octubre de 2012 se lanza el primer Diccionario Oficial de la Lengua de Señas Ecuatoriana, a cargo del entonces Vicepresidente de La República del Ecuador, Lenin Moreno, el cual consta de dos tomos que recopilan cerca de cuatro mil señas las cuales están ilustradas gráficamente y descritas textualmente, además de un anexo con 300 señas en las que se incluyen los nombres de provincias y ciudades del Ecuador. Este diccionario se lo distribuye de manera gratuita en formato impreso y digital a personas que utilizan el lenguaje de señas, personas con discapacidad y funcionarios de instituciones públicas encargados de la atención a personas con discapacidad auditiva. En el Ecuador el 95% de los niños y niñas nace en hogares con padres oyentes, más gracias a la Misión Solidaria Manuela Espejo en conjunto con la FENASEC (Federación Nacional de Personas Sordas del Ecuador) se realizan constantemente cursos de capacitación para padres de personas sordas, intérpretes y personas que trabajan con personas con discapacidad auditiva, según (Ministerio Coordinador de Conocimiento y Talento Humano, 2012).

2.2 ESTUDIO DE LAS INTERFACES HUMANO-MÁQUINA DISPONIBLES EN EL MERCADO

Una interfaz es una conexión física y funcional donde convergen dos entes de naturaleza distinta con un fin común. En una interfaz Humano-Máquina se utiliza un dispositivo intermedio para realizar la traducción entre el hombre, el cual utiliza lenguaje verbo-icónico y las máquinas, las cuales utilizan un lenguaje binario, donde las señales eléctricas en el hardware, hacen que el software actúe de manera predefinida. Una de las más importantes características de los seres humanos es que utilizan herramientas como una extensión del cuerpo y así realizar trabajos con el

fin de tener una mejor calidad de vida. A las Interfaces Humano-Máquina se las abrevia por sus siglas HMI. Las computadoras son circuitos electrónicos donde se puede realizar infinidad de cosas, pero para recibir las instrucciones que el usuario desea realizar, la computadora se vale de periféricos, las cuales transducen los gestos, movimientos, sonidos o toques en señales eléctricas que posteriormente las interpreta el computador para realizar una acción o proceso determinado.

Los periféricos se componen de algún tipo de sensor para comunicar al usuario con el computador y según esta característica, las interfaces humano-máquina disponibles en el mercado son:

Teclado.- Es un periférico de entrada en el cual los datos son obtenidos mediante la presión de teclas en una matriz rectangular y mediante la ubicación presionada a lo largo y ancho de esta matriz se conoce el dato. También existen teclados proyectados sobre cualquier superficie mediante luz láser como se muestra en la Figura. 2.1. Este tipo de teclado posee las mismas funciones de un teclado normal y se conecta inalámbricamente a computadoras, tablets y celulares.



Figura. 2.1. Teclado holográfico [1]

Mouse.- Es un periférico de entrada con el cual se ingresan datos mediante movimientos sobre una superficie, los cuales controlan un puntero que se muestra en una pantalla y varias funciones que realiza el mismo. Con el avance de la tecnología los entornos gráficos pasaron de ser bidimensionales a tridimensionales por lo que se han creado diversos tipos de mouse con joystick o esferas que permiten controlar objetos y vistas con comodidad y velocidad como se observa en la Figura. 2.2, además de existir también modelos híbridos donde se incluyen teclas adicionales que representan funciones adicionales de la computadora y modelos que no necesitan una superficie para apoyarse, en lugar de ello se lo sostiene con la mano y mediante una esfera se controla el movimiento del puntero para evitar la inflamación de la muñeca causada por el uso prolongado de mouse tradicionales.



Figura. 2.2. Tipos de mouse especializados [2]

Micrófono.- Es un periférico de entrada con el cual se convierte una señal sonora en una señal eléctrica. Se lo utiliza para grabar voz o sonidos y con programas especializados de reconocimiento de voz, se puede ordenar al computador realizar varias acciones.

Pantallas Táctiles.- Son dispositivos de entrada y/o salida donde los datos se ingresan al presionar sobre cualquier parte de la pantalla con los dedos o algún dispositivo apuntador. Estas pueden ser pantallas resistivas, las cuales están compuestas por dos capas que al unirse debido a una presión, circula una corriente permitiendo conocer la posición de la pulsación y las pantallas capacitivas, las cuales actúan con la capacitancia del cuerpo humano para conocer la posición de la pantalla que fue presionada y se muestra en la Figura. 2.3.



Figura. 2.3. Pantallas táctiles capacitivas [3]

Kinect.- Dispositivo creado por Microsoft para la videoconsola Xbox y para PC con Windows 7 o superior, con el cual mediante sensores de distancia, temperatura, sonido y una cámara de captación de movimiento se reconoce a los individuos en frente del Kinect como se observa en la Figura. 2.4 a una distancia mínima de 1.8 metros, permitiendo controlar entornos gráficos tridimensionales mediante el movimiento corporal permitiendo la virtualización de los individuos que lo utilizan. Es utilizado para videojuegos, chatear con personas de todo el mundo mediante Skype y otras aplicaciones que se realizan mediante reconocimiento facial y corporal.



Figura. 2.4. Pantallas táctiles capacitivas [4]

Wii Remote.- Es un control remoto desarrollado por la compañía Nintendo que se muestra en la Figura. 2.5 posee giroscopios para conocer la posición del control en tres dimensiones, se comunica de manera inalámbrica con tecnología bluetooth y posee altavoces para comunicarse con el usuario, así como también un micrófono para reconocimiento de voz. Además posee un sensor infrarrojo para conocer la posición del control en base a un punto de referencia con lo cual se han desarrollado aplicaciones como rastreador de movimientos para modelamiento computacional en tres dimensiones.



Figura. 2.5. Mando Wii y accesorios [5]

PlayStation Move.- Es un control de movimiento, similar al Wii Remote, con la diferencia de que posee una esfera en el extremo superior del control la cual es

rastreada por una cámara USB que se conecta en la consola y permite conocer la posición y movimiento del control en tres dimensiones como se muestra en la Figura. 2.6, además posee un acelerómetro y un giroscopio para mayor precisión al reconocer los movimientos que realiza el usuario. Posee cuatro micrófonos para el reconocimiento de voz y la cámara viene con software de reconocimiento facial.



Figura. 2.6. Mando PlayStation Move [6]

Guante Electrónico.- Es un instrumento para el reconocimiento de gestos realizados con la mano. Existen distintos tipos de guantes electrónicos, los más comunes son los que tienen sensores de presión mediante resistencia eléctrica a lo largo del guante, por lo general estos guantes se programan para juegos donde cada dedo controla algún aspecto del juego como se observa en la Figura. 2.7. Otros poseen sensores de flexión en cada dedo y la palma de la mano que permite conocer el gesto que realiza la mano en base a una diferencia de resistencia eléctrica generada por la flexión del sensor. Los guantes más avanzados y precisos utilizan giroscopios y acelerómetros para conocer la posición y el movimiento que realiza cada dedo y la mano en general, siendo este tipo de guantes utilizados para investigaciones médicas en el uso de terapias y telemedicina.



Figura. 2.7. Guantes Electrónicos [7]

Neuroheadset.- Basado en la neuro-tecnología, permite el comunicarse con la computadora mediante el pensamiento. Este dispositivo monitorea las señales eléctricas producidas en el cerebro y las envía a la computadora para su procesamiento, permitiendo reconocer pensamientos y emociones como arriba, abajo, derecha, izquierda, zoom, desaparecer, alegría, tristeza, aburrimiento, entre otros como se muestra en la Figura. 2.8. Se están desarrollando juegos para este dispositivo, además de otros usos como conducción y para la ayuda a discapacitados con problemas motrices.



Figura. 2.8. EPOC Neuroheadset [8]

2.3 FUNCIONAMIENTO DEL GUAANTE PARA GENERAR LA INTERFAZ

El guante utilizado para este proyecto es el AcceleGlove, el cual fue desarrollado por la compañía AnthroTronix bajo el proyecto de investigación e innovación para pequeños negocios en conjunto con la Armada de los Estados Unidos y el departamento de Educación del mismo país. El AcceleGlove es un instrumento que nos permite reconocer los gestos que se realizan con las manos mediante seis acelerómetros, un acelerómetro para cada dedo y uno en la palma de la mano como se muestra en la Figura. 2.9. Cada acelerómetro posee tres sensores que determinan las coordenadas X, Y y Z respectivamente, tomando como referencia el vector gravitacional que en cualquier punto de la tierra se dirige al mismo centro de manera que el eje Z es perpendicular a esta fuerza y el plano X-Y es perpendicular al eje Z. El AcceleGlove ha sido utilizado en proyectos de robótica, rehabilitación médica y telemedicina, juegos y entrenamiento en ambientes virtuales.

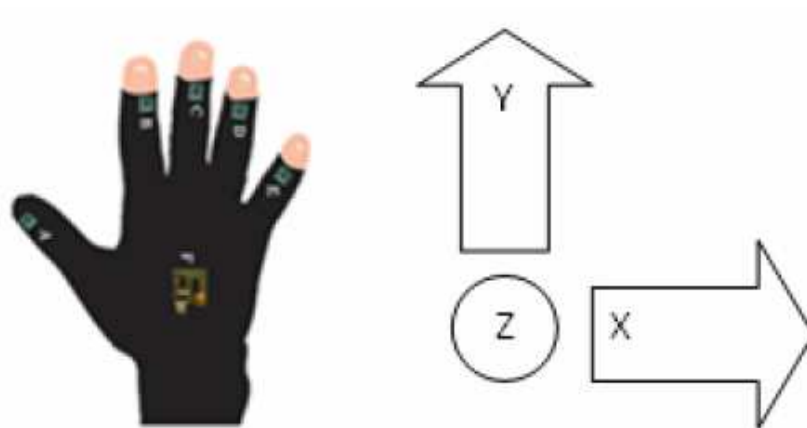


Figura. 2.9. Posición de sensores y ejes [9]

Las especificaciones físicas del guante electrónico AcceleGlove se encuentran en la Tabla. 2.1.

Tabla. 2.1 Especificaciones del Guante AcceleGlove ¹

Elemento	Descripción
Sensores	Seis acelerómetros de 3 ejes Micro-Electromecánicos
Material	Nylon
Interfaz de la Computadora	Puerto Serial Virtual USB
Ajustes de Puerto	38400 bps, 8 bits de dato, sin paridad, un bit de parada y sin control del flujo
Voltaje de Alimentación	5 Voltios vía USB
Resolución de la Señal de Salida	8 a 10 bits
Rango	180 grados de orientación
Taza de Muestreo Máxima	120 Hz
Peso	54 Gramos

Para mayor comodidad del usuario al utilizar el AcceleGlove, opcionalmente se puede adquirir un módulo inalámbrico que se conecta a la computadora mediante tecnología Bluetooth y al guante mediante cable como muestra en la Figura. 2.10, consiste en un módulo con una correa de velcro para sujetar el módulo al brazo en el cual se utiliza el guante. En caso de que la computadora no posea la capacidad de

¹ Las especificaciones se tomaron del Manual de Usuario del AcceleGlove ubicado en la página web: <http://www.acceleglove.com/AcceleGloveUserGuide.pdf>

realizar conexiones Bluetooth se puede adquirir adaptadores Bluetooth USB que son parecidos a una Memoria Flash USB. El módulo inalámbrico del AcceleGlove viene con una batería recargable en su interior y un cargador de pared.



Figura. 2.10. Módulo inalámbrico del AcceleGlove [9]

Las especificaciones físicas del módulo inalámbrico bluetooth del guante electrónico AcceleGlove se encuentran en la Tabla. 2.2.

Tabla. 2.2 Especificaciones del módulo bluetooth AcceleGlove ²

Elemento	Descripción
Comunicación	Bluetooth inalámbrico
Batería	3.7 V, 900 mAh Lithium-Ion
Puerto de Carga	Acepta de 3.7 a 7 voltios de un transformador de pared con un conector de 2.35 mm y centro positivo
Correa	33 centímetros de correa elástica y de velcro
Conector	7-inch micro-B a encabezamiento hembra de 4 pines
Configuración de Puerto	38,400 8N1 NHS
Peso	56.7 gramos incluyendo el conector y la correa

² Las especificaciones se tomaron del Manual de Usuario del AcceleGlove ubicado en la página web: <http://www.acceleglove.com/AcceleGloveUserGuide.pdf>

2.4 CARACTERÍSTICAS DEL SOFTWARE PARA LA INTERFAZ

El AcceleGlove es un guante diseñado para investigación, por lo que viene con un software para programadores denominado AcceleGlove SDK (*Software Development Kit*), el cual es un conjunto de herramientas para desarrollar los programas que interactuarán con el guante y cuya arquitectura se muestra en la Figura. 2.11, donde se leen los datos obtenidos por los sensores del guante mediante los drivers que vienen incluidos en un cd con el AcceleGlove para la comunicación del guante vía USB para Windows (32 y 64 Bits), Mac OS X y Linux. Otro modo de leer los sensores del guante es mediante el Java API (*Application Programming Interface*) incluido en el AcceleGlove SDK, denominado *Raw Data Stream API*, el cual funciona en las arquitecturas de 32 Bits de Windows, Mac OS X y Linux.

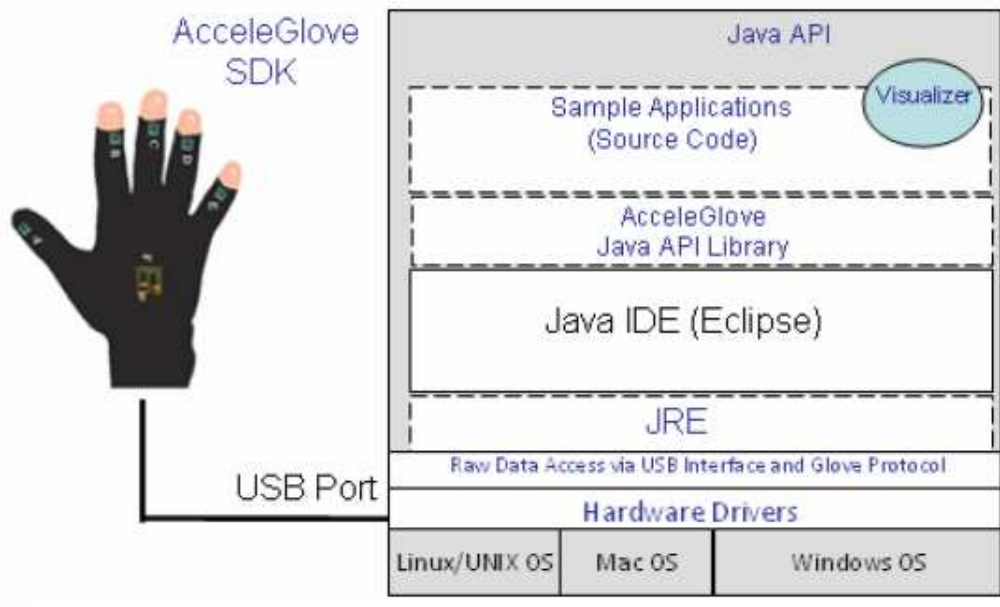


Figura. 2.11. Diagrama de los componentes del SDK [9]

Para el desarrollo de la interface es necesario tener instalado en el computador JRE (*Java Runtime Enviroment*) 5 o mayor y Eclipse Java IDE (*Integrated Development Enviroment*) para la compilación, depuración y ejecución de los códigos creados para la interfaz generada entre el AcceleGlove, el computador y el usuario.

Para comprobar el funcionamiento del guante, se utiliza el software *AcceleGlove Visualizer* el cual se muestra en la Figura. 2.12 donde se crea una gráfica por cada sensor y dentro de cada gráfica existen tres curvas con color rojo, verde y amarillo que representa el desplazamiento del sensor en los ejes X, Y y Z respectivamente. Todo el software antes mencionado, incluyendo los drivers y el AcceleGlove SDK, se los puede descargar de internet en el link <http://accelelove.com/downloads/AcceleGloveSDK1.1.1.zip>.

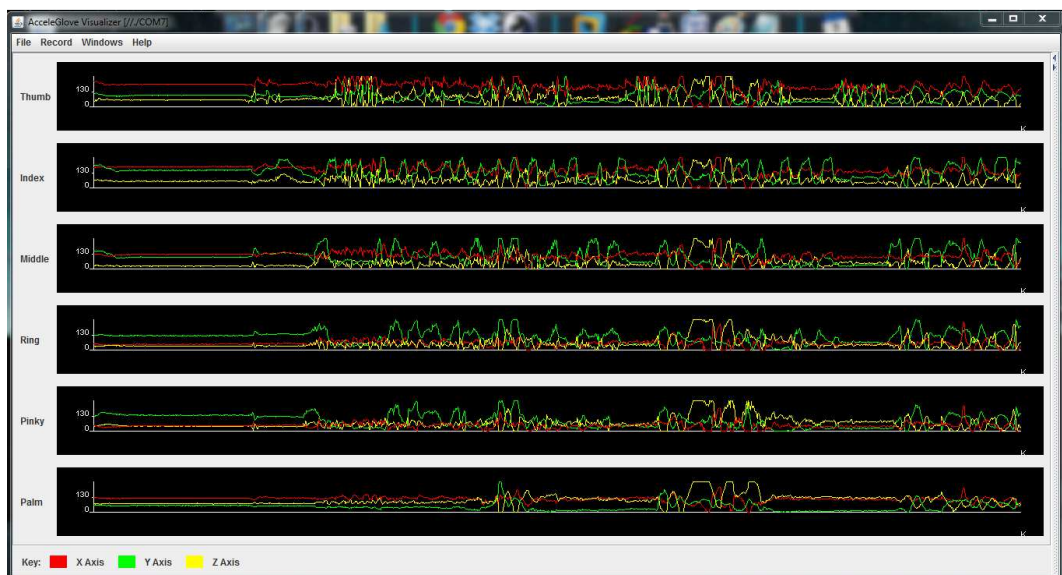


Figura. 2.12. Interfaz del AcceleGlove Visualizer [A]

Para la comunicación entre el AcceleGlove y la computadora, se utiliza un protocolo de comunicación simple, propio del AcceleGlove, basado en requerimientos, donde la computadora envía requerimientos al AcceleGlove enviando caracteres ASCII y los datos que retornan pueden ser en ASCII o en formato binario. Usando el HyperTerminal en Windows o MacWise en Mac OS se puede probar y calibrar este protocolo. Cuando la computadora hace el requerimiento de la ubicación espacial de cada sensor, se lee cada sensor en el siguiente orden: pulgar, índice, medio, anular, meñique, palma de la mano y conexión al brazo (en el caso de que esté conectado el módulo inalámbrico). Se envía flujos de 18 valores ASCII separados por espacios en cada petición. Cada valor es un byte que representa a un número de 8 bits entero sin signo.

2.5 DESARROLLO PRODUCTIVO BASADO EN TICs DE DISCAPACIDADES

Según el diccionario de la Real Academia de la Lengua, la discapacidad es la cualidad de una persona que tiene impedida o entorpecida alguna de las actividades cotidianas consideradas normales, por alteración de sus funciones intelectuales o físicas. La sociedad tiende a discriminar a las personas con discapacidad, ya que las considera una carga, destruyendo de esta manera su autoestima, sobre todo en los casos donde se lo realiza mediante el bullying. Para aliviar esta situación y lograr una verdadera inclusión social de las personas con discapacidad, se crean constantemente nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs), generando en estas personas desarrollo personal y autoestima, promoviendo un mejor estilo de vida.

La sordera es una discapacidad invisible donde el individuo puede escuchar parcialmente algunos sonidos o ninguno en absoluto, el término correcto al referirse a una persona con esta cualidad es persona sorda y referirse como sordomudo es considerado por la comunidad sorda como una ofensa. Existe una diferencia concerniente al lenguaje entre los que nacieron siendo sordo profundo y los que perdieron la audición después de haber desarrollado su lenguaje. Es muy importante para el desarrollo del lenguaje de todo niño o niña el que desde que nace se encuentre en contacto con un lenguaje natural y espontáneo. En el caso de los niños oyentes, desde que nacen escuchan a sus padres y demás personas a su alrededor el idioma propio de su respectiva región. En cambio en el caso de los niños sordos, al ser en su gran mayoría hijos de padres oyentes, pierden la oportunidad de aprender un lenguaje con el cual expresarse hasta que los llevan a institutos donde aprenden el lenguaje de señas, sin embargo todo el tiempo perdido en el que no desarrollaron su lenguaje frena su desarrollo cognitivo generando dificultades para desarrollar pensamiento abstracto y se desarrolla mayoritariamente el pensamiento concreto. El pensamiento abstracto es clave para desarrollar la imaginación y la habilidad de relacionar objetos o situaciones que nos son implícitas, lo que desemboca en problemas graves de lectura, no referente a asociar las palabras con los objetos, pero si en comprender el contenido escrito, las ideas inmersas en el papel y lo que se dice entre líneas como son las metáforas. El problema de la falta de abstracción ha llevado a problemas de aprendizaje a nivel escolar y a nivel empresarial debido a que comprenden las instrucciones de manera errónea reduciendo aún más sus oportunidades laborales. Estos casos no se observan en las personas que después de haber sido oyentes y desarrollado su lenguaje han perdido completa o parcialmente su audición, ya que su desarrollo

cognitivo ya fue desarrollado en su infancia. Para cambiar esta situación se desarrollan constantemente metodologías y programas informáticos dedicados a fomentar el pensamiento abstracto durante los primeros años de la etapa escolar y como primer paso se busca acelerar el proceso de aprendizaje de lectura, ya que mediante la lectura de historias se fomenta la imaginación y se activan varios procesos de desarrollo cognitivo.

Los niños han demostrados un gran apego a la tecnología y se utiliza en la educación con software interactivo en computadoras y tablets, juguetes electrónicos didácticos y robots. Se propone como un recurso pedagógico adicional, la utilización del guante AcceleGlove para la enseñanza del alfabeto a los niños y niñas sordos y la opción de añadir nuevos signos que permitan la expansión de la enseñanza de señas. Se aprovecha una de las grandes cualidades de las personas sordas, la cual es su memoria visual que es altamente desarrollada. Esto se ha demostrado sobre todo en los exámenes de historia donde cuando debían correlacionar nombres de filósofos con sus respectivas frases o ideologías, los estudiantes sordos dibujaban los rostros de los filósofos para recordar sus respectivas frases o pensamientos. Por lo tanto las letras serán asociadas con imágenes en formato GIF que tengan formas similares a las letras de manera que la interfaz de usuario entre el AcceleGlove, la computadora y la persona sorda sea didáctica y enfocada a los procesos de aprendizaje visuales en lugar de enseñar las imágenes que se utilizan para enseñar a los oyentes, las cuales únicamente guardan una relación fonética con las letras a enseñarse y como beneficio adicional el mejoramiento de la destreza en la coordinación mano-ojo.

2.6 ANÁLISIS DEL LENGUAJE DE SIGNOS Y SUS DIFERENTES DIALECTOS EN EL ECUADOR

Han pasado casi 4 siglos desde la publicación del primer libro de lenguaje de señas en el mundo y como todo lenguaje, cuando la sociedad evoluciona también evoluciona y se hace más compleja su lengua. Las personas sordas de todo el mundo han creado su propia cultura con identidad y expresiones. Esto ha generado distintos tipos de señas a nivel mundial y al ser estas señas parte de su identidad, es difícil el crear un lenguaje de señas estandarizado, ya que esto implicaría violentar su cultura, igual que sucede con diferentes idiomas a nivel mundial. Sin embargo, la creación del gestuno, muestra la búsqueda de crear una lengua universal, no obstante, debido a la inversión e investigación por parte de Estados Unidos en ASL y el hecho de que la gramática inglesa es la más conocida en todas las regiones del mundo, hacen que muchas personas sordas e intérpretes opten por elegir la ASL como candidata para universalizarse.

El lenguaje hablado y escrito transmite ideas mediante un conjunto de palabras que forman frases con significado lingüístico. En cambio, en el lenguaje de signos, se transmiten las ideas con cada signo y no palabra por palabra y sin la utilización de artículos, preposiciones o conjunciones, haciendo este lenguaje el más rápido para comunicarse entre personas. Cada objeto posee un signo propio de cada lugar y solo cuando es desconocido su significado o en un dictado se utiliza la dactilología para deletrear la palabra y acto seguido se vuelve a utilizar el signo. Cuando se presenta una persona, esta puede deletrear su nombre mediante dactilología, más esta posteriormente adoptará un signo específico que la represente en caso de ya no poseerlo.

La lengua de signos en el Ecuador posee sus signos particulares para los objetos a su alrededor y para las distintas acciones que se pueden realizar. La mayoría de signos que son utilizados para describir acciones, son en tiempo presente. Del mismo modo, existen varios signos que utilizan las dos manos realizando gestos asimétricos. Aunque se ha realizado la recopilación de los signos de todo el Ecuador en un diccionario para sordos, no se ha realizado un estudio lingüístico que permita definir una gramática. Sin embargo, existen varias escuelas para sordos en el país donde se enseña el lenguaje de señas impulsándose la antes denominada comunicación total.

2.7 ANÁLISIS DE LAS INTERFACES HUMANO-MÁQUINA DISPONIBLES EN EL MERCADO

Existen distintas interfaces para poder comunicar al usuario con la computadora, el principal criterio que se utiliza para analizar las distintas interfaces es la de mayor funcionalidad y adaptabilidad para el uso de personas sordas. Para esto es necesario estudiar al usuario, sus necesidades, deseos e ideas para generar una interfaz con un comportamiento predecible, según sus expectativas.

Tabla. 2.3 Cuadro comparativo de las interfaces Humano-Máquina

Interfaz	Portabilidad	Arquitectura	Factibilidad de uso para personas sordas
Teclado	Moderadamente portable	Abierta y con mucho software disponible.	Interfaz pobre y complicada debido a la gran cantidad de botones.
Mouse	Muy portable	Abierta y con mucho software disponible.	Interfaz sencilla con pocos sensores y muy limitada en su uso.
Micrófono	Muy portable	Abierta y con mucho software disponible.	Interfaz incompatible, debido a que la mayoría de sordos no puede hablar.

Continua =>

Pantallas Táctiles	Moderadamente portable	Abierta y con mucho software disponible.	Interfaz versátil, de fácil uso e intuitiva.
Kinect	Difícil de portar	Cerrada pero fácil de reprogramar.	Interfaz completa para el reconocimiento del movimiento corporal.
Wii Remote	Difícil de portar	Cerrada y con limitaciones de software.	Interfaz sencilla y con pocos sensores, lo cual limita la información enviada del usuario al computador.
PlayStation Move	Difícil de portar	Cerrada y sin posibilidad de reprogramar.	Interfaz sin utilidad debido a su arquitectura completamente cerrada.
Guante Electrónico	Muy portable	Abierta y con mucho software disponible.	Interfaz didáctica y de fácil uso de personas sordas.
Neuroheadset	Moderadamente portable	Abierta y con mucho software disponible.	Interfaz limitada en capacidad para reconocer e interpretar pensamientos.

CAPÍTULO III

3. PROGRAMACIÓN DE LA INTERFAZ HUMANO- MÁQUINA

3.1 PRUEBAS DEL SOFTWARE QUE ACOMPAÑA EL GUANTE SENSORIAL

3.1.1 Instalación del Software

Según el manual de usuario que acompaña el guante sensorial AcceleGlove, para el correcto reconocimiento del hardware es necesario instalar los drivers de manera manual. El archivo que instala el driver del AcceleGlove se encuentra en la carpeta Drivers que viene con el software de instalación del guante sensorial, en el cual existen drivers para el reconocimiento del guante en equipos con Sistema Operativo Linux, MacOS y Windows XP o posterior en 32 y 64 Bits. Para la correcta sincronización entre el AcceleGlove y la computadora se requiere configurar el puerto serial en el cual el guante se encuentre conectado, esto se lo realiza en el Administrador de Dispositivos que se encuentra en las Propiedades del Sistema en el Panel de Control en la parte de Sistemas y Seguridad, en la ventana que se abre se debe seleccionar Puertos (COM y LPT) y seleccionar y configurar al puerto serial como se muestra en la Figura. 3.1. En el caso del presente proyecto se realizó la instalación en Windows XP de 32 Bits.

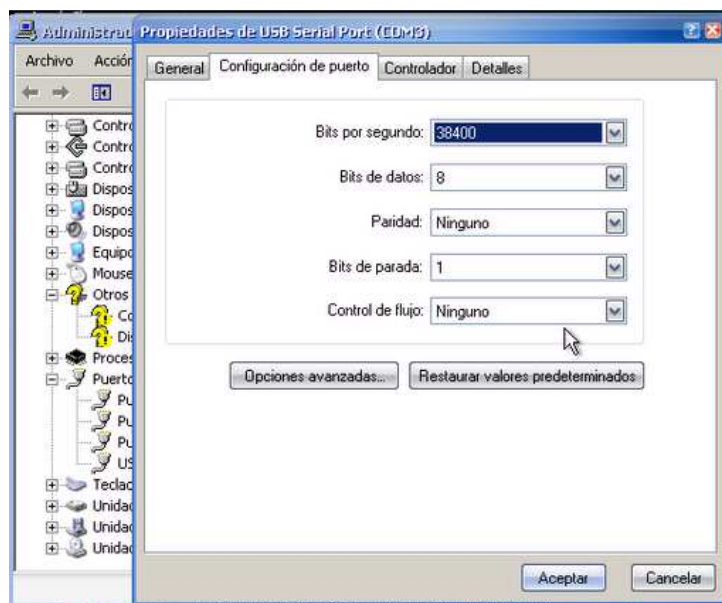


Figura. 3.1. Configuración del puerto USB [A]

Para comprobar el correcto funcionamiento del software y hardware del AcceleGlove, se puede instalar el AcceleGlove Visualizer mediante su ejecutable, que es una herramienta adicional la cual acompaña el software de instalación y se puede instalar en los sistemas operativos descritos anteriormente.

3.1.2 Pruebas del AcceleGlove Visualizer

Abrimos el ícono que se crea al instalar el AcceleGlove Visualizer y obtenemos la pantalla que se muestra en la Figura. 3.2. Donde seleccionaremos el tipo de conexión que posee el guante sensorial con la computadora. Además, existe la opción Open Library Editor donde se pueden crear librerías de los gestos que reconoce el AcceleGlove.

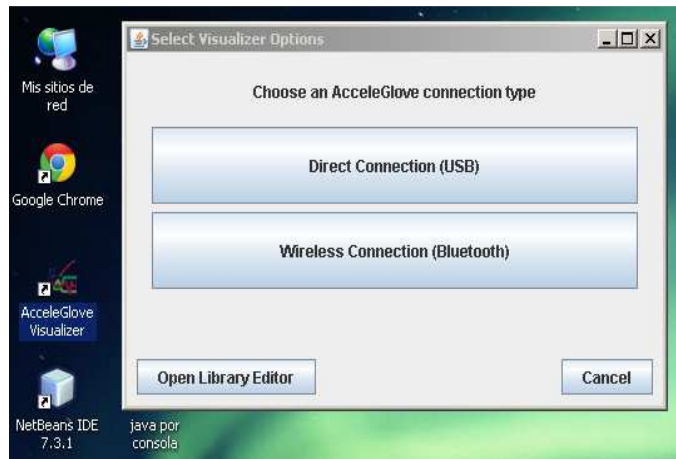


Figura. 3.2. Pantalla inicial del AcceleGlove Visualizer [A]

Si el guante no está conectado o está conectado incorrectamente al computador, obtendremos el mensaje de error el cual nos notifica esta condición como se observa en la Figura. 3.3.

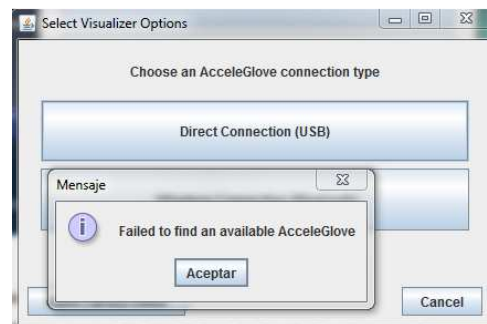


Figura. 3.3. Mensaje error de conexión con el AcceleGlove [A]

En caso de que haya una correcta conexión con el guante se despliega la pantalla de la Figura. 3.4, donde se despliegan 6 analizadores gráficos, los cuales corresponden respectivamente a los sensores en los dedos pulgar, índice, medio, anular y meñique; y del sensor en la palma de la mano. En cada analizador gráfico

muestra la posición de cada sensor en las coordenadas espaciales X, Y, Z las cuales están coloreadas con rojo, verde y amarillo respectivamente, esta posición se contabiliza con valores numéricos en un rango de 0 a 250.

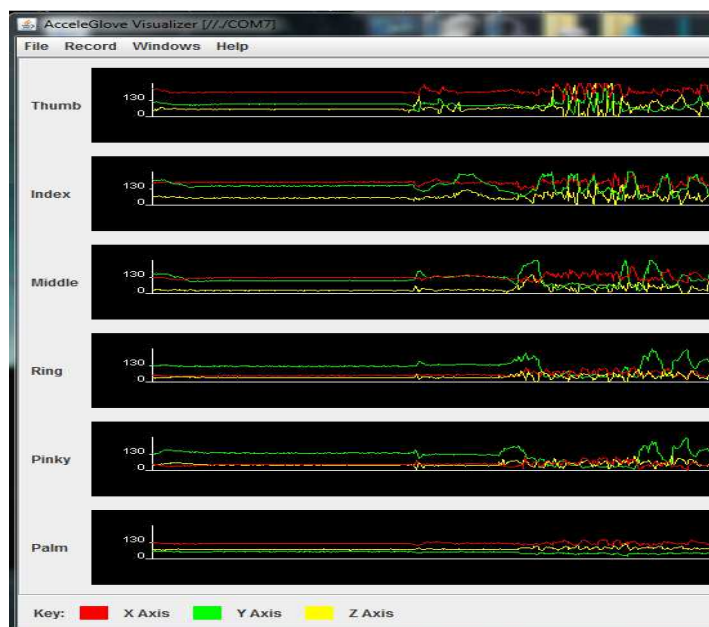


Figura. 3.4. Ampliación de la ventana del AcceleGlove Visualizer [A]

3.1.3 Pruebas de las Librerías en Java

El software que acompaña al guante sensorial AcceleGlove incluye librerías en java que facilitan la creación de programas. Las 3 librerías básicas son:

- RXTXcomm.jar, esta librería realiza la conexión serial entre el guante y la computadora.
- AcceleGloveSDK.jar, esta librería contiene los métodos para realizar requerimientos especializados al AcceleGlove.

- Bluecove-2.1.1-SNAPSHOT.jar, esta librería realiza la conexión bluetooth entre el guante y el computador en caso de tener el componente adicional para esta conexión.

Además de las librerías mencionadas anteriormente, se cuenta con tres ejemplos de aplicaciones realizadas con el AcceleGlove los cuales se muestran en la Figura. 3.5 y tiene las siguientes aplicaciones:

- GestureExample.java, esta aplicación reconoce e imprime en consola las letras del lenguaje de signos estadounidense, cargando los signos de una base de datos que funciona únicamente en sistemas de 32 bits.
- OldStyleReadGlove.java, esta aplicación realiza 100 lecturas de los sensores del AcceleGlove mediante un método recursivo y al finalizar muestra en consola los datos obtenidos de cada sensor en un arreglo de 18 elementos, el tiempo que tomo realizar las 100 lecturas y la frecuencia entre lectura y lectura del guante.
- ReadGlove.java, esta aplicación realiza 100 lecturas de los sensores del AcceleGlove mediante hilos sincronizados para controlar las lecturas que se realizan al guante y al finalizar muestra en consola los datos obtenidos de cada sensor en un arreglo de 18 elementos, el tiempo que tomo realizar las 100 lecturas y la frecuencia entre lectura y lectura del guante.

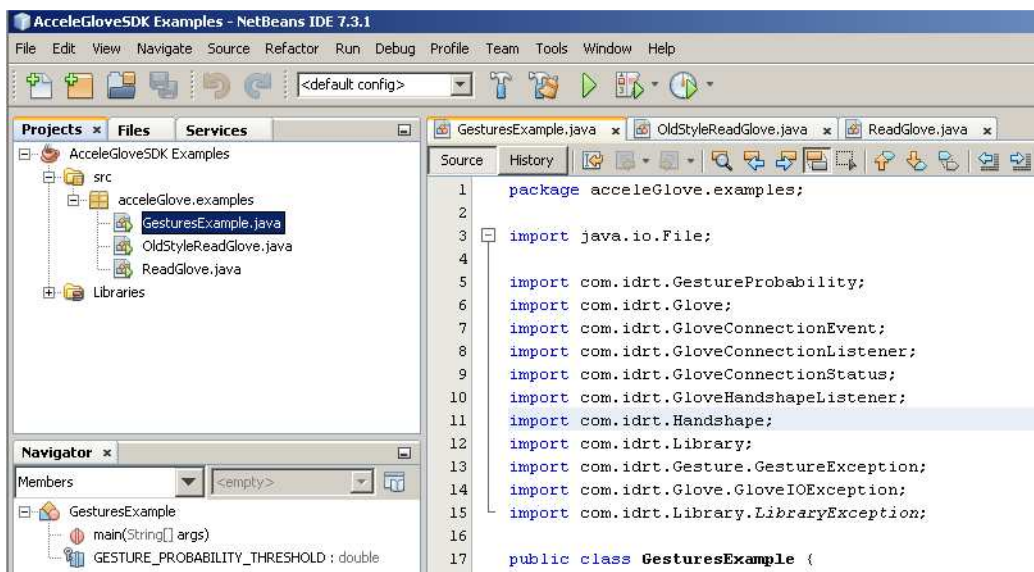


Figura. 3.5. Aplicaciones del AcceleGlove y librerías importadas [A]

Ninguna de las librerías que acompañan el software del AcceleGlove arrojaron algún error al ser importadas y todos los ejemplos descritos en los párrafos anteriores funcionaron correctamente con excepción de la base de datos para el reconocimiento del lenguaje de signos estadounidense, la cual funciona únicamente en sistemas operativos de 32 bits.

3.2 PROGRAMACIÓN DE LA APLICACIÓN PARA DISCAPACITADOS

El lenguaje de programación para crear la aplicación de reconocimiento de signos es Java. El programa se realizó en la plataforma de desarrollo NetBeans IDE versión 7.3, la cual fue elegida por ser de licencia gratuita, fácil uso, gran cantidad de librerías y con una interfaz gráfica sencilla.

El nombre del proyecto creado en NetBeans IDE es ReconocimientoSignos del tipo aplicación *Java Standard Edition*. Consta de una clase principal donde se aloja el método *main*, el cual es el primer método que se llama cuando se inicia una aplicación de Java, cuatro *JFrames* donde se despliegan las cuatro ventanas que integran el proyecto, dos *JPanel* donde se genera los fondos de las cuatro ventanas, una clase de Java con métodos de escritura y lectura de la base de datos y un paquete que contiene las imágenes y sonidos del programa de Reconocimiento de Signos. El código comentado del programa se encuentra en el ANEXO 1. Las clases principales se describen a continuación:

JFrame Interfaz.java.- Posee un fondo implementado por el *JPanel* FondoInterfaz.java. Este *JFrame* contiene dos métodos denominados *actionPerform* que cierran la ventana actual Interfaz.java y abren el *JFrame* Dactilologia.java o RecPalabra.java.

JFrame Dactilologia.java.- Posee un fondo implementado por el *JPanel* FondoInterfaz2.java. Este *JFrame* posee un *JSlider* que actualiza el valor de la precisión la cual es la diferencia mínima que existe entre los valores de los sensores obtenidos por el AcceleGlove y los valores guardados en la base de datos. En esta interfaz se reconocen las 27 letras del alfabeto español según la (Real Academia Española, 2013) y las asocia con el alfabeto internacional de señas. La base de datos donde se encuentra la información a ser comparada se denomina *BaseDDatosLetras.est* y se lo puede modificar con cualquier editor de texto. El algoritmo mediante el cual se busca los valores a comparar en la base de datos es

búsqueda secuencial que se caracteriza por buscar desde el primero hasta el último elemento de la base de datos de manera consecutiva. El proceso que se realiza para el reconocimiento de signos se muestra en la Figura. 3.6 mediante un diagrama de flujo. Las letras aparecen en dos *TextField*, los cuales pueden ser borrados mediante el botón denominado Borrar Letras y la ejecución del reconocimiento de letras puede ser pausada en cualquier momento al pulsar por segundo vez el botón iniciar, el cual se identifica con el ícono de pausa, ícono que aparece cuando se pulsa el botón de inicio.

jFrame RecPalabras.java.- Posee un fondo implementado por el *JPanel* FondoInterfaz2.java. Este *JFrame* posee un *JSlider* que actualiza el valor de la precisión la cual es la diferencia mínima que existe entre los valores de los sensores obtenidos por el AcceleGlove y los valores guardados en la base de datos. En esta interfaz se reconocen 23 palabras básicas, seleccionadas por la frecuencia de uso y necesidad en caso de emergencia. En caso de necesitarse nuevas palabras se las puede añadir mediante el botón añadir nueva palabra. La base de datos donde se encuentra la información a ser comparada se denomina *BaseDDatosPalabras.est* y se lo puede modificar con cualquier editor de texto. El algoritmo mediante el cual se busca los valores a comparar en la base de datos es búsqueda binomial que se caracteriza por buscar desde el primero elemento de la base de datos, posteriormente el último elemento, después el segundo elemento, a continuación el penúltimo elemento y de la misma manera sucesivamente hasta llegar al elemento central de la base de datos. El proceso que se realiza para el reconocimiento de signos se muestra en la Figura. 3.6 mediante un diagrama de flujo. Las palabras

aparecen una por fila en un *jTextArea* y la ejecución del reconocimiento de palabras puede ser pausada en cualquier momento al pulsar por segundo vez el botón iniciar, el cual se identifica con el ícono de pausa, ícono que aparece cuando se pulsa el botón de inicio.

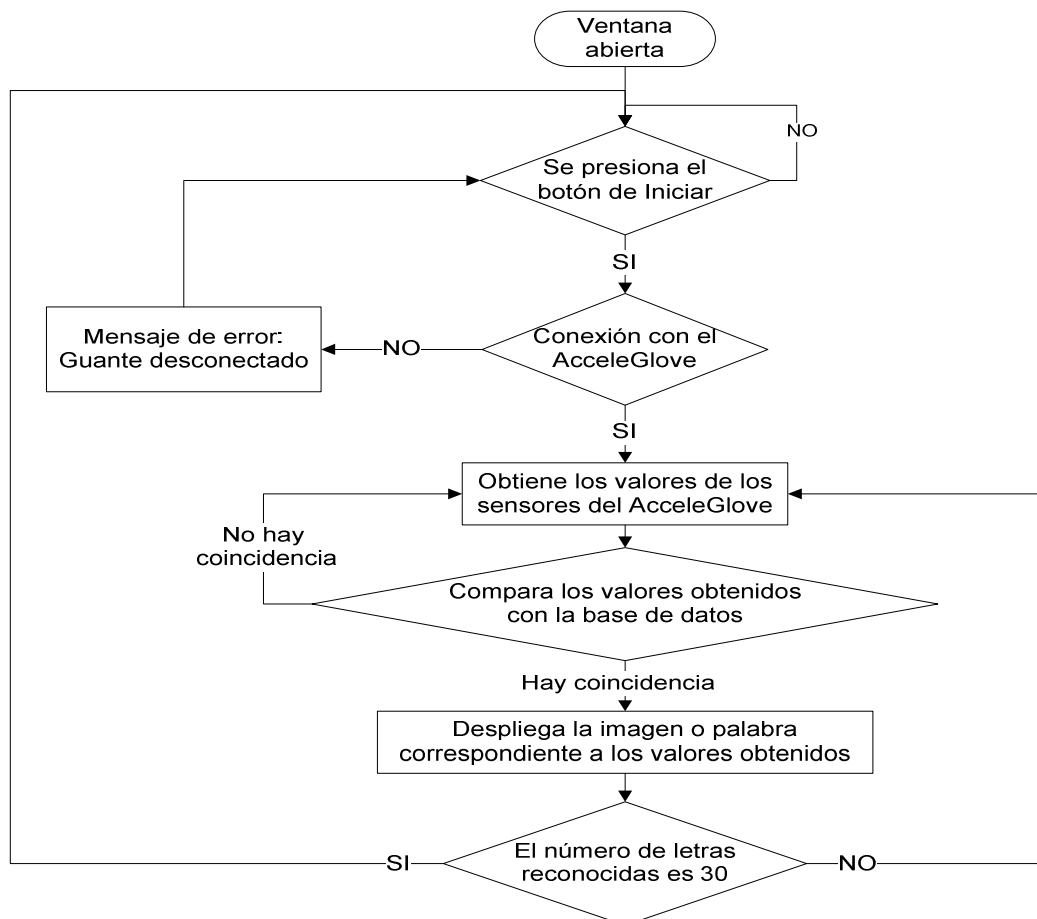


Figura. 3.6. Procedimiento reconocimiento de signos [A]

jFrame NuevaPalabra.java.- Posee un fondo implementado por el *jPanel* FondoInterfaz.java. Este *jFrame* posee dos *jTextField* donde en el primero se ingresa la nueva palabra a ser añadida y en el segundo se ingresa el nombre del archivo de sonido sin su extensión. Un *jButton* denominado *RecSig* con el ícono de

grabar que permite crear una nueva entrada en la base de datos *BaseDDatosPalabras.est* con la información proporcionada en los cuadros de texto y los valores de los sensores del AcceleGlove.

IOFile.java.- En este archivo se encuentran los métodos para escritura, lectura, modificación y eliminación de archivos del tipo texto plano. Cuando se escribe en un archivo y este no existe, crea un nuevo archivo con el nombre y la extensión especificada. Las bases de datos del presente proyecto se crearon con extensión *.est* con el fin de proteger la integridad de los datos y que los archivos parezcan no ser modificables a simple vista hasta que se haya leído el manual para la correcta modificación en los archivos de base de datos.

Las cuatro pantallas que presenta el programa de Reconocimiento de Signos se encuentran en la Figura. 3.7, donde se observa el orden en que pueden aparecer.

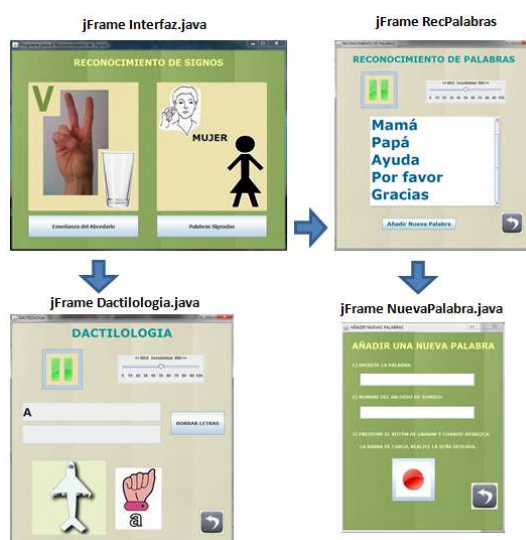




























Figura. 3.7. Pantallas de la Interfaz del Programa [A]

3.3 ADICIÓN DE LOS SIGNOS BÁSICOS DEL LENGUAJE DE SIGNOS



Las letras para la enseñanza del abecedario son las letras A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, Ñ, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y y Z que propone la (Real Academia Española, 2013), la cual explica que las letras *ch*, *ll* y *rr* son excluidas del abecedario por ser el conjunto de dos letras. Las letras a ser enseñadas son en mayúsculas por su facilidad de aprendizaje, debido a que sus líneas son más rectas, fáciles de realizar al escribir para los niños y son más fáciles de recordar que las minúsculas según (Richford, (s. f.)). Las letras son asociadas a imágenes consecuentes en forma y nombre en español de extensión *.gif* como se muestra en la tabla y contribuyen al correcto, fácil y rápido aprendizaje del alfabeto español.

Las señas correspondientes a cada letra del abecedario se basan en la investigación realizada por la (Sociedad de Sordos Adultos “Fray Luis Ponce de Leon”, 2013), donde se define los signos de la lengua de señas ecuatoriana que a su vez se divide en las propias de Quito y señas de Guayaquil que entre si tienen ligeras diferencias de la misma manera que existen modismos en el habla de estas dos ciudades. Representar manualmente cada una de las letras se denomina dactilología y es diferente en cada país debido a que la lengua de señas de cada país es considerada parte de su cultura y crear un sistema de señas universales atenta contra la identidad cultural de los sordos en cada país.

Tabla. 3.1 Imágenes de la base de datos para enseñanza del Abecedario

Letra	Imagen	Signo	Palabra
A		 a	AVIÓN
B		 b	BOTAS
C		 c	CORREA
D		 d	DINOSAURIO
E		 e	ELEFANTE
F		 f	FOCA
G		 g	GORILA
H		 h	HIPOPÓTAMO
I		 i	ISLA
J		 j	JIRAFÁ
K		 k	KIWI
L		 l	LÁMPARA
M		 m	MARIPOSA

Continua =>

N			NUBE
Ñ			NIÑO
O			OSO
P			PANDA
Q			QUESO
R			RANA
S			SERPIENTE
T			TORO
U			UÑA
V			VASO
W			WAFFLES
X			XILÓFONO
Y			YO-YO
Z			ZEBRA

Para la adición de palabras se debe toma en cuenta que no es lo mismo el lenguaje de signos y el leguaje español signado, este último transmite ideas y pensamientos mediante una secuencia de palabras signadas ordenas y siguiendo reglas gramaticales propias del idioma español, mientras que en el lenguaje de signos mediante señas realizadas con manos, brazos y gestos en el rostro se transmite toda la idea directamente, siguiendo reglas propias del lugar que no necesariamente son las mismas que en su lengua hablada. Los signos que se pueden añadir a la base de datos de palabras se pueden realizar con las dos manos tomando en cuenta que solo se reconoce el signo que se realiza con una mano. Las señas básicas añadidas en este proyecto son: los pronombres personales, pronombres interrogativos, preposiciones, saludos, familia y verbos necesarios para asistencia de una persona con discapacidad, todas las señas tienen un archivo de audio asociado que se reproduce cuando el signo es reconocido. Para la mejor la experiencia del usuario, se utilizan las señas del Diccionario Oficial de Lengua de Señas Ecuatoriana, sin embargo estas pueden ser modificadas según requiera el usuario siguiendo las instrucciones del manual de usuario.

CAPÍTULO IV

4. PRUEBAS DE FUNCIONALIDAD DE LA INTERFAZ HUMANO-MÁQUINA

4.1 PRUEBAS DE HARDWARE

El guante electrónico AcceleGlove posee una tarjeta electrónica denominada *AcceleGlove V2.1*, que se ubica sobre el dorso de la mano como se muestra en la Figura. 4.1 que posee un led rojo que confirma que el guante se encuentra conectado al computador, esta condición lumínica no implica que la conexión entre el guante electrónico y el computador sea correcta.



Figura. 4.1. Posición de la tarjeta electrónica del AcceleGlove [A]

El microcontrolador que realiza el procesamiento de los datos obtenidos por los sensores es el PIC16F876A, su hoja técnica se encuentra en el ANEXO 3. Toda

modificación en el hardware y software de la tarjeta AcceleGlove V2.1 elimina la garantía 90 días del guante electrónico. En la Figura. 4.2 se observa el diagrama de elementos y pistas de la tarjeta electrónica con la siguiente descripción:

- J1 es un conector USB Mini-B.
- J2 son puertos auxiliares de entrada al microcontrolador para integrar sensores adicionales a los seis acelerómetros del guante. El acceso a estos pines de entrada es a través de los 24 agujeros en un bloque de 3x8 donde la columna intermedia está conectada a los 5 voltios del puerto USB, el agujero segundo desde el final de la columna izquierda es una entrada analógica y los agujeros restantes son entradas digitales.
- J3 es un puerto de conexión para los acelerómetros en los dedos.
- J4 es un conector extra para añadir un dispositivo de captura de movimiento del brazo que se encuentra en desarrollo.
- J5 son cinco pines que permiten reprogramar el microcontrolador.
- SW1 es un interruptor de reseteo que se debe utilizar exclusivamente para actualización del software.
- Q1 es un cristal de 20 MHz.
- D1 es un diodo led rojo pequeño.
- R4 es una resistencia de numeración 1002.
- C8 es un capacitor.

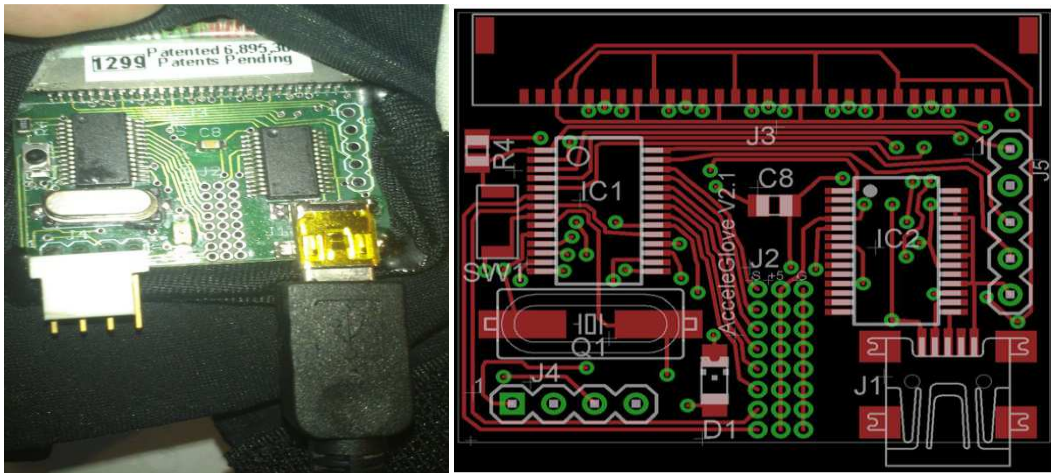


Figura. 4.2. Diagrama esquemático de la tarjeta del AcceleGlove [A]

Fuente: (AnthroTronix, 2012)

El reconocimiento de signos se realiza en tiempo real y es importante la velocidad en la transmisión de datos entre el AcceleGlove y la computadora, en la Figura. 4.3 se muestra un gráfico con la velocidad de transmisión en función del tiempo en un periodo de 31 segundos.

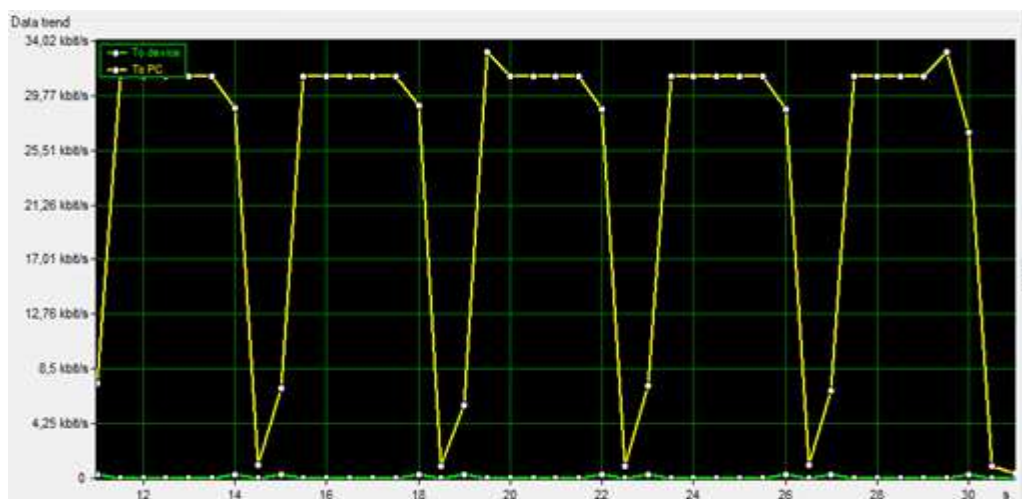


Figura. 4.3. Transmisión entre guante y computador [A]

Para observar de mejor manera la comunicación entre el guante AcceleGlove y el computador se utilizó el programa especializado en el monitoreo de puertos *Advance USB Port Monitor* en versión de prueba, donde se obtuvo los datos de la Figura. 4.3 y la Figura. 4.4.

Name	To device	To PC
Test duration (s)	31	
Data transfer rate		
Maximum (Mbit/s)	0	0,03
Average (Mbit/s)	0	0,02
Data by URB type		
Total (bytes)	270	94358
Bulk+Interrupt (bytes)	30	94358
Isochronous (bytes)	0	0
Control (bytes)	240	0

Figura. 4.4. Datos enviados entre AcceleGlove y computador [A]

4.2 PRUEBAS DE SOFTWARE

Las ventajas de utilizar un IDE como NetBeans son las herramientas de desarrollo que permiten crear un código limpio y libre de *bugs*. La herramienta principal para pruebas del código es *JUnit*, que se caracteriza por generar automáticamente códigos de prueba para todas las clases del programa, en la Figura. 4.5 se observa los test realizados a todas las clases, en especial la clase *OIFile.java* que contiene los métodos para lectura y escritura en la base de datos, métodos clave para el correcto funcionamiento del programa.

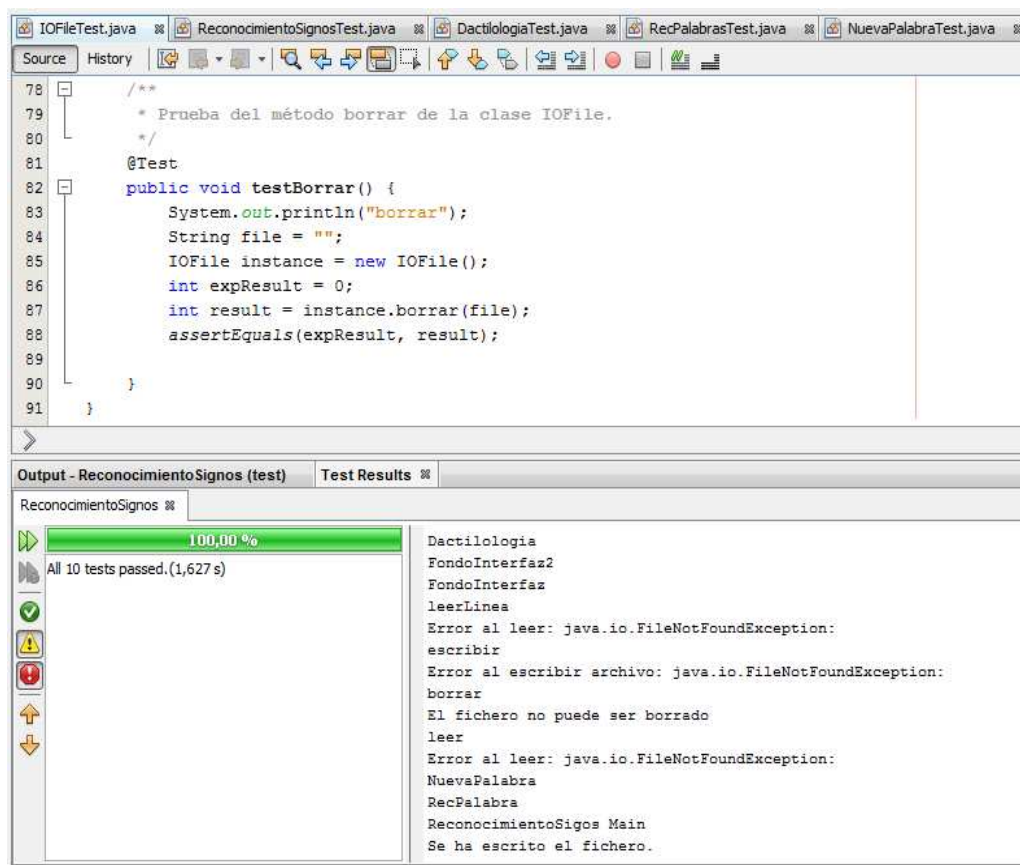


Figura. 4.5. Pruebas del programa mediante JUnit [A]

El programa de reconocimiento de signos genera tres tipos de errores:

- Mensaje de error al no encontrar la base de datos.
- Mensaje de error al no encontrarse conectado el guante AcceleGlove.
- El programa se cierra o se detiene inesperadamente al presionar el botón de inicio cuando algún extremo del cable conector USB del guante se encuentra parcialmente encajado en su puerto respectivo.

4.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

En las pruebas de hardware se observa que el lugar donde se encuentra la tarjeta AcceleGlove V2.1 es un lugar óptimo y no genera molestia al ser utilizado al momento de reconocer signos. La sensibilidad del guante es suficiente para el reconocimiento y no es necesario realizar modificación al software de la tarjeta electrónica, toda la programación se realizó en el proyecto de Java denominado *ReconocimientoSignos*.

Según los datos obtenidos de la Figura. 4.3 y la Figura. 4.4, la transmisión de datos es bidireccional, con un flujo de datos asimétrico donde el 99.7% de datos van desde el guante AcceleGlove al computador que corresponde a los valores de los sensores y 0.3% es el flujo de datos desde el computador al guante AcceleGlove que corresponde al requerimiento de los valores de los sensores por parte del programa de reconocimiento de signos según la Ecuación 2. No existen bytes de sincronización por lo que la comunicación es asincrónica y la máxima transmisión es 34 kbit/s de datos frente a los 1.5Mbit/s de velocidad de un puerto USB de 1.0.

Bytes Totales Transmitidos= BTT

Bytes Transmitidos desde el guante AcceleGlove al computador= BTAGPC

Bytes Transmitidos desde el computador al guante AcceleGlove= BTPCAG

$$\frac{BTAGPC}{BTT} = \frac{BTAGPC}{BTAGPC+BTPCAG} = \frac{94358}{94358+270} = 0.997 \quad \text{Ecuación 1}$$

$$0.997 * 100\% = 99.7\% \quad \text{Ecuación 2}$$

Todas las pruebas de software realizadas mediante JUnit fueron pasadas exitosamente, demostrando la robustez del programa de reconocimiento de signos, cumpliendo las 4 reglas de Kent un código limpio y óptimo. Los mensajes de error que se generan son parte de la programación establecida y permiten que el programa funcione correctamente. El peor caso de error posible en el programa de reconocimiento de signos sucede únicamente cuando el cable USB se encuentra erróneamente conectado o al desconectarse el cable abruptamente cuando el programa se encuentra en marcha.

4.4 CREACIÓN DEL MANUAL DE USUARIO

El manual de usuario creado está dirigido para la persona que va a instalar el Programa de Reconocimiento de Signos y parcialmente dirigido al usuario final que al ser probablemente analfabeta, a pesar de esta condición no necesita leer el manual de usuario por el hecho de que la interfaz de usuario del programa es sencilla e intuitiva y una vez instalado no requiere mayor explicación. El manual de usuario escrito se encuentra en el ANEXO 2.

El manual de usuario audiovisual se encuentra disponible en la página web: <http://youtu.be/gZNY55J05SQ>, en donde se observa el procedimiento de instalación y funcionamiento del programa para el Reconocimiento de Signos.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Se creó una interfaz para el reconocimiento de signos que reconoce las señas realizadas con una mano, generando el sonido correspondiente a la palabra reconocida, la opción de añadir nuevas palabras con su respectivo sonido y una interfaz para la enseñanza del abecedario español. Con un diseño centrado en el usuario y de fácil instalación.

Posterior al análisis de requerimientos y cumplimiento de necesidades del proyecto, se consideró la adquisición del guante electrónico AcceleGlove, entre los dispositivos humano-máquina disponibles.

El enseñar las letras del abecedario mediante la asociación de imágenes cuyas figuras coinciden con la forma de las letras, permite aprender el alfabeto de mejor manera, debido a que concuerda con los procesos cognitivos del aprendizaje visual en una persona sorda. Atrae la atención de la persona, mantiene al usuario concentrado durante todo el proceso de aprendizaje y mejora la destreza de asociación de imágenes e ideas.

La velocidad, mínima para el reconocimiento de signos es igual al periodo de tiempo más corto al decir una palabra, que es 0.3 segundos en promedio, debido a

que en el lenguaje hablado o escrito se lo realiza palabra por palabra, generando una marcada diferencia de velocidad en comparación al lenguaje de signos el cual transmite ideas en lugar de palabras siendo un lenguaje mucho más veloz.

Para el reconocimiento de palabras cuyo signo tiene una o varias posiciones, identifica la posición inicial del signo y realiza el seguimiento por 1.5 segundos a que se realice la posición final del signo para confirmar o descartar la palabra signada es la estimada.

El guante electrónico AcceleGlove con el que se realizó las pruebas es izquierdo, según las convenciones realizadas por la Federación Mundial de Sordos, las señas se realizan con la mano dominante ya que no interfiere en la comunicación el hecho de utilizar una u otra mano.

La velocidad de transmisión es óptima para que la aplicación funcione en tiempo real en cualquier generación de puerto USB, debido a que la tasa máxima de transmisión necesaria es de 34 KBits/s.

El manual de usuario creado se encuentra de modo escrito en la carpeta del Programa de Reconocimiento de Signos y de manera audiovisual en YouTube en la dirección web: <http://youtu.be/gZNY55J05SQ> disponible de manera pública.

5.2 RECOMENDACIONES

Es imprescindible tener cuidado de no golpear o mojar el dorso del guante, ya que en este lugar se encuentra la tarjeta electrónica que procesa la señal de los sensores. Ya que en la tarjeta electrónica hay un microcontrolador integrado, se sugiere no tocarlo con los dedos, debido a la electricidad estática corporal y tampoco acercar el guante a magnetos.

Si se añade una gran cantidad de palabras a la base de datos, por seguridad se debe realizar copias periódicas de la misma para resguardarse en caso de que los archivos de la base de datos se corrompan. Adicionalmente se puede descargar los archivos bases de datos originales de la página de internet:

La comunicación es bidireccional, por lo que es importante el realizar proyectos no solo para una que una persona sorda se exprese con una persona oyente, sino que es también necesario proyectos para que una persona oyente pueda expresarse con una persona sorda, como por ejemplo, en lugares de atención de servicios públicos, ubicar software que convierta texto a voz y lo despliegue en una pantalla, para que la persona es sorda pueda leer en tiempo real las instrucciones la persona que brinda atención. Ahorrando tiempo, recursos y generando mayor inclusión a nivel social.

Es necesario realizar un estudio lingüístico del lenguaje de signos para realizar un traductor del lenguaje de signos al idioma español.

Al utilizar el guante AcceleGlove, es recomendable utilizar las ropas claras para poder visualizar de mejor manera los signos realizados, al contrario de la normativa usual que es utilizar ropas oscuras por el contraste que se genera con el color de piel de las manos.

Para una mejor visualización de los signos realizados es importante seguir las normas de luz, fondo, postura y accesorios que utilizan los intérpretes de lenguaje de signos cuando realizan una interpretación.

Las imágenes para la enseñanza del abecedario se crearon para la enseñanza de personas sordas, sin embargo también son válidas para la enseñanza de persona oyentes, por lo que se pueden utilizar como herramienta pedagógica en establecimientos educativos inclusivos que integran distintos tipos personas con y sin discapacidad.

Es importante que la universidad realice convenios con la CONADIS para la utilización de innovaciones tecnológicas para el mayor aprovechamiento a las investigaciones realizadas en la integración de las TICs al servicio de las personas con discapacidad.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

API.- Application Programming Interface (Interfaz de programación de aplicaciones), es el conjunto de funciones que ofrece una biblioteca para ser utilizado por otro software como una capa de abstracción.

ASCII.- American Standard Code for Information Interchange (Código Estándar Estadounidense para el Intercambio de Información).

ASL.- American Sign Language (Lengua de Signos Americana).

BPS.- Bits Per Second (Bits Por Segundo).

Bug.- Es un error en el software que desencadena un resultado indeseado.

COM.- Communication Port (Puerto de Comunicación).

HMI.- Human Machine Interface (Interfaz Humano Máquina).

Hz.- Hertz, medida de frecuencia.

IDE.- Integrated Development Environment (Entorno de Desarrollo Integrado).

JRE.- Java Runtime Environment (Entorno de Ejecución JAVA).

mAh.- microAmperio Hora.

mm.- Milímetros.

OS.- Operating System (Sistema Operativo).

RAE.- Real Academia Española, es una institución cultural dedica a la regularización lingüística mediante la promulgación de normativas.

SDK.- Software Development Kit (kit de Desarrollo de software), es un conjunto de herramientas de desarrollo de software para crear aplicaciones.

TICs.- Tecnologías de la Información y las Comunicaciones

USB.- Universal Serial Bus

BIBLIOGRAFÍA

- AnthroTronix. (2012). *AcceleGlove*. Obtenido de <http://www.acceleglove.com/AcceleGloveUserGuide.pdf>
- BIENE-TEC. (s. f.). *BIENE-TEC*. Obtenido de http://www.bienetec.com/bienetec/jsp/web/catalogo/productos/productos_familias/index.jsp?P_FAMILIA=GLOVES&P_SUBFAMILIA=VR_GLOVE S#2
- Butterworth, R., & Flodin, M. (1995). *sitiodesordos.com.ar*. Obtenido de http://www.sitiodesordos.com.ar/historia_lsa.htm
- CONADIS. (Abril de 2013). *CONADIS*. Obtenido de http://www.conadis.gob.ec/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=69
- Emotive. (2013). *Emotive*. Obtenido de <http://www.emotiv.com/store/hardware/epoc-bci/epoc-neuroheadset/>
- FUNCORAT. (s.f.). *VIVIR LA SORDERA*. Obtenido de <http://smart-track.info/vivir-sordera/SorderaenelEcuadorHoy.aspx>
- Hamid, S. (3 de Diciembre de 2007). *Sizlopedia*. Obtenido de <http://www.sizlopedia.com/2007/12/03/25-high-tech-and-trendy-computer-mouse/>
- Koon, R. A., & Vega, M. E. (s.f.). *Atención a la diversidad*. Obtenido de <http://diversidad.murciaeduca.es/tecnoneet/docs/2000/14-2000.pdf>
- Lenguaje de Sordos. (2013). *Lenguaje de Sordos Gestuno*. Obtenido de <http://www.lenguajesordos.com/esign/gestunoorigins.asp>
- Lenguaje de Sordos. (2013). *Lenguaje de Sordos Historia*. Obtenido de <http://www.lenguajesordos.com/esign/history.asp>
- Microsoft. (2013). *Microsoft.com*. Obtenido de <http://www.microsoft.com/en-us/kinectforwindows/discover/features.aspx>
- Ministerio Coordinador de Conocimiento y Talento Humano. (19 de Octubre de 2012). *Ministerio Coordinador de Conocimiento y Talento Humano*. Obtenido de <http://www.conocimiento.gob.ec/ecuador-cuenta-condicionario-oficial-de-lengua-de-senas/>
- Muñoz, E. (9 de Febrero de 2013). *Tablet Zona*. Obtenido de <http://tabletzona.es/2013/02/09/magic-cube-el-teclado-holografico-para-ipad-y-tabletas-android/>
- Nintendo. (2013). *Nintendo*. Obtenido de <http://www.nintendo.es/Wii/Accesorios/Accesorios-Wii-Nintendo-Ib-eacute-rica-626430.html>
- PlayStation. (2013). *PlayStation*. Obtenido de <http://us.playstation.com/ps3/playstation-move/>
- Real Academia Española. (2013). *Real Academia Española*. Obtenido de <http://rae.es/consultas/exclusion-de-ch-y-ll-del-abecedario>
- Richford, N. ((s. f.)). *eHow en Español*. Obtenido de http://www.ehowenespanol.com/escribir-letras-del-alfabeto-como_30195/

Sociedad de Sordos Adultos “Fray Luis Ponce de Leon”. (2013). *Lenguaje de Señas: Guía Básica Sobre una Comunicación Especial Tomo I*. Obtenido de Sordos Ecuador: <http://www.sordosecuador.com/lengua-de-senas/>

Sordos Ecuador. (2013). *Sordos Ecuador*. Obtenido de <http://www.sordosecuador.com/lengua-de-senas/>

xatakamovil. (20 de Febrero de 2009). *xatakamovil*. Obtenido de <http://www.xatakamovil.com/desarrollo/pantallas-tactiles-capacitivas-vs-resistivas>

REFERENCIAS

- [A] Esteban Chacón. (2013). Desarrollo de una Interfaz Gráfica para el Reconocimiento Automático del Lenguaje de Signos.
- [1] Muñoz, E. (9 de Febrero de 2013). *Tablet Zona*. Obtenido de <http://tabletzona.es/2013/02/09/magic-cube-el-teclado-holografico-para-ipad-y-tabletas-android/>
- [2] Hamid, S. (3 de Diciembre de 2007). *Sizlopedia*. Obtenido de <http://www.sizlopedia.com/2007/12/03/25-high-tech-and-trendy-computer-mouse/>
- [3] xatakamovil. (20 de Febrero de 2009). *xatakamovil*. Obtenido de <http://www.xatakamovil.com/desarrollo/pantallas-tactiles-capacitivas-vs-resistivas>
- [4] Microsoft. (2013). *Microsoft.com*. Obtenido de <http://www.microsoft.com/en-us/kinectforwindows/discover/features.aspx>
- [5] Nintendo. (2013). *Nintendo*. Obtenido de <http://www.nintendo.es/Wii/Accesorios/Accesorios-Wii-Nintendo-Ib-eacute-rica-626430.html>
- [6] PlayStation. (2013). *PlayStation*. Obtenido de <http://us.playstation.com/ps3/playstation-move/>
- [7] BIENE-TEC. (s. f.). *BIENE-TEC*. Obtenido de http://www.bienetec.com/bienetec/jsp/web/catalogo/productos/productos_familias/index.jsp?P_FAMILIA=GLOVES&P_SUBFAMILIA=VR_GLOVES#2
- [8] Emotive. (2013). *Emotive*. Obtenido de <http://www.emotiv.com/store/hardware/epoc-bci/epoc-neuroheadset/>
- [9] AnthroTronix. (2012). *AcceleGlove*. Obtenido de <http://www.accelelove.com/AcceleGloveUserGuide.pdf>

ANEXO 1: Código del Programa

ANEXO 2: Manual de Usuario

ANEXO 3: Ficha Técnica PIC 16F876A