

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO

CARRERA
INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de
INGENIERO ELECTRÓNICO

TEMA
DESARROLLO DE UN PROTOTIPO PORTÁTIL PARA EL
RECONOCIMIENTO DE SEÑALES DACTILOLÓGICAS MEDIANTE
VISIÓN ARTIFICIAL

AUTOR
BRYAN PATRICIO RUEDA VALENCIA

TUTOR
ANIBAL ROBERTO PÉREZ CHECA

Quito, agosto del 2017

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo Bryan Patricio Rueda Valencia, con documento de identificación N° 1722940895, manifestó mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud que soy autor del trabajo de titulación intitulado: DESARROLLO DE UN PROTOTIPO PORTÁTIL PARA EL RECONOCIMIENTO DE SEÑALES DACTILOLÓGICAS MEDIANTE VSIÓN ARTIFICIAL, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de : Ingeniero Electrónico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana



.....

Nombre: Bryan Rueda

CI: 1722940895

Fecha: Agosto del 2017

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR

Yo, declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación DESARROLLO DE UN PROTOTIPO PORTÁTIL PARA EL RECONOCIMIENTO DE SEÑALES DACTILOLÓGICAS MEDIANTE VSIÓN ARTIFICIAL, realizado por Bryan Patricio Rueda Valencia, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, Agosto del 2017



.....
ANIBAL ROBERTO PÉREZ CHECA

CI: 1711423440

DEDICATORIA

Para mis padres por el cariño y el amor que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento.

A mi hermano que entre juegos, bromas y lágrimas ha sabido acompañarme siempre

A todos los profesores que han hecho parte de mi formación académica, enseñándome lo importante de aprender día a día. A la Universidad Politécnica Salesiana que me acogió para enseñarme valores de humildad y a mi tutor Ing. Roberto Pérez, por el apoyo y tiempo dedicado a este trabajo de titulación.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a todos mis maestros ya que ellos me enseñaron a valorar los estudios y a superarme cada día, también agradezco a mis padres porque ellos estuvieron en los días más difíciles de mi vida como estudiante

Gracias a mi Familia y amigos, que siempre estuvieron aportando con sus conocimientos, brindándome sus consejos, apoyo y ayuda.

CONTENIDO

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR	ii
DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
INDICE DE TABLAS	viii
INDICE DE FIGURAS	ix
INDICE DE ANEXOS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN.....	13
ANTECEDENTES	15
1.1. Planteamiento del Problema	15
1.2. Justificación del proyecto	15
1.3. Objetivo General	15
CAPÍTULO I.....	17
MARCO TEÓRICO	17
1.4 Marco Referencial	17
1.4.1 Fundamento teórico.....	18
- ¿Qué es discapacidad? Evolución y cambio en el concepto	18
1.4.2 Tipos de discapacidad.....	19
1.4.3 Las señas dactilológicas o lenguaje de Señas.....	22
1.4.4 El Diccionario de señas	23
1.4.5 Los Diccionarios de señas en el Ecuador.....	24
- La APSOP	24
- FENASEC.....	25
1.4.6 La inteligencia artificial.....	26
- La visión artificial.....	27
1.4.7 Máquinas de aprendizaje	29
1.4.8 Regresión Lineal	30
1.4.9 Máquinas de Soporte Vectorial	31
1.4.10 Red Neuronal.....	32
1.4.11 Computadoras embebidas	32

1.4.12	Open Cv	33
1.4.13	Python	34
1.4.14	Cámaras fotográficas RGB	34
1.4.15	Pantalla HD	36
CAPÍTULO 2		38
DISEÑO DE LA APLICACIÓN E IMPLEMENTACION DEL HARDWARE.		38
2.1	Modelos de Computadora Embebida.....	38
2.2	Cámara	40
2.3	Base Pedestal	42
2.4	Pantalla	42
2.5	Software	43
2.6	Clasificador.....	45
2.6.1	Redes neuronales	45
2.6.2	SVM	45
2.7	Estructura General del Software	45
CAPÍTULO 3.....		50
IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO Y PRUEBAS DE CAMPO		50
3.1	Implementación del Hardware	50
3.1.1	Encendido.....	51
3.1.2	Apagado	51
3.2	Implementacion del Software	52
3.2.1	Ejecutar el programa	52
3.2.2	Ejecutar el Entrenador.....	53
3.2.3	Ejecutar la Aplicación	55
3.3	Encuesta Realizada	56
3.3.1	Análisis de Datos	57
3.4	Conclusiones y Recomendaciones.....	72
3.4.1	Conclusiones.....	72
3.4.2	Recomendaciones	73
REFERENCIAS		75
ANEXOS		77

INDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Clasificación de discapacidades	19
Tabla 1-2: Discapacidad en Ecuador	19
Tabla 1-3: Población con discapacidad y prevalencia de la discapacidad según género por grupos de edad.	20
Tabla 1-4: Población con discapacidad y prevalencia de la discapacidad según zona de residencia.	21
Tabla 1-5: Población con discapacidad y prevalencia de la discapacidad según región de residencia.	21
Tabla 2-1: Tabla comparativa de Computadoras Embebidas	39
Tabla 2-3: Pantallas.....	42
Tabla 3-1: Pregunta 1	57
Tabla 3-2: Pregunta 2	58
Tabla 3-3: Pregunta 3	59
Tabla 3-4: Pregunta 4	60
Tabla 3-5: Pregunta 5	61
Tabla 3-6: Pregunta 6	62
Tabla 3-7: Pregunta 7	63
Tabla 3-8: Pregunta 8	64
Tabla 3-9: Pregunta 8.1	65
Tabla 3-10: Pregunta 8.2	65
Tabla 3-11: Pregunta 9	67
Tabla 3-12: Pregunta 9.1	67
Tabla 3-13: Pregunta 10	68
Tabla 3-14: Pregunta 11	69
Tabla 3-15: Pregunta 12	70

INDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Porcentaje de las discapacidades presentadas por los carnetizadas del CONADIS 2013	21
Figura 1-2: Primer libro de señas	24
Figura 1-3: Señas Ecuatorianas.....	25
Figura 1-4: Proceso de la Visión Artificial	28
Figura 2-1: Raspberry Pi 3	40
Tabla 2-2: Sistemas de Adquisición de Imágenes	41
Figura 2-2: Raspicam	41
Figura 2-3: Base de Mica	42
Figura 2-4: Pantalla	43
Figura 2-5: Diagrama de Flujo del Entrenador SVM	48
Figura 2-6: Diagrama de Flujo Programa Principal	49
Figura 3-1: Vista Frontal	50
Figura 3-2: Vista Posterior.....	50
Figura 3-3: Pantalla de inicio Raspberry	51
Figura 3-4: Apagado del equipo	51
Figura 3-5: Pantalla de comandos	52
Figura 3-6: Dirección del Archivo	52
Figura 3-7: Ambiente Virtual	53
Figura 3-8: Ejecuta programa	53
Figura 3-9: Escoge fuente de imágenes.....	54
Figura 3-10: Nombre de la Carpeta de Banco de Imágenes	54
Figura 3-11: Ejecución del Programa.....	55
Figura 3-12: Abre el Programa	55
Figuro 3-13: Carga de Banco de Imágenes	55
Figuro 3-14: Ejecución del Programa	56
Figura 3-15: Manejo del Prototipo	57
Figura 3-16: Distribución de pantallas.....	58
Figura 3-17: Sonido Emitido	59
Figura 3-18: Velocidad para formar palabras	60
Figura 3-19: Velocidad de Reproducción.....	61
Figura 3-20: Reconocimiento de señales.....	62
Figura 3-21: Utilidad del Prototipo.....	63
Figura 3-22: Resistividad del Prototipo	65
Figura 3-23: Necesidad de un estuche	65
Figura 3-24: Necesidad de carcasa	66
Figura 3-25: Alimentación del Sistema	67
Figura 3-26: Tipo de Batería	67
Figura 3-27: Operación del Prototipo.....	69
Figura 3-28: Posición de la Cámara	70
Figura 3-29: Costo del Prototipo	71

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Cuestionario realizado para evaluar el funcionamiento del prototipo	78
Anexo 2: Certificación obtenida en INAL (Instituto nacional de Audición y lenguaje)	80
Anexo 3: Certificación obtenida en FENASEC (Federación Nacional de Personas Sordas del Ecuador)	82
Anexo 4: Tabulación de Datos	83

RESUMEN

La inserción social y laboral de las personas sordomudas se complica debido al desconocimiento del lenguaje de señas por parte de personas oyentes, por tal motivo se propuso una alternativa para la comunicación bidireccional entre personas sordomudas y oyentes con el desarrollo de un prototipo portátil de reconocimiento de señales dactilológicas por medio de visión artificial, el cual se basó en SVM (Máquina de Soporte Vectorial).

El hardware consta de una Pi Camera de 5 MP (Mega Píxeles), una Raspberry Pi 3 con un procesador de 2GHZ que permite el tratamiento de imágenes y el trabajo con varios softwares y gracias a su tamaño hace que el prototipo sea compacto, una pantalla táctil HD (High Definition) de 7” con conexión nativa hacia la Raspberry.

El software consta de dos partes, las mismas que trabajan conjuntamente para dar como resultado el funcionamiento del prototipo, el programa entrenador crea un banco de imágenes que sirve de apoyo para que la aplicación por medio de la cámara en video en vivo capture las señales dactilológicas y gracias al SVM las compare y prediga formando palabras como vectores, mismas que luego se reproducen por medio del audio.

Se validó la efectividad del prototipo mediante encuestas de satisfacción realizadas al INAL (Instituto Nacional de Audición y Lenguaje) y FENASEC (Federación Nacional de Personas Sordas del Ecuador). De las cuales los resultados obtenidos fueron un 83% de aceptación satisfactoria sobre el uso del prototipo.

Palabras claves: diseñar, prototipo, portátil, dactilológicas, visión artificial.

ABSTRACT

The social and work insertion of deaf-mute people is complicated by the lack of knowledge of sign language by the hearing people, so an alternative was proposed for two-way communication between deaf and hearing people with the development of a portable recognition prototype Dactylological signs by artificial vision, which was based on Vector Support Machine (SVM).

The hardware consists of a Pi Camera of 5 MP (Mega Pixels), a Raspberry Pi 3 with a processor of 2GHZ that allows the treatment of images and the work with several softwares and thanks to their size makes the prototype is compact, a screen 7 "HD Touch (High Definition) with native connection to the Raspberry.

The software consists of two parts, the same ones that work together to result in the operation of the prototype, the trainer program creates a database that serves as support for the application through the camera in live video capture the fingerprint And thanks to the SVM compare them and predicts forming words as vectors, which are then reproduced through audio.

The effectiveness of the prototype was validated through satisfaction surveys conducted at INAL (National Institute of Hearing and Language) and FENASEC (National Federation of Deaf People of Ecuador). Of which the results obtained were 83% of satisfactory acceptance on the use of the prototype.

Keywords: Keywords: design, prototype, portable, dactylological, artificial vision.

INTRODUCCIÓN

El Ecuador es un país en vías de desarrollo con una población de 16´.636.016 habitantes según INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos) de los cuales hay 415.500 personas registradas en CONADIS (Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades) con diferentes tipos de discapacidad de las cuales el 37.16 % (58869 personas) poseen una discapacidad auditiva o de lenguaje. (CONADIS, Consejo nacional para la igualdad de discapacidades, 2016)

Actualmente el Gobierno de la Revolución Ciudadana a través de la presidencia ha venido desarrollando diferentes programas de ayuda y sostenibilidad para personas con discapacidad; A través del programa “Manuela Espejo” que inicio en julio del 2009 con el vicepresidente Lenin Moreno, desarrolló estrategias clave para la inclusión social y económica. Dichas estrategias consisten en la investigación geo referencial que permitan descubrir con exactitud en donde se encuentran y en qué condiciones viven determinando así sus necesidades como personas con discapacidad. (CONADIS, Consejo nacional para la igualdad de discapacidades, 2016)

La misión Manuela Espejo fue un referente para países como Brasil, Argentina, México, India o incluso algunos de la Península Arábiga que adoptaron sus estrategias persiguiendo los mismos resultados que se lograron en el Ecuador. (Romero, 2012)

En el Ecuador se sigue luchando desde la vicepresidencia para resguardar los derechos de las personas discapacitadas, se ha logrado mejorar la situación de estas personas en ámbitos de empleo, inclusión social, domicilios con instalaciones dignas y lugares adecuados para el desenvolvimiento de sus actividades laborales. (Romero, 2012)

En el capítulo 1, se describe los fundamentos teóricos necesarios, para la implementación del proyecto, hardware y software.

En el Capítulo 2, se describe el diseño de una aplicación y el desarrollo del software las características del sistema implementado.

En el capítulo 3, se implementa el proyecto y se realiza la prueba de campo en diferentes centros para personas con discapacidad auditiva, y se tabula datos obtenidos mediante encuestas para establecer correctivos a ser realizados, validando las correcciones realizadas.

ANTECEDENTES

1.1. Planteamiento del Problema

El funcionamiento de la sociedad es debido a la comunicación y esta actividad permite intercambiar información entre individuos lo que representa un impedimento entre personas sordo mudas con personas que desconozcan el lenguaje de señas.

La comunicación es la actividad la cual permite el paso de información entre dos o más participantes a través de signos o normas semánticas. Las barreras que se encuentran las personas sordomudas repercuten en su integración social y hasta en contrastes psicológicos, por tal motivo la incorporación de las personas a la sociedad es una necesidad tanto para su autoestima y el reconocimiento social.

1.2. Justificación del proyecto

Es evidente que la educación de las personas sordomudas tiene una importancia fundamental para su proceso de inserción social y laboral, sin embargo se requiere de una comunicación que permita su formación y capacitación, no obstante no todas las personas conocen este lenguaje, por esta razón cuando una persona sordomuda quiere comunicarse con una persona oyente, se debe tener en cuenta el medio de comunicación.

1.3.Objetivo General

Diseñar un prototipo portátil de reconocimiento de señales dactilológicas por medio de visión artificial para la comunicación con personas sordomudas.

1.3.1 Objetivos Específicos

- Realizar un marco teórico de todas las técnicas relacionadas con el proyecto a fin de establecer una base de conocimiento sólido para el desarrollo del mismo.
- Diseñar el hardware para que el prototipo sea funcional y compacto

- Desarrollar el software para que el prototipo pueda usar comunicación bidireccional entre personas con discapacidad auditiva y oyentes.
- Someter las pruebas de campo al prototipo para validar su efectividad y realizar correcciones necesarias.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.4 Marco Referencial

En los últimos años a medida que la tecnología avanzado se han desarrollado diferentes proyectos encaminados a solventar la incapacidad auditiva de las personas por ejemplo la investigación desarrollada por Esteban Chacón titulada “Desarrollo de una interfaz para el reconocimiento automático del lenguaje de signos realizada en el 2013”, establece la necesidad de aprender a leer y escribir que tienen las personas con discapacidad auditiva por esta razón desarrolla un guante que gracias al uso de giroscopios generan valores que son comparados con una base de datos que evalúan y modelan cada signo. (Mosquera, 2013)

La investigación anteriormente expuesta detalla el desarrollo de un guante con el uso de la tecnología de giroscopios a través de la cual se logra generar valores en una base de datos que evalúa y modela cada signo, lográndose de esta forma solventar la incapacidad auditiva de las personas.

Por otro lado Tatiana Pérez desarrollo un portal web para la enseñanza-aprendizaje del lenguaje de señas en la ciudad de Guayaquil que busca ampliar las posibilidades de que el círculo allegado a la persona discapacitada pueda aprender el lenguaje básico de señas con el fin de hacer más dinámica la relación entre las personas con discapacidad y su entorno social, para esto la autora de esta investigación desarrolla una página web capaz de facilitar el aprendizaje del lenguaje de señas de esta manera será más fácil la comunicación con su entorno. (Mendoza, 2014)

La investigación expuesta se enfoca en el desarrollo de un portal web en el cual se potencializa la enseñanza-aprendizaje del lenguaje de señas dirigido especialmente a las personas con discapacidad auditiva de modo que se logre un aprendizaje didáctico de tal lenguaje y por consecuencia un incremento en las capacidades comunicativas de personas sordas.

Las investigaciones expuestas destacan la necesidad de hacer uso de las nuevas tecnologías en la creación de elementos, páginas web, entre otros que faciliten el aprendizaje, conocimiento y utilización del lenguaje de señas, garantizándose un incremento en los niveles comunicativos de personas con condiciones especiales.

1.4.1 Fundamento teórico

- ¿Qué es discapacidad? Evolución y cambio en el concepto

Según la Organización Mundial de la Salud (2001), refirió los siguientes conceptos:

Deficiencia es la anormalidad o pérdida de una estructura corporal o de una función fisiológica. Las funciones fisiológicas incluyen las mentales. Con anormalidad se hace referencia, estrictamente, a una desviación significativa respecto a la norma estadística establecida y solo debe usarse en este sentido. (Organización de las Naciones Unidas, 2006)

Queda de manifiesto en la cita anterior que la discapacidad es un conjunto de desórdenes fisiológicos y mentales que impiden que el organismo realice sus funciones de manera adecuada respetando los límites fisiológicos normales.

Por su parte la Organización de las Naciones Unidas (2006) define a las personas con discapacidad como:

Personas discapacitadas a todas aquellas que presenten deficiencias físicas, mentales, intelectuales o sensoriales a largo plazo que, al interactuar con diversas barreras, puedan impedir su participación plena y efectiva en la sociedad, en igualdad de condiciones con las demás. (Organización de las Naciones Unidas, 2006)

Se clasifica a las personas discapacitadas por sus deficiencias físicas, mentales, intelectuales y sensoriales, las cuales limitan su desenvolvimiento y desempeño en la sociedad, precisando de mecanismos compensatorios que les permitan un desenvolvimiento efectivo en la sociedad.

1.4.2 Tipos de discapacidad

De acuerdo a lo expuesto por el CONADIS, en el Ecuador se reporta un 13,2% de la población en situación de discapacidad y un 48.9% por algún tipo de deficiencia, en las poblaciones menores de cinco años el 64,4%, se conoce como problemas hereditarios o congénitos, el 6,9% se conoce como problemas al momento del parto, es decir; por la falta de atención oportuna, retraso en el llanto del bebé, infecciones al momento de nacer. (CONADIS, 2015)

Las discapacidades pueden ser: motoras, auditivas y visuales, la Tabla 1-1 muestra las diferentes discapacidades que se agrupan en cada una de sus formas.

Tabla 1-1: Clasificación de discapacidades

DISCAPACIDADES		
MOTORAS	AUDITIVAS	VISUALES
• Espina bífida • Traumatismo cráneo encefálico • Parálisis cerebral • Distrofia muscular • Artritis crónica • Lesión medular • Amputaciones	• Sordera ligera • Sordera media • Sordera severa • Sordera profunda	• Ciegos totales • Ceguera congénita • Ceguera adquirida • Visión parcial

Fuente: (Cumellas, 2006)

La mayoría de las discapacidades no son diagnosticadas al momento del nacimiento, por lo que suelen aparecer en los primeros años de vida, según las investigaciones en los hogares cada cinco niños tienen síntomas de deficiencia como se puede observar en la siguiente Tabla 1-2:

Tabla 1-2: Discapacidad en Ecuador

EDAD	Desarrollo físico y mental	Aprendizaje, comunicación o pronunciación	Dificultad para caminar	Auditivo	Visual
9 a 12 años	12%	18%	7%	5%	7%

Fuente: (CONADIS, 2015)

En Ecuador, la atención específica brindada a personas con capacidades diferentes, tuvo sus inicios alrededor de medio siglo atrás, principió por decisión de algunos padres de familia, quienes movidos por la necesidad de encontrar soluciones para los

problemas que aquejaban a sus hijos, encontraron en los países desarrollados nuevas opciones para su cuidado, mismas que para ser empleadas demandaban de la organización privada de ellos.

De acuerdo con el CONADIS, (2015) es en los años 60, donde aparecen los primeros intentos gubernamentales por cubrir las necesidades de las personas con capacidades diferentes y se crean las primeras Escuelas de Educación Especial con el fin de garantizar algunos derechos de este tipo de personas, dándole mayor importancia a la salud, educación e inserción laboral. Lamentablemente, estos intentos no se hicieron eco ya que en esa época el Estado no contaba con una legislación que considere a las personas con discapacidades como vulnerables, lo que incidía directamente en las obligaciones y prioridades del Gobierno. (CONADIS, 2015)

El CONADIS, en el año 2014 llevó a cabo una investigación sobre el tema de discapacidades en el Ecuador, con el fin llevar a la práctica todas las medidas adoptadas en el país sobre éste tema y elaboró el II Plan Nacional de Discapacidades, no obstante, el objetivo propuesto no se cumplió. En la Tabla 1-3 se aprecia claramente los resultados que entrego el censo:

Tabla 1-3: Población con discapacidad y prevalencia de la discapacidad según género por grupos de edad.

GRUPOS DE EDAD	TOTAL	VARONES	MUJERES	TOTAL EN %	% VARONES	% MUJERES
0-4	17.383	10.118	7.720	1.4	1.5	1.2
5-10	102.600	57.567	45.033	5.7	6.1	5.2
11-19	145.388	78.284	67.104	5.7	6.0	5.4
20-40	311.269	159.178	152.091	7.9	8.3	7.4
41-64	503.834	229.444	274.390	19.0	17.8	20.1
65 y más	527.405	244.004	283.401	55.2	52.1	58.1
TOTAL	1'608.334	778.595	829.739	12.1	11.8	12.4

Fuente: (CONADIS, 2015)

En cuanto a zona geográfica, el censo realizado por el CONADIS en 2014, permitió establecer que la distribución es más prevalente en la Sierra con el 13.4%, en relación a la Costa y la Amazonía cuyos índices fueron del 11.1% y 11.3% respectivamente como se indica en la Tabla 1-4.

Tabla 1-4: Población con discapacidad y prevalencia de la discapacidad según zona de residencia.

ZONA DE RESIDENCIA	POBLACIÓN TOTAL	PERSONAS CON DISCAPACIDAD	PREVALENCIA (%)
URBANA	8'829.994	1'020.590	11.6
RURAL	4'413.990	587.744	13.3
TOTAL	13'243.984	1.608.334	12.1

Fuente: (CONADIS, 2015)

Tabla 1-5: Población con discapacidad y prevalencia de la discapacidad según región de residencia.

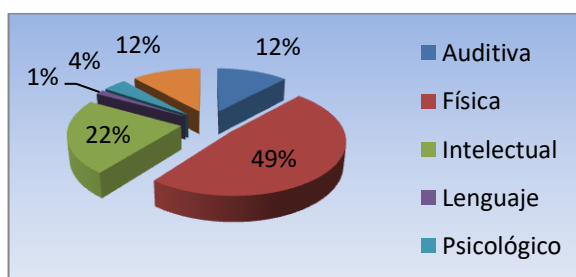
ZONA DE RESIDENCIA	POBLACIÓN TOTAL	PERSONAS CON DISCAPACIDAD	PREVALENCIA (%)
SIERRA	5'924.053	794.578	13.4
COSTA	6'698.745	743.548	11.1
AMAZONÍA	621.185	70.209	11.3
TOTAL	13'243.984	1.608.334	12.1

Fuente: (CONADIS, 2015)

Diario Ultimas Noticias (2014) en su publicación Misión Manual Espejo explica que desde inicios del Proyecto la Vicepresidencia ubicó más de 26.327 casos considerados críticos, como se indica en la Tabla 1-3 los cuales adicionalmente se encontraban en extrema pobreza y actualmente reciben ayuda prioritaria. (Barrera, 2014)

Actualmente, de acuerdo a los informes remitidos por el CONADIS, el número de personas con discapacidad carnetizadas a nivel nacional es: 350.860, de las cuales: 42.141 tienen discapacidad auditiva, 170.250 física, 78.908 intelectual, 4.924 lenguaje, 13.890 psicológico y 40.747 visual. Siendo la de mayor afectación la discapacidad física con el (49%).

Figura 1-1: Porcentaje de las discapacidades presentadas por los carnetizados del CONADIS 2013



Fuente: <http://www.prenatal.tv/ecuador/inicio.htm>

Las provincias con más incidencia son: la Provincia de Guayas con: 78.384 (22.34%); Pichincha con 49.816 (14.19%) y Manabí con 41.413 (11.80%). En cuanto a género las mujeres discapacitadas representan el 44% con un número de 154.352 y los hombres el 56% con un número de 196.508 como se indica en el Figura 1-1.

En cuanto a edad, 290.107 corresponden a mayores de 18 años y 60.753 menores de edad, situación que evidencia una amplia mayoría de discapacitados mayores de edad ante una minoría de discapacitados menores de edad.

1.4.3 Las señas dactilológicas o lenguaje de Señas

El lenguaje de señas se revela como una de las manifestaciones de comunicación básicas en el desarrollo del ser humano, remontándose su uso a las primeras comunidades de seres humanos que poseían un lenguaje oral limitado, el cual complementaban con el lenguaje de señas, el mismo que ha mantenido plena vigencia hasta la actualidad. (Barrera, 2014)

Cabe destacar que personas con condiciones especiales como la sordera han desarrollado el lenguaje de señas de forma tal que el mismo les garantiza una plena comunicación, debe señalarse que se documenta el lenguaje de señas en el Siglo XVI por el Dr. Jerónimo Cardano galeno del norte de Italia, el cual documentó el amplio uso del lenguaje de señas no solamente por personas con condiciones especiales sino también como una forma cotidiana de comunicación utilizada por los habitantes del norte de Italia.

El lenguaje de señas permitió a las primeras civilizaciones de la humanidad establecer relaciones comerciales, diplomáticas y actuar de manera general como un elemento que complementaba todo tipo de intercambios, es de tomarse en cuenta que el ser humano antes de aprender cualquier tipo de idioma desarrolla capacidades de comunicación a través de gestos y señas, de ahí que puede asegurarse que el lenguaje de señas posee un carácter eminentemente universal.

1.4.4 El Diccionario de señas

El lenguaje de señas nace gracias a Juan Pablo Bonet en el año 1620, por su publicación “Reducción de las letras y Arte para enseñar a hablar a los mudos” el cual fue considerado como la primera publicación en la que se proponía el uso de señales alfabéticas configuradas manualmente, divulgando mundialmente el alfabeto manual. (Cuesta, 2012)

El alfabeto manual involucra simultáneamente la forma, la orientación, movimiento de las manos, incluso expresiones faciales para comunicarse, es muy parecido al lenguaje hablado también llamado “lenguaje oral” por este motivo los dos son considerados lenguajes naturales.

El lenguaje de señas es usado principalmente por personas con discapacidad auditiva (HIPOACÚSICOS) y también por personas que pueden oír pero físicamente no pueden hablar, no se tiene claro cuántos lenguajes de señas hay en el mundo ya que cada país tiene su propio lenguaje de señas incluso algunos países tienen más de uno.

Los hipoacúsicos de nacimiento o también llamados sordos profundos tienen una pérdida de más de 70 decibelios (dB) de audición y en algunos casos experimentan pérdida de equilibrio y mareos, no nacen con un lenguaje natural presentando problemas de comunicación con sus padres que en la mayoría de los casos son oyentes y desconocen del lenguaje de señas y tratan de enseñar el lenguaje de señas como a una persona oyente por fonemas asociando una letra a una figura pero en este caso no es funcional el asociar una letra a una imagen por ejemplo la letra “C” sea asociada a la imagen de un casa, la persona no va a relacionar la “C” con la letra sino a la imagen que ya tiene otro significado y en lenguaje de señas es la unión de otras señas. La hipoacusia no siempre es de nacimiento, puede ser provocada por factores externos como meningitis, virus, infección e incluso por un golpe en la cabeza. (Salud, s.f.)

Según el RNID (Real Instituto Nacional para Sordos) en su estudio llamado “Breaking the sound barrier” en el año 1999 el 71% de personas que poseen esta

discapacidad se sienten aislados, evitando a personas nuevas y teniendo problemas para desenvolverse en lugares públicos. (Ponce, 2011)

1.4.5 Los Diccionarios de señas en el Ecuador

Ecuador tiene dos diccionarios de lenguas de señas que fueron publicadas por diferentes organizaciones de personas sordas Asociación de Personas Sordas de Pichincha, (“APSOP”), Federación Nacional de Personas Sordas del Ecuador, (“FENASEC”).

- La APSOP

Antes conocida como Sociedad de Sordos Adultos “Fray Luis Ponce de León”. APSOP fue fundada el 31 de julio 1978 es una fundación sin ánimos de lucro y su objetivo es ayudar a personas sordas de Pichincha con políticas de trabajo, y la promoción del desarrollo individual colectivo, esta fundación junto a una fundación interamericana en un proyecto llamado mano a mano con personas sordas de Guayaquil publicaron el libro – diccionario de señas ecuatoriano en 1987 llamado “guía básica sobre una comunicación especial tomo I” , estas contienen señas básicas de Quito y Guayaquil, como se observa en la Figura 1-2 (APSOP, 1978)

Figura 1-2: Primer libro de señas



Elaboración: APSOP (Miguel Santillán - Alfabeto)

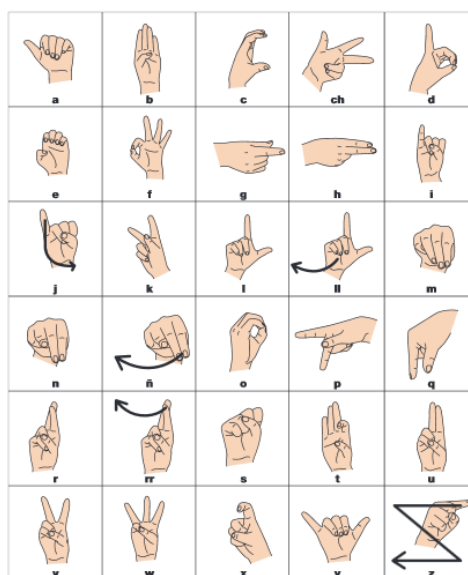
Fuente: www.sordosecuador.com/lengua-de-senas/

- **FENASEC**

Fundada el 26 de abril de 1986, su objetivo es unificar y normalizar el lenguaje de señas en todo el territorio Ecuatoriano, en el 2012 con el apoyo de la vicepresidencia del Ecuador crean el segundo diccionario que contiene aproximadamente 4000 señas, la publicación llamada diccionario oficial de la lengua de señas ecuatoriana.

La FENASEC junto a la CONADIS en junio del 2014 crean el diccionario virtual de la lengua de señas Ecuatoriana “Gabriel Román”, este diccionario se basas en dos lenguajes anteriores, está formado por imágenes y videos en YouTube, como se indica en la Figura 1-3, lo cual se puede observar en el enlace: <http://plataformaconadis.gob.ec/diccionario/>, en el cual se puede evidenciar el alfabeto narrado en señas, de forma clara, sencilla, amena, detallándose las posturas de las manos para indicar las diferentes vocales y consonantes que conforman el alfabeto. (CONADIS, FENASEC, 1986).

Figura 1-3 Señas Ecuatorianas



Elaboración: FENASEC (Miguel Santillán - Alfabeto)

Fuente: www.sordosecuador.com/lengua-de-senas/

1.4.6 La inteligencia artificial

La inteligencia artificial puede ser definida como aquella que se deriva de destrezas y habilidades desarrolladas por máquinas, las cuales imitan las funciones cognitivas del ser humano, cabe destacar que los primeros elementos que proveyeron al ser humano de ayuda en la resolución de cálculos y problemas matemáticos se remontan al año 2300 A.C., en la región Mesopotámica, siendo el ábaco la génesis de creaciones posteriores que darían lugar a la inteligencia artificial. (García, 2013)

Registros de la antigüedad ubican el primer mecanismo de inteligencia artificial en la antigua Grecia en el año 100 A.C., denominado mecanismo de anticitera, el cual es considerado en la actualidad como el primer computador análogo mecánico, el cual fue observado como la primera muestra palpable de inteligencia artificial. (Marín, 2010)

Por otra parte el matemático Al Jazarí, en el año 1206 también creó un primitivo sistema de programación mecánica, el cual realizaba complejas operaciones matemáticas, siendo uno de los pioneros en el desarrollo de la actual cibernética y computación. (Marín, 2010)

También en la antigua China, hacia el año 1100 el investigador y matemático Su Song, desarrolló sistemas complejos de relojería astronómica capaces de calcular fenómenos naturales, así como crear mapas estelares que aun en la actualidad son fuente de estudio e investigación. (Marín, 2010)

La inteligencia artificial en la actualidad se basa en los principios de John McCarthy, el cual la definió como la capacidad de crear máquinas inteligentes a partir de programas de cómputo, las cuales se basan en pilares como el algoritmo genético, redes de neuronas artificiales y el razonamiento lógico análogo al pensamiento abstracto humano, dicha nueva inteligencia artificial se utiliza en la actualidad en la producción industrial a través de sistemas de control y planificación automática.

También es de destacar que la inteligencia artificial se ha aplicado en numerosos software, juegos de estrategia y videojuegos que han contribuido a desarrollar nuevos niveles en la toma de decisiones y resolución de problemas y aprendizaje.

La inteligencia artificial se revela como un nuevo horizonte de oportunidades en el desarrollo del pensamiento humano y la potencialización de sus destrezas y habilidades para lograr mayores niveles de aprendizaje y por ende de desarrollo humano.

- La visión artificial

La visión artificial se revela como la capacidad de máquinas inteligentes, es decir computadoras de captar los diferentes elementos que las circundan plasmando tales informaciones en forma de imágenes las cuales podrán ser procesadas, analizadas y traspoladas a información numérica o simbólica. (Norving, 2012)

La visión artificial es tratar de dotar con reconocimiento mediante una cámara a una computadora, es una forma de asemejar a los humanos ya que trata de imitar la visión humana para obtener y analizar las características y de una imagen.

Conocida también como visión por computador es un campo de la inteligencia artificial que permite la adquisición y el procesamiento a través de imágenes digitales para obtener información.

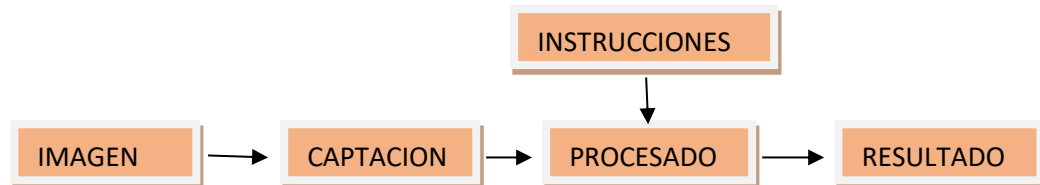
Influyen muchos factores a la hora de trabajar con visión artificial que afectan su desarrollo como la escala, la iluminación, la deformación, los mismos equipos de captación de imágenes influyen no solo por la resolución que estos tengan si no también introduciendo una distorsión en las imágenes. (Norvig, 2004)

La visión artificial está compuesta por algunos procesos los cuales son dedicados al análisis de imágenes como la captación de imágenes memorización o reconocimiento de la imagen, procesado y la interpretación de resultados. Como se observa en la Figura 1-4.

La visión artificial puede ser usada tanto en la industria como en la vida cotidiana, hay varias tareas que se pueden realizar gracias a diferentes algoritmos que se pueden programar según la necesidad como para automatizar tareas repetitivas de inspección o clasificación de objetos o datos que son realizadas por operadores, determinar la posición de un objeto por su forma o coordenadas, clasificación por color. (Norvig, 2004)

Algunas marcas como Festo sacan al mercado equipos de visión artificial asegurando a sus clientes una calidad total y máxima fiabilidad en sus procesos ya que el uso de estos equipos no solo controlan y los estabilizan las actividades sino que contribuyen significativamente al ahorro de costos manteniendo la calidad desde el inicio hasta la obtención del producto final.

Figura 1-4 Proceso de la Visión Artificial



Fuente: <http://www.etitudela.com/celula/downloads/visionartificial.pdf>

- Funciones e importancia de la visión artificial

La visión artificial ha permitido el desarrollo de nuevas tecnologías en áreas económicas tales como elaboraciones de equipos, alimentos, medicamentos y del mismo modo ha pasado a ser parte inseparable de los sistemas de vigilancia y protección, los cuales han incrementado significativamente su eficiencia y eficacia con el uso de esta nueva tecnología que garantiza una identificación precisa de individuos, animales, objetos y en general el entorno, el cual es analizado por sistemas de inteligencia artificial. (Pajares, 2011)

Por otra parte cabe destacar que en la actualidad se desarrollan nuevos sistemas de visión artificial a ser utilizados en los próximos años en las ciencias médicas de modo que se proyecta reducir los índices de ceguera nocturna y diurna provocada por diversas patologías que hasta el momento no podían ser tratadas con efectividad.

Del mismo modo la visión artificial ha sido utilizada en proyectos de exploración espacial con el objetivo de determinar y ubicar planetas en los que pueda desarrollarse la vida humana en condiciones similares a las del planeta tierra, lográndose descubrir a través de estos nuevos programas evidencias que indican la existencia de agua en planetas como Marte de modo que no se descarta la posibilidad de encontrar vida.

La visión artificial también está siendo ampliamente utilizada en nuevas tecnologías como la impresión 3D, de modo que se logra una reproducción idéntica de objetos, personas y animales con un nivel de exactitud de un 99.9%, de ahí que la visión artificial se revele como una herramienta imprescindible para el desarrollo de nuevas tecnologías de producción industrial. (Ponce, 2011)

Se aplica la visión artificial en tecnología médica que permite explorar de forma segura y poco invasiva los sistemas fisiológicos del ser humano, así como los aparatos de locomoción y reproducción con el objetivo de detectar patologías en estados iniciales y lograr tratamientos de mayor efectividad.

1.4.7 Máquinas de aprendizaje

Las máquinas de aprendizaje están relacionada con muchas ramas como la ciencia del conocimiento, ciencia de la computación, estadística, biología, psicología y neurología, son sistemas que permiten adquirir autónomamente un conocimiento para realizarlos de una forma más eficiente la próxima vez detectando los errores y corrigiéndolos aumentando su eficiencia y efectividad ,está formado por varios algoritmos como la regresión lineal, K vecinos más cercanos, máquinas de soporte vectorial (SVM), agrupación plana, agrupación jerárquica y redes neuronales. (Ponce, 2011)

El aprendizaje automático se destaca como un sub campo de las ciencias de la computación derivándose de la llamada rama de inteligencia artificial a través de las cuales se desarrollan nuevas técnicas que garantizan a la máquina no solamente desarrollar operaciones de resolución de problemas, sino al mismo tiempo la

adquisición de destrezas y habilidades cognitivas que le permitan al sistema retroalimentarse y ganar un mayor horizonte cognitivo.

Investigadores del tema como Paúl Torres y Gabriel Reyes aseguran que el aprendizaje automático se respalda en la estadística computacional, la cual garantiza un análisis efectivo de los datos e informaciones con los que interactúa el sistema derivándose de dichos resultados nuevas capacidades y destrezas cognitivas. (Torres, 2014)

El aprendizaje automático se aborda como la destreza o habilidad de una máquina de mejorar de forma continua sus destrezas y habilidades cognitivas a través de métodos matemáticos que aseguran la creación de nuevas aplicaciones, las cuales hacen que el desenvolvimiento del sistema posea un nivel elevado de autonomía y retroalimentación que facilite su funcionamiento. (Turing, 2013)

El aprendizaje automático a su vez se enfoca en el desarrollo de modelos geométricos, probabilísticos y lógicos que al confluir incrementan significativamente las capacidades del sistema de lograr un enfoque crítico, realista y actualizado de las problemáticas a ser resueltas.

1.4.8 Regresión Lineal

Cabe resaltar que la la regresión lineal o ajuste lineal se revela como el modelo matemático más utilizado para lograr la aproximación de la relación de dependencia entre una variable dependiente y variables independientes, así como un término aleatorio.

A través de la regresión lineal se logra que los parámetros evaluados de las variables independientes y el número de parámetros independientes se evalúen de modo que se pueda tener como resultado la regresión, la cual podrá ser lineal y contrastada con la regresión no lineal.

El modelo de regresión lineal a su vez es capaz de relacionar la variable dependiente o cualquier transformación que la misma genere en el hiper plano de parámetros

desconocidos, pudiendo la perturbación aleatoria abarcar la totalidad de factores de la realidad no controlables u observables asociados con el azar, derivándose de ahí el modelo y carácter estocástico, la problemática de la regresión está dada por la elección de valores determinados para parámetros desconocidos, lográndose de esta forma que la ecuación quede completamente especificada. (Gaudioso, 2012)

El algoritmo K vecinos más cercanos, se revela como el método de clasificación supervisada a través del cual se estima la función de densidad de las predictoras por cada clase, dicho método se revela como de tipo no paramétrico, estimando el valor de la función de densidad de probabilidad o directamente la probabilidad de las predictoras por cada clase.

Dicho método no hace suposiciones acerca de la distribución de las variables predictoras, en el mismo se logra un reconocimiento de patrones con el algoritmo k-nn, utilizado en la clasificación de elementos a partir de un entrenamiento basado en ejemplos cercanos en el espacio de tipo “Lazy Learning”, de modo que se logra que la función se aproxime solo localmente mientras que el computo se difiere a la clasificación. (Pajares, 2011)

1.4.9 Máquinas de Soporte Vectorial

Las máquinas de soporte vectorial (SVM) pueden ser definidas como el conjunto de algoritmos de aprendizaje supervisado los cuales fueron desarrollados por Vladimir Vapnik y el equipo de Laboratorio AT&T, el aprendizaje supervisado a su vez se revela como la técnica que se logra a partir de datos de entrenamiento o vectores los cuales se componen por pares de entradas y resultados deseados.

La máquina de vectores de soporte se relaciona con problemas de clasificación y regresión, tomándose en cuenta un conjunto de ejemplos de entrenamiento o muestras las cuales se clasifican entrenándose una SVM de modo que se construye un modelo de predicción de la clase de la nueva muestra.

El SVM o máquina de vector de soporte es el modelo que representa a los puntos de muestra en el espacio dividiendo las clases a dos espacios a través de un hiper plano de separación definido como el vector entre los dos puntos de las dos clases más cercanas al que se denomina vector soporte. (Sossa, 2013)

1.4.10 Red Neuronal

La red neuronal puede ser definida como una nueva creación de sistemas computarizados que se interconectan entre sí imitando modelos biológicos, basados en modelos matemáticos compuestos por un conjunto de elementos procesales organizados en niveles.

Otros investigadores como Martín del Brío definen a la red neuronal como el sistema computarizado compuesto de elementos simples y procesos con un elevado nivel de interconexión de modo que se logra el procesamiento de información de manera inmediata en la medida que la información es receptada por el sistema computarizado. (Martin del Brío, 2014)

También se definen a las redes neuronales artificiales como un complejo sistema de redes interconectadas de forma masiva haciéndose uso de elementos simples con un elevado nivel de adaptación que interactúan basándose en una organización jerárquica de modo que se logra una reacción con estímulos externos a un nivel similar al verificado en el sistema nervioso biológico.

1.4.11 Computadoras embebidas

El sistema embebido, en realidad un anglicismo de la palabra EMBEDDED, lo cual significa incrustado, empotrado, es el sistema de computación elaborado con el objetivo de llevar a cabo una o pocas funciones dirigidas a la puesta de un sistema de computación en tiempo real. (Marín, 2010)

El sistema embebido se utiliza para cumplir con tareas específicas de modo que no puede realizar un conjunto de funciones amplias como las computadoras personales o PC, siendo la ventaja de dicho sistema que el mismo realiza sus actividades en

concordancia con una situación actual y real, existen un sinnúmero de ejemplos del sistema embebido.

Pudiéndose resaltar aquellos que se utilizan en máquinas expendedoras, sistemas de control de acceso, entre otros caracterizándose por la facilidad de programación de los mismos, la cual es controlada por un microprocesador, el cual se encuentra incorporado directamente a dicho sistema haciéndose uso de compiladores específicos para garantizar un tiempo de respuesta inmediato.

Otra ventaja de los sistemas embebidos está dada por la facilidad de producción de los mismos y sus costos económicos dados por el uso de procesadores y memorias pequeñas que le permiten cumplir con funciones determinadas de forma efectiva y económica. Los sistemas embebidos han ganado un amplio interés en el mercado internacional dado que los mismos son capaces de cumplir efectivamente tareas de procesamiento en tiempo real.

1.4.12 Open Cv

Se revela como la biblioteca libre de visión artificial desarrollada inicialmente por INTEL, en su primera versión alfa se dio a conocer a finales de la década del 90 del siglo pasado, siendo utilizada en una amplia gama de aplicaciones, la cual se extiende desde sistemas de seguridad con detección de movimiento hasta aplicaciones de control de procesos. (Hopcrof, 2012)

La amplia versatilidad de la biblioteca libre Open CV se debe en gran medida a que ha sido publicada bajo la licencia BSD (Berkeley Software Distribution), la cual garantiza una utilización libre y sin ningún tipo de costo para propósitos comerciales y de investigación.

La biblioteca libre de visión artificial actualmente posee versiones para GNU/Linux, Mac, OS X y Windows, abarcando más de 500 funciones en las cuales se verifican numerosas áreas en el proceso de visión entre las que destaca el reconocimiento de objetos, calibración de cámaras, visión etérea y visión robótica.

Cabe señalar que la biblioteca de libre visión artificial ha sido utilizada en los sistemas de exploración espacial evidenciándose su alta confiabilidad, elevado nivel tecnológico y capacidades para ser utilizada en el reconocimiento de objetos.

1.4.13 Python

Python, puede ser definido como el lenguaje de programación creado a finales de la década del 80 del siglo pasado por Guido Vanrossun en Holanda como el sucesor del lenguaje de programación ABC (Lenguaje Basado en Basic), logrando un mejor manejo de secciones e interacción con el sistema operativo AMOEBA. (Hopcrof, 2012)

En la publicación de la versión 0.9 de Python realizada por Vanrossun en el año 1991 se dan a conocer clases con herencia, manejo de secciones, funciones y tipos modulares tales como STR, LIST, DICT, entre otros.

El lenguaje de programación Python ha ido desarrollándose paulatinamente con varias versiones posteriores hasta el año 2000 en la cual se lanzó la versión 2.0 con una mayor cantidad de traslapo, lográndose la fusión dada la calidad de dicha versión entre los laboratorios FITON, LAB y DIGITAL CREATIONS. (Jiménez, 2013).

1.4.14 Cámaras fotográficas RGB

La cámara digital fotográfica puede ser definida como aquella que posee un sistema electrónico capaz de captar imágenes y almacenar las mismas en formato digital brindando una alta resolución superior a las cámaras convencionales. (Morales, 2011)

Las cámaras digitales poseen amplias ventajas sobre las cámaras de rollo dado que las mismas brindan una imagen mucho más nítida, capaz de ser difundida de forma inmediata sin necesidad de procesos de revelado.

Por otra parte es de recalcar que las cámaras digitales se caracterizan por su fácil manejo, versatilidad y adaptación plena a las diferentes condiciones que puedan

afectar la fotografía, el fácil manejo de la cámara digital está dado por la existencia de una pantalla LCD y botones integrados para cumplir funciones como borrar, copiar, acercar, entre otras.

Entre las diferentes partes que componen la cámara digital destaca el:

1. Disparador, elemento clave que le permite determinar al usuario el momento oportuno para tomar la fotografía.
2. Flash, elemento a través del cual se logra una iluminación efectiva al momento de tomar la foto captándose todos los detalles a ser considerados.
3. El visor manual es el elemento que permite al fotógrafo visualizar con un solo ojo el objetivo a ser fotografiado.
4. La cubierta es el elemento que puede ser elaborado a partir de plástico metal, cuya función principal está dada por garantizar la protección efectiva de los circuitos internos del equipo, destacando del mismo modo un elemento estético.
5. Visor digital, se revela como el juego de lentes cuya función garantiza un enfoque efectivo del objetivo a ser fotografiado.
6. Puerto, elemento a través del cual se logra descargar las fotografías hacia computadoras e impresoras.
7. Porta baterías, elemento en el cual se almacenan baterías, elemento capaz de suministrar la electricidad necesaria para el uso de la cámara.
8. Pantalla LCD, la misma permite enfocar el objetivo a ser fotografiado sin necesidad del visor manual, lográndose de esta forma un enfoque abarcador del objetivo.
9. Controles digitales, los mismos garantizan funciones como el acercamiento, borrado, edición, textos, entre otros. (Sossa, 2013)

La resolución de la imagen de las cámaras fotográficas digitales se subordinan a la calidad del sensor de la cámara, el cual generalmente puede ser del tipo CCD (Dispositivo con carga acoplada) o CMOS (Semiconductor complementario de oxido metálico), el cual es el encargado de dar respuesta a las diferentes señales de luz en sustitución del film fotográfico tradicional. (Turing, 2013)

El sensor de resolución de imagen a su vez está compuesto por millones de cubos, los cuales se cargan ante estímulos lumínicos, respondiendo a una gama limitada de longitudes de onda ligera dadas por un filtro de color que poseen dichos cubos.

Los cubos se denominan píxeles, haciéndose uso de un algoritmo de mosaicismo e interpolación que une la imagen de cada gama de longitud de onda por pixel confluyendo en una imagen RGB, en la cual se encuentran 3 imágenes de un pixel en representación de un color completo.

Los sensores CCD son capaces de transportar la carga a través del chip hacia un conversor analógico – digital en el cual se convierte el valor de los píxeles en valores digitales en dependencia de la carga que lleven los mismos.

La cantidad de píxeles resultantes en la imagen determina su tamaño, de ahí que una imagen de 640 píxeles de ancho por 480 píxeles de largo tendrá un valor de 307 kilo píxeles.

1.4.15 Pantalla HD

El objetivo de la alta definición está dado por incrementar la resolución que brindan los diferentes equipos de reproducción de videos, así como formatos y soportes que los almacenan y realizan la transmisión. (Jiménez, 2013)

Cabe recalcar que entre las características en alta definición deben señalarse el incremento del número de líneas horizontales y verticales que subdividen la pantalla, imagen o fotograma de modo que se logra un incremento directamente proporcional del número de píxeles.

Por otra parte debe señalarse el cambio en la relación de aspecto, la cual está dada por la proporción existente entre la altura y ancho de una imagen la cual pasa a ser de 4:3. en la tecnología estándar a 16:9 en la tecnología de alta definición.

La alta definición es el sistema de imagen, video o sonido caracterizado por alcanzar una mayor definición que los sistemas no digitales de modo que logre alcanzar resoluciones de 1280 por 720 píxeles o de 1920 por 1080 píxeles. (Gaudioso, 2012)

Esta nueva técnica se caracteriza por poseer dualidad de barrido entre progresivo y entrelazado, así como una frecuencia de repetición de cuadro por segundo variable con el objetivo de satisfacer las necesidades de los usuarios con valores que oscilan entre 24, 25, 30, 50 o 60 (FPS), otras características técnicas de la alta definición están dadas por poseer una relación de aspecto fija con un valor de 16:9 (widescreen), también dicha tecnología posee la capacidad de eliminar los defectos del pal o línea de fase alterada y del ETSC.

CAPÍTULO 2

DISEÑO DE LA APLICACIÓN E IMPLEMENTACION DEL HARDWARE.

En el presente capítulo se detalla el software y hardware empleado en el desarrollo del prototipo sus conexiones, como el uso de bibliotecas y su funcionamiento en general.

Para una persona con discapacidad pueden variar la manera comunicación y se deben encontrar métodos alternativos para que se desarrolle con fluidez, se tomó en cuenta el problema que presentaba una persona con discapacidad auditiva al tratar de comunicarse con una persona oyente que desconoce del lenguaje de señas, y las dificultades que se presentan al aprender el lenguaje dactilológico.

Gracias a los avances que se desarrollan día día en la tecnología y los diferentes métodos se consideró el uso de la visión artificial para captar las imágenes de las señas y así traducirlas al lenguaje natural para que se realizará la comunicación. Al necesitar capturar las imágenes y procesarlas por medio de un software para traducir dichas imágenes a letras e ir formando palabras se vio necesario el uso de los siguientes materiales: Cámara para capturar las imágenes, un sistema embebido gracias a su tamaño donde se permite el procesamiento de la imagen capturada por medio del software de visión artificial y así ser traducida a lenguaje natural para luego ser presentada en una Pantalla y cerrar el lazo de comunicación.

2.1 Modelos de Computadora Embebida

Dentro de las computadoras embebidas se encuentran varias marcas como: Banana pi, Odroid, Raspberry, cada una con diferentes características en sus interfaces, sistemas operativos, CPU, almacenamiento, tamaño. En la Tabla 2-1 se presenta un estudio comparativo de cada una de ellas.

Tabla 2-1: Tabla comparativa de Computadoras Embebidas

TARJETAS	Procesador	RAM	Memoria	Software	Dimensiones	Costo	SALIDA DE VIDEO
BNANA PI	ARM7 1GHZ	1GB	X Hasta 64 gb	DEBIAN ANDROID UBUNTU X	92X60mm	57,2\$	HDMI LVDS X
RASPBERRY	X ARM CORTEX 2GHZ	X 1GB	X Hasta 64 gb	X LINUX DEBIAN UBUNTU WINDOWS 10 X	X 85.6 x 56.5 mm	X 35\$	X HDMI,DSI,LV DS X
ORDROID-C1	ARM CORTEX 1,2 GHZ	1GB	X Hasta 64 gb	ANDROID UBUNTU X	106,68mmx 71,12mm	59 \$	HDMI ,LVDS X

Autor: Bryan Rueda

Lo que se busca en una computadora embebida es mayor memoria RAM para el procesamiento de imágenes, tenga varias interfaces de salidas, funcione en base a software libre, la de menor costo del mercado.

Después de analizar las características de las tres tarjetas se llegó a la conclusión que la Raspberry Pi tres como se indica en la figura 2-1, llena las expectativas para ser usada en el prototipo ya que presenta las siguientes características:

- **Procesador:** se escogió la Raspberry Pi con un procesador ARM a 2GHZ ya que en las otras alternativas de tarjetas el procesador es inferior al de esta tarjeta.
- **Memoria RAM:** de las tres tarjetas es similar en su capacidad, sin embargo se escogió la Raspberry Pi tres debido al procesador.
- **Memoria ROM:** al analizar la memoria que soportan las tarjetas se encontró que sus características son similares ya que poseen un puerto que permite trabajar con una tarjeta extraíble SD de 4Gb hasta 64Gb.
- **Software:** Cuando de este elemento se trata se escogió la Raspberry Pi tres puesto que presenta mayor compatibilidad con más número de sistemas operativos.
- **Dimensiones:** debido al planteamiento del prototipo se debe escoger una tarjeta que permita la portabilidad del prototipo, por esta razón se escoge la

Raspberry Pi ya que sus dimensiones son 85.6mm x56.5mm que son inferiores a las otras opciones haciendo con ello un prototipo más compacto.

- **Costo:** Para cualquier producto el costo es un factor definitorio, la tarjeta de menor costo en este caso fue la Raspberry Pi tres entre las opciones analizadas
- **Salida de Video:** las tres tarjetas tienen las mismas características y puertos las cuales presentan una salida en HD (High Definition).

Figura 2-1: Raspberry Pi 3



Autor: Bryan Rueda

2.2 Cámara

Al elegir la Raspberry Pi tres como la tarjeta embebida a ser utilizada para el módulo, esta presenta dos opciones de conexiones para el sistema de adquisición de imágenes. La primera es el puerto USB donde se puede conectar cualquier webcam del mercado o las cámaras propias de Raspberry que se conectan mediante el puerto DSI. En la Tabla 2-2 se puede apreciar un estudio comparativo de los sistemas de adquisición de imagen.

Tabla 2-2: Sistemas de Adquisición de Imágenes

CAMARA	RESOLUCION	TIPO DE CONEXIÓN	TAMAÑO	COSTO
WEBCAM	640X840 PIXELES	USB/PREVA CUNFIGURA CION	100mm x 100mm	\$ 15 X
Pi camera v1	2592x1944 5MP	X CSI	X 35mmx 40mm	X \$ 15
PiNoIR	2592x1944 5MP	X CSI	X 35mmx 40mm	X \$ 18

Autor: Bryan Rueda

Se necesita un sistema de adquisicion de imágenes de alta resolución que tenga conexión nativa con la raspberry de pequeño tamaño y bajo costo en el mercado, de tal manera que se utilizará la Pi Camera v1, como se observa en la Figura 2-2 para el prototipo que presenta las siguientes características:

-Resolución: 5 megapíxeles

-Tipo de conexión: Puerto CSI no necesita configuración previa para su comunicación

-Tamaño: 35mm x 40mm tamaño mínimo lo que facilita que el prototipo sea portátil.

- Costo: a pesar de tener similar costo que una webcam se escogió la Pi Cámara por que presenta más cualidades aplicables al prototipo.

Figura 2-2: Raspicam



Fuente: <https://www.raspberrypi.org/about/>

2.3 Base Pedestal

Se realiza una base tipo pedestal de acrílico como se aprecia en la Figura 2-3, para montar la pantalla, la Raspberry Pi tres y la cámara. Es un diseño sencillo y ligero basado en un diseño original de la Raspberry para la pantalla de 7" la cual permite acoplar la pantalla a la base por medio de 4 pernos y colocar el prototipo en una superficie plana sin la necesidad de sostenerlo lo que facilita la manipulación y captura de imágenes y ayuda a que el prototipo sea portable.

Figura 2-3: Base de Mica



Autor: Bryan Rueda

2.4 Pantalla

Tabla 2-3: Pantallas

PANTALLA	RESOLUCION		TIPO DE		TAMAÑO		COSTO	
TFT 5,2"	480x3rgbx854		GPIO		70.45mm x127.06mm		\$ 22	X
Pantalla 7"	800x480	X	DSI	X	7"	X	\$ 67	X

Autor : Bryan Rueda

Se necesita mayor resolución para que el usuario aprecie de forma clara las imágenes, que tenga una conexión nativa y bajo costo. En base a este requerimiento se optó por la pantalla de 7" a usar a pesar de su costo elevado. Como se observa en la figura 2-4.

Figura 2-4 Pantalla



Elaboración: Raspberry Pi

Fuente: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-touch-display/>

Con el análisis hasta aquí expuesto se detalla los elementos constitutivos del hardware para el prototipo.

- Pi Cámara
- Pantalla 7" oficial Raspberry
- Base o pedestal
- Raspberry Pi tres

2.5 Software

Raspbian puede utilizar varios sistemas operativos. Raspbian es el sistema oficial de raspberry y algunos sistemas operativos creados por terceros Snappy Ubuntu, Ubuntu mate, Windows 10 iot core, Osmc, Pinet, Libreelec. Estos sistemas operativos pueden ser descargados desde la página oficial de Raspberry: <https://www.raspberrypi.org/downloads/>.

Raspbian consta de varias versiones entre ellos: Noobs, Noobs lite que se recomiendan su uso para personas principiantes y Raspbian Jessie with Pixel y Raspbian Jessie lite que suelen venir pre-instalada con algunos softwares como Python, Scratch, Sonic Pi, Java.

Se decidió el uso de Raspbian por ser el sistema oficial de Raspberry y por la ayuda que viene con algún software adicional como Python que fue escogido por ser una herramienta libre de programación, amigable y fácil de aprender.

Hay varias versiones de Python, ya que sigue en desarrollo constante, pero entre versiones van surgiendo mejoras y el cambio de sintaxis al momento de programar. Python versión 2.7 sus librerías y recursos ya están desarrollados así como varios ejemplos y tutoriales de programación mientras la versión nueva aún continúa en desarrollo, para evitar cualquier inconveniente con compatibilidad y recursos se decide utilizar Python versión 2.7

Esta aplicación usa Python 2.7 con OpenCV utilizando el algoritmo SVM (Support Vector Machine) permite el procesamiento y clasificación de videos e imágenes para el reconocimiento de las señas dactilológicas.

Para el funcionamiento de OpenCV con Python se debe preparar la raspberry para el funcionamiento actualizando su sistema este proceso se realiza mediante el comando **\$ sudo apt-get** y realizando la instalación de los paquetes y librerías necesarias.

Se debe instalar herramientas del desarrollador de opencv necesarias para el funcionamiento por medio del comando : **\$ sudo apt-get install build-essential git cmake pkg-config**

Para la instalación de opencv es necesario preinstalar unos repositorios que fueron obtenidos desde OpenCV repository from GitHub con un tiempo aproximado de instalación de 8 min mediante los comandos :

```
$ cd ~  
$ git clone https://github.com/Itseez/opencv.git  
$ cd opencv  
$ git checkout 3.0.0  
$ cd ~  
$ git clone https://github.com/Itseez/opencv_contrib.git  
$ cd opencv_contrib  
$ git checkout 3.0.0
```

El programa consta con dos partes la primera es el entrenador donde captura y guarda las imágenes para crear un banco de imágenes, la segunda parte, usa el banco de imágenes creada por el programa entrenador y por medio de la cámara en video

en vivo captura las señas las compara y predice la seña correcta, formando palabras para luego reproducir mediante audio.

2.6 Clasificador

Las redes neuronales como las máquinas de vectores soporte son utilizadas para clasificacion, las dos tienen características similares como :

2.6.1 Redes neuronales

- Capas se transforman a espacio de cualquier dimension
- El costo de entrenamiento es mayor
- Clasificacion eficiente
- El diseño es mediante nodos y capas ocultas

2.6.2 SVM

- Mas fácil de utilizar que las redes neuronales
- Clasificación de datos
- Trabaja por medio de kernel
- Kernel ayuda a trabajar en n-dimensiones

Por velocidad de aprendizaje se decidió utilizar soporte de vectores de maquinas (SVM)

2.7 Estructura General del Software

El sistema consta de dos partes el entrenador y la aplicación, las mismas que trabajan conjuntamente para dar como resultado el funcionamiento del prototipo.

2.7.1 Entrenador

Para el clasificador SVM es necesario crear una banco de imágenes con imágenes positivas a ser utilizadas, por esta razón y para facilidad del usuario se creó un programa donde se capturan las imágenes en tiempo real, para escoger las correctas e irlas guardando rápidamente sin necesidad de añadir las imágenes una por una, el uso del entrenador no es requisito para la operación de la aplicación, pero se sugiere

su ejecución para la generación del banco de imágenes que facilitará el entrenamiento de la aplicación.

Este banco de imágenes debe ser creada por una persona que tenga amplio conocimiento del alfabeto dactilológico para el correcto funcionamiento de la aplicación.

El entrenador del programa requiere que la cámara tenga dos opciones (1 o 0), donde 1 corresponde a la conectividad vía USB y 0 al puerto DSI (Cámara Raspberry). Después de escoger una de las opciones anteriores se pone un nombre a la carpeta donde se almacenarán las imágenes (Alfabeto Dactilológico) a ser usadas dichas imágenes se deben transformar a escala de grises mediante el comando BGR2GRAY; Para mejorar la imagen se usa el filtro GAUSSIANBLUR el mismo que elimina el ruido y suaviza la imagen es decir que eliminará bordes .

Finalmente bajo el comando de Contours se encuentran los contornos y la máscara de la imagen quedando la misma lista para su almacenamiento que se realiza presionando la letra “s” en cada imagen que se encuentra lista para incrementar el alfabeto dactilológico.

En la Figura 2-5 se presenta el diagrama de flujo del programa entrenador.

2.7.2 Programa Aplicación

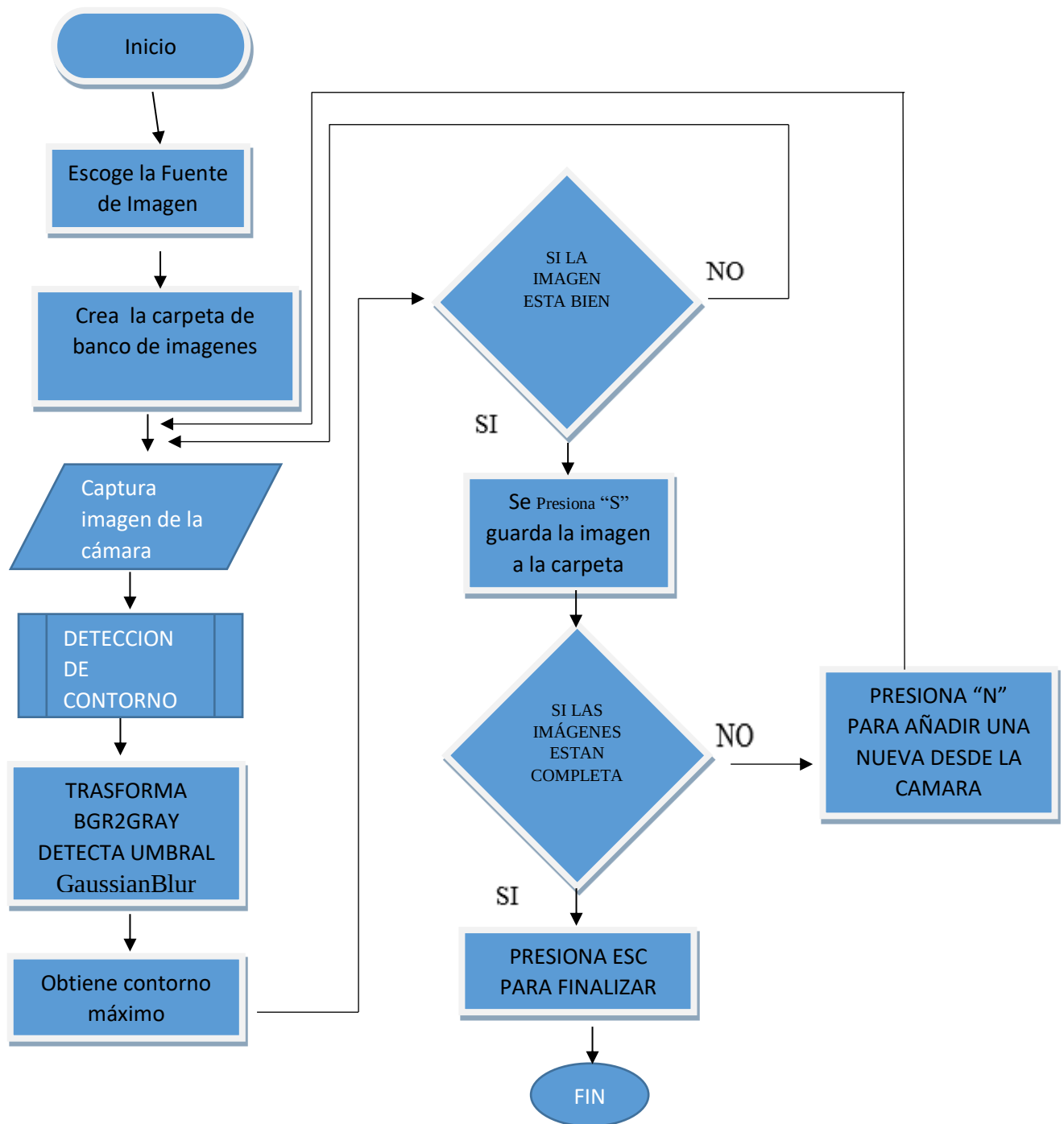
Usa el banco de imágenes generada por el programa entrenador y por medio de la cámara en video en vivo captura las señas y gracias al SVM las compara y predice formando palabras como vectores mismas que luego se reproducirán por medio del audio.

En el programa principal llama al entrenador , de donde se carga la lista de imágenes guardadas a ser comparadas, se captura las imágenes desde la cámara , cambia a escala de grises y encontramos el máximo contorno y es comparada con la lista de imágenes si una coincidencia es encontrada se predice el gesto y se muestra en la pantalla la letra perteneciente a dicho signo las cuales son guardadas en un

vector para ir formando palabras, con un gesto adicional se determina el fin de la palabra para luego gracias al comando (`cmd = 'espeak -ves "' + li + '"'`) reproducir la palabra en audio, al formar una palabra por teclado se reproduce una cadena de imágenes formando un video reproduciendo la palabra que fue ingresada por teclado.

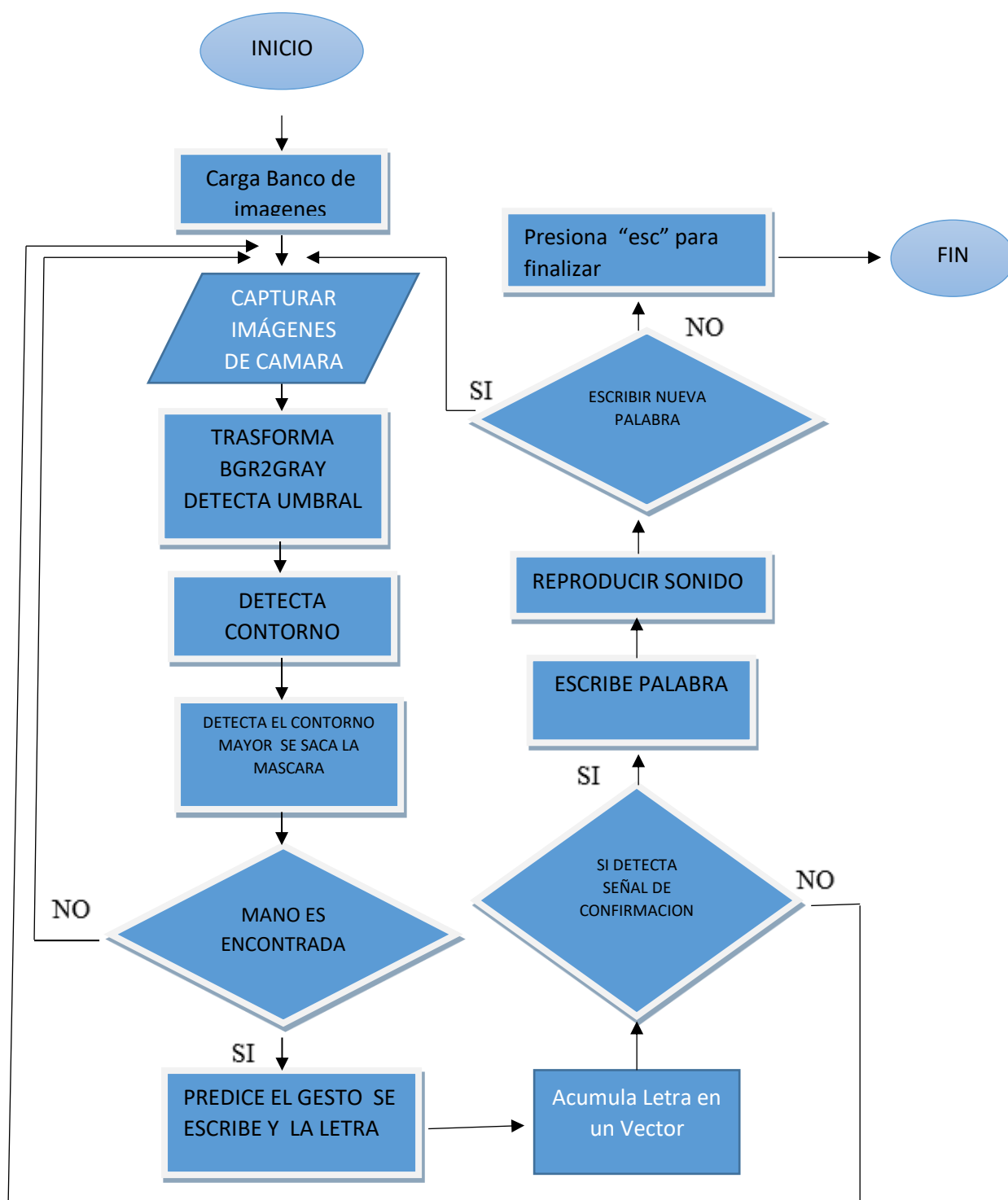
En la Figura 2-6 se presenta el diagrama de flujo de la aplicación

Figura 2-5: Diagrama de Flujo del Entrenador SVM



Autor: Bryan Rueda

Figura 2-6: Diagrama de Flujo Programa Principal



Autor: Bryan Rueda

CAPÍTULO 3

IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO Y PRUEBAS DE CAMPO

Con los elementos en la fase de diseño se armó el prototipo obteniendo el prototipo Final

3.1 Implementación del Hardware

La vista frontal, como se aprecia en la Figura 3-1, en la cual se observa el display de 7" y la Pi Camera ubicada en la parte central superior.

Figura 3-1: Vista Frontal



Autor: Bryan Rueda

En la vista trasera, como se observa en la Figura 3-2 en la cual se muestra la tarjeta Raspberry Pi 3, la tarjeta de la RaspiCam, tarjeta de video, cables de conexión (DSI), puertos de conexión.

Figura 3-2: Vista Posterior



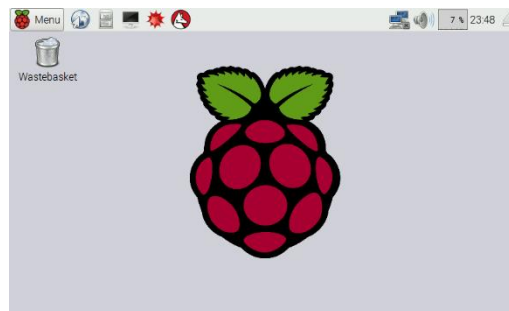
Autor: Bryan Rueda

El Prototipo tiene un adaptador AC/DC el cual subministra 5V y 2.5 A necesario para el funcionamiento de todas las tarjetas e interfaces mediante un puerto micro usb.

3.1.1 Encendido

El encendido del prototipo es de forma directa el adaptador debe ser conectado a 110 VAC y automáticamente inicia la Raspberry hasta llegar a la pantalla de home como se aprecia en la Figura 3-3.

Figura 3-3: Pantalla de inicio Raspberry

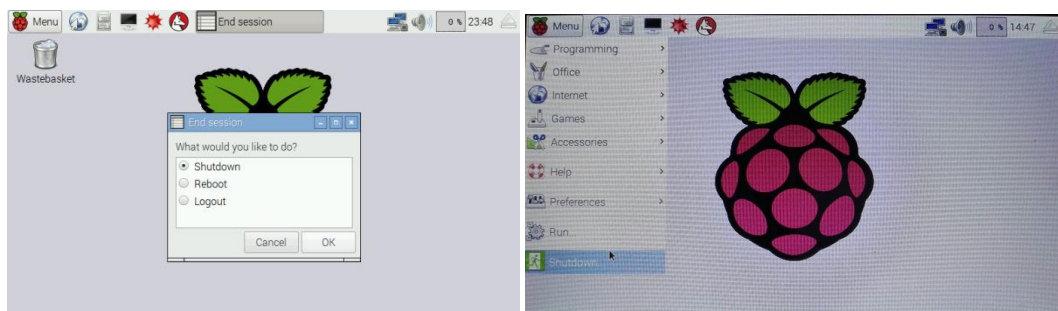


Autor: Bryan Rueda

3.1.2 Apagado

Para el apagado del equipo se entra a la pestaña Menú y selecciona apagar como se observa en la Figura 3-4 y esperamos a que la pantalla se ponga de color Negro y procedemos a desconectar el adaptador de la toma de 110V.

Figura 3-4: Apagado del equipo



Autor: Bryan Rueda

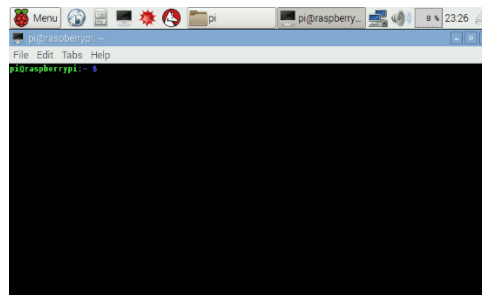
3.2 Implementacion del Software

3.2.1 Ejecutar el programa

Al momento de ejecutar el programa entrenador o aplicación se necesita realizar los siguientes pasos:

- 1.- Se abre la pantalla del terminal como se observa en la Figura 3-5

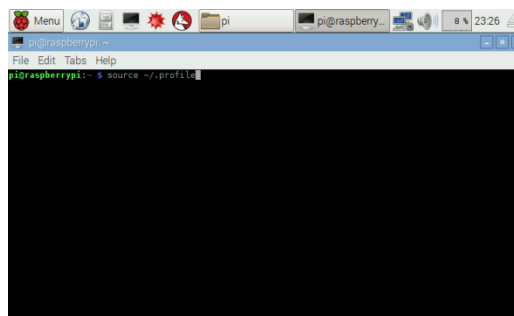
Figura 3-5: Pantalla de comandos



Autor: Bryan Rueda

- 2.- Es necesario abrir la carpeta donde se encuentra ubicado el programa, la cual se realiza mediante el comando: `source ~/.profile`, como se puede observar la Figura 3-6.

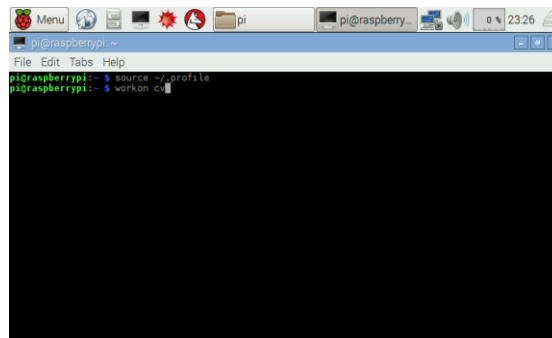
Figura 3-6: Dirección del Archivo



Autor: Bryan Rueda

- 3.- Cuando ya se abrió el directorio es necesario entrar a un ambiente virtual el cual nos ayuda a dividir programas que al momento de ejecutar no se cree ninguna ambigüedad, por medio del comando: `workon cv`, como se observa en la Figura 3-7.

Figura 3-7 Ambiente Virtual



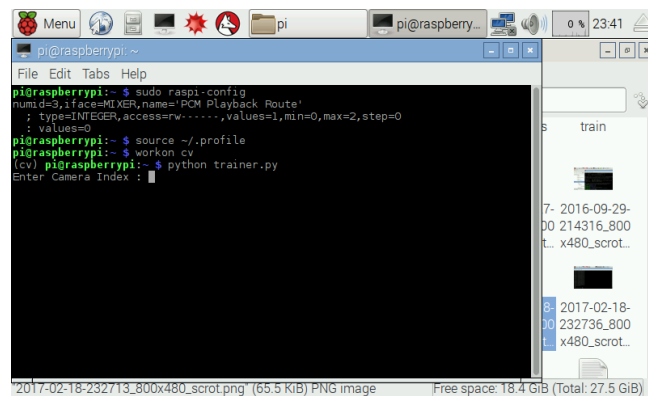
Autor: Bryan Rueda

Estos pasos son necesarios para poder entrar al ambiente virtual y a la ubicación de los programas.

3.2.2 Ejecutar el Entrenador

1.-Para ejecutar el programa entrenador es necesario llamarlo con el comando: `trainer.py` como se aprecia en la Figura 3-8, el cual abre y ejecuta el programa.

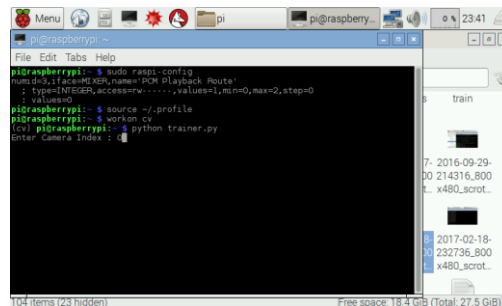
Figura 3-8: Ejecuta programa



Autor: Bryan Rueda

2.- Se debe escoger la fuente de captación de imágenes Figura 3-9, donde el numero 0 corresponde a Raspicam y el 1 a una webcam conectada por el puerto USB.

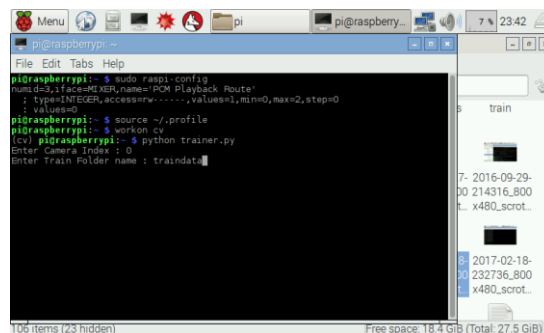
Figura 3-9: Escoge fuente de imágenes



Autor: Bryan Rueda

3.- Se pone el nombre de la carpeta donde se guardara el banco de imágenes. En este caso “TrainData2” como se observa en la Figura 3-10.

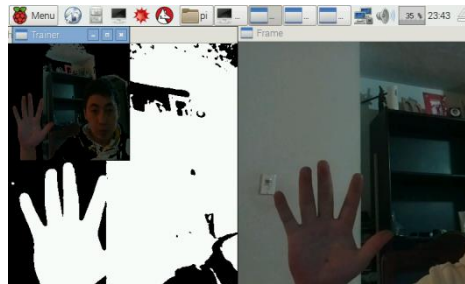
Figura 3-10: Nombre de la Carpeta de Banco de Imágenes



Autor: Bryan Rueda

4.- Se ejecuta el programa entrenador como se aprecia en la Figura 3-11, donde se puede guardar las imágenes correspondientes a cada letra del abecedario dactilológico tal como lo muestra el diagrama de flujo que se observa en la Figura 2-5.

Figura 3-11: Ejecución del Programa

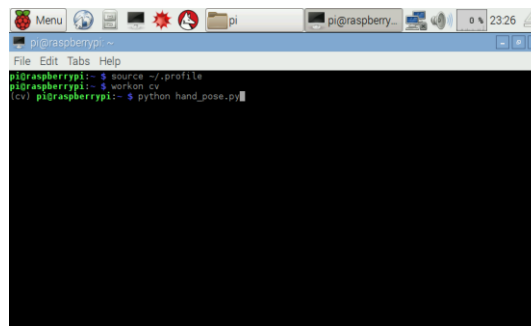


Autor: Bryan Rueda

3.2.3 Ejecutar la Aplicación

1.- Una vez dentro del ambiente virtual ya se puede ejecutar el programa mediante el comando: `Python hand_pose.py`, como se observa en la Figura 3-12.

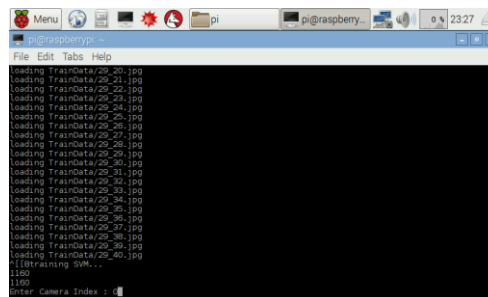
Figura 3-12: Abre el Programa



Autor: Bryan Rueda

5.- Cuando se ejecuta el programa se carga el banco de imágenes, al finalizar la carga de datos se escoge el tipo de cámara conectada donde 1 corresponde a webcam y 0 a la Raspicam, como se aprecia en la Figura 3-13.

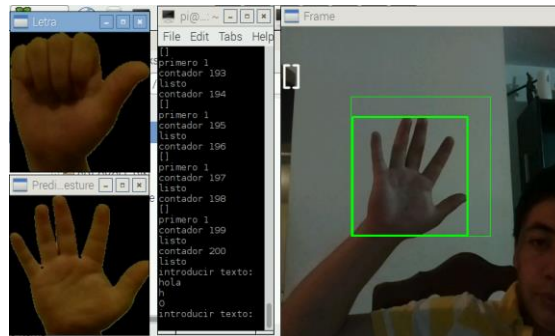
Figuro 3-13: Carga de Banco de Imágenes



Autor: Bryan Rueda

6.- Al escoger la cámara se ejecuta el programa como se observa en la Figura 3-14 donde se puede visualizar la distribución de las pantallas y se puede usar el prototipo.

Figuro 3-14: Ejecución del Programa



Autor: Bryan Rueda

3.3 Encuesta Realizada

Para este proyecto se recopila datos por medio de una encuesta que mide la satisfacción del cliente con respecto a la forma y uso del prototipo, lo mismo que se puede apreciar en el Anexo 1.

La encuesta fue formulada a personas con discapacidad auditiva del INAL (Instituto nacional de Audición y lenguaje), como se aprecia en el Anexo 2, FENASEC (Federación Nacional de Personas Sordas del Ecuador), como se aprecia en el Anexo 3 sumando un total de 72 encuestas realizadas entre ambas instituciones. Como se puede observar en la tabulación de datos en el Anexo 4.

El parámetro de evaluación de cada pregunta es del 70% para dar la pregunta como satisfactoria.

3.3.1 Análisis de Datos

El resultado de la encuesta aplicada, arrojó los siguientes datos:

- **Pregunta 1 : ¿Del manejo del prototipo, su uso ha sido?**

Esta pregunta se realizó para evaluar la dificultad o facilidad que el usuario tiene al manejar el prototipo, debido a que para la ejecución de los programas es necesario conocer y seguir ciertos pasos y comandos.

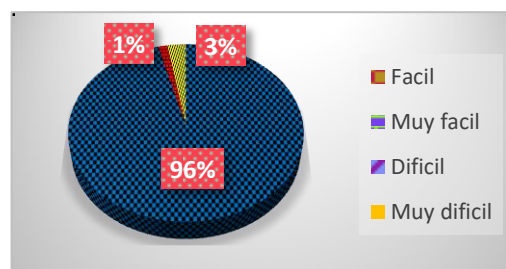
La totalidad de personas encuestadas son 72, mismas que representan el 100% de la población objeto de estudio, del total de la muestra 69 personas que representan el 95,83% plantean que el uso del prototipo es fácil, 1 persona que representa el 1,38% dicen que el manejo del prototipo es muy fácil, y 2 personas que representan al 2,77% de la población dicen que el manejo del prototipo es difícil, como lo muestra la Tabla 3-1.

Tabla 3-1: Pregunta 1

Pregunta 1			
Fácil	Muy fácil	Difícil	Muy difícil
95,83%	1,38%	2,77%	0%

Autor: Bryan Rueda

Figura 3-15: Manejo del Prototipo



Autor: Bryan Rueda

Como resultado de la investigación presente en la Figura 3-15, se ha determinado que el manejo del prototipo que se presenta es de fácil manejo, de manera que los pasos a seguir como los comandos necesarios para la ejecución de los programas son

fáciles de desarrollar gracias al 95% de la población objeto de estudio, por tal motivo no se considera necesario cambiar la forma de ingreso.

- **Pregunta 2 : ¿La distribución de las pantallas ha facilitado su uso?**

Esta pregunta se la realizó para conocer si el usuario se familiariza con la distribución de las pantallas y le es fácil el manejo del mismo.

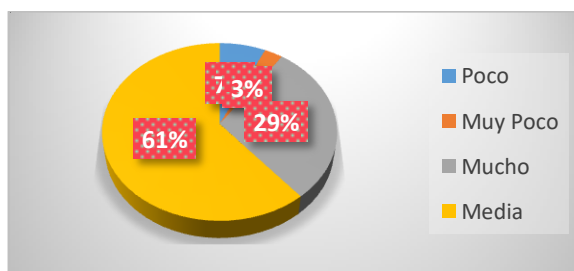
Del total de la muestra 44 personas que representan el 61,11% plantean que la distribución de las pantallas facilita el manejo del prototipo en una proporción media, 21 personas que representan el 29,17% plantean que la distribución de las pantallas facilita mucho el manejo del prototipo, 5 personas que representan el 6,94% plantean que la distribución de las pantallas facilitan poco el manejo del prototipo y 2 personas que representan el 2,77% plantean que la distribución de las pantallas facilita muy poco el manejo del prototipo, como se muestra en la Tabla 3-2.

Tabla 3-2: Pregunta 2

Pregunta 2			
Poco	Muy Poco	Media	Mucho
6,94%	2,77%	61.11%	29,16%

Autor: Bryan Rueda

Figura 3-16: Distribución de pantallas



Autor: Bryan Rueda

Se determina que la distribución de las pantallas facilita el manejo del prototipo para las personas con discapacidad auditiva en una proporción media para la mayoría de

la población encuestada, como se muestra en la Figura 3-16, por tal motivo no se cambiara la distribución de las pantallas.

- **Pregunta 3 : ¿Si es oyente, el sonido emitido por el dispositivo es audible?**

La encuesta fue realizada a personas con discapacidad por lo cual esta pregunta fue respondida por personas oyentes, gracias al proceso llamado TTS (Text to Speech) se logra reproducir sonidos de palabras en la Raspberry por medio de Python, por lo que se desea conocer si se instaló la librería TTS correcta.

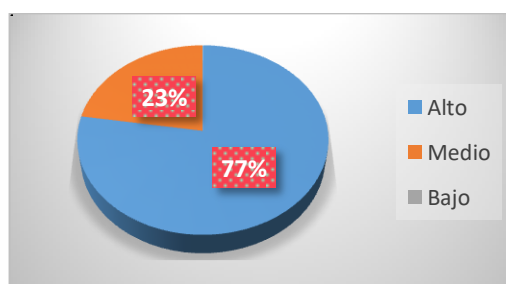
La población objeto de estudio en este caso son 40 personas mismas que representan el 100% de la muestra. Del total de la muestra 31 personas que representan el 77,5% dicen que el sonido que emite el prototipo es audible alto, y 9 personas que representan el 22,5 dicen que el sonido que emite el prototipo es audible medio, como se puede apreciar en la Tabla 3-3.

Tabla 3-3: Pregunta 3

Pregunta 3		
Alto	Medio	Bajo
77,5%	22,5%	0%

Autor: Bryan Rueda

Figura 3-17: Sonido Emitido



Autor: Bryan Rueda

La librería de TTS son muy útiles, pero existen de muchos idiomas incluso acentos, por lo cual el 77,5 % que se aprecia en la Figura 3-17, de las personas encuestadas

se decide mantener la librería “speak –ves” por la cual dicen que el sonido es alto y entendible.

- Pregunta 4 : ¿La velocidad para formar palabras?

Al momento de diseño, en la programación tiene unos retardos en el funcionamiento del SVM para aumentar su acuracidad del reconocimiento de imágenes por medio de visión artificial.

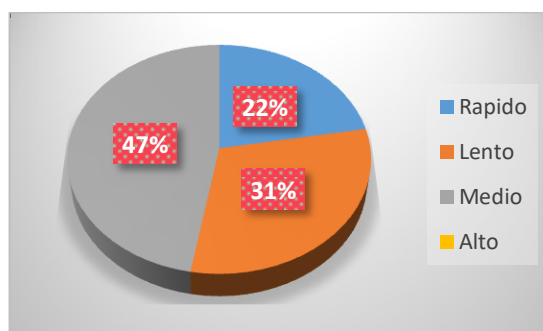
Del total de las muestra 34 personas que representan el 49,22% dicen que la velocidad del prototipo para formar palabras es medio, 22 personas que representan el 28,55% dicen que la velocidad del prototipo para formar palabras es lento y 16 personas que representan el 22,22% dicen que la velocidad del prototipo para formar palabras es rápido, como se aprecia en la Tabla 3-4.

Tabla 3-4: Pregunta 4

Pregunta 4			
Alto	Rápido	Medio	Lento
0%	22,22%	49,22%	28.55%

Autor Bryan Rueda

Figura 3-18: Velocidad para formar palabras



Autor: Bryan Rueda

El prototipo es plausible para usos de aprendizaje y enseñanza puesto que el mayor porcentaje de la población plantea que la velocidad en que el prototipo forma las palabras es medio – alto, por lo contrario para personas que es habitual el idioma de señas, el prototipo en tiempos resulta lento. Por lo que el porcentaje de rápido y

medio suman más del 70% como se aprecia en la Figura 3-18 por lo cual no se considera modificar la velocidad la cual sería utilizada para fines de aprendizaje.

- **Pregunta 5 : ¿La reproducción de señales del prototipo ha sido?**

Al momento de diseño, en la programación se consideró un retardo que al reproducir las señales sea apreciable por lo que se puede comprender la palabra que se está formando.

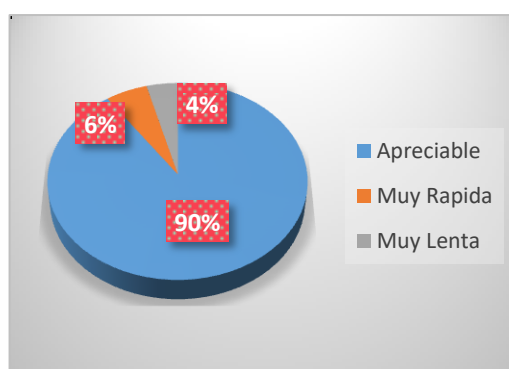
Del total de las muestra 65 personas que representan el 90,28% plantean que la velocidad en que el prototipo devuelve las señales al exterior es apreciable, 4 personas que representan el 5,55% plantean que la velocidad en que el prototipo devuelve las señales al exterior es muy rápida, 3 personas que representan el 4,17% plantean que la velocidad en que el prototipo devuelve las señales al exterior es muy lenta, como se puede apreciar en la Tabla 3-5

Tabla 3-5: Pregunta 5

Pregunta 5		
Apreciable	Muy Rápida	Muy Lenta
90,27%	5,55%	4,16%

Autor Bryan Rueda

Figura 3-19: Velocidad de Reproducción



Autor: Bryan Rueda

La reproducción de las señales gracias al 95% de las personas encuestadas señala que son apreciables como lo muestra la Figura 3-19, por lo cual se mantendrá la programación sin realizar ningún cambio en la parte de reproducción de señales.

- **Pregunta 6 : ¿El reconocimiento de sus señales formadas ha sido?**

El reconocimiento de las señales se basa al momento de formar el banco de imágenes, si al ejecutar el entrenador lo hace una persona con conocimiento del lenguaje dactilológico, el SVM va a entrenar mejor al captar una señal, compararla y mostrar el resultado.

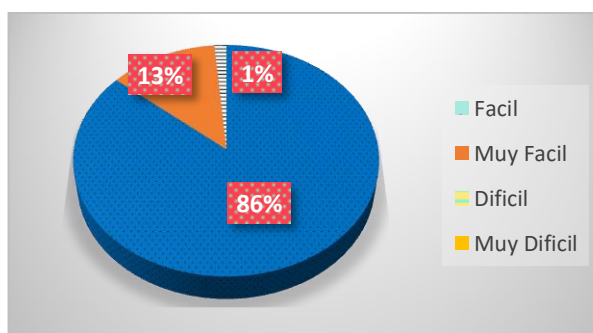
Del total de la muestra 62 personas que representan el 86,11 % plantean que el reconocimiento de las señales formadas ha sido de fácil, 9 personas que representan el 12,5% plantean que el reconocimiento de las señales formadas ha sido muy fácil, 1 persona que representan el 1,39 % plantea que el reconocimiento de las señales formadas ha sido de difícil, como se observa en la Tabla 3-6.

Tabla 3-6: Pregunta 6

Pregunta 6			
Fácil	Muy Fácil	Difícil	Muy Difícil
86,11%	12,5	1,38%	0%

Autor Bryan Rueda

Figura 3-20: Reconocimiento de señales



Autor: Bryan Rueda

Para una persona que conoce el abecedario dactilológico al momento de formar la señal con la mano lo hace con mayor precisión y exactitud por tal motivo el 86,11 % como se aprecia en la Figura 3-20 considera que el prototipo reconoce las señas fácilmente. Por tal motivo se mantiene el clasificador soporte de vectores de máquinas SVM.

- **Pregunta 7 : ¿Cree Ud. que el prototipo ha sido útil para aprender el alfabeto dactilológico?**

Debido a la gran cantidad de iniciativas y proyectos realizados como guantes inalámbricos para la detección de señales dactilológicas se pone a consideración si este prototipo se lo puede utilizar para la enseñanza y aprendizaje del alfabeto dactilológico.

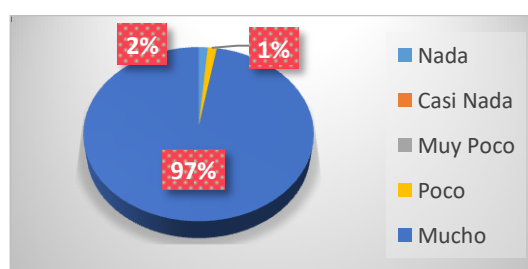
De un total de 72 personas encuestadas, 70 personas que representan el 97,22% dicen que el prototipo que se ha propuesto es de mucha ayuda para el aprendizaje del alfabeto dactilológico, 1 persona que representan el 1,38% dicen que el prototipo que se ha propuesto es de poca ayuda para el aprendizaje del alfabeto dactilológico y 1 persona que representan el 1,38% dicen que el prototipo que se ha propuesto no es de ayuda para el aprendizaje del alfabeto dactilológico, tal como se puede apreciar en la Tabla 3-7

Tabla 3-7: Pregunta 7

Pregunta 7				
Nada	Casi Nada	Muy Poco	Poco	Mucho
1,38%	0%	0%	1,38%	97,22%

Autor Bryan Rueda

Figura 3-21: Utilidad del Prototipo



Autor: Bryan Rueda

El prototipo al ser entrenado por una persona que conoce el lenguaje de señas es de ayuda para la enseñanza y aprendizaje del alfabeto dactilológico como se muestra en la Figura 3-21 con el 97% de las encuestas consideran que el prototipo es de ayuda.

- **Pregunta 8: ¿Considera que el prototipo es resistente?**

El uso cotidiano de los smartphones y tablets ha demostrado lo susceptible que son a daños debido a la fragilidad de una pantalla o daño por agua, golpes que son los más comunes en el entorno por tal motivo se pone a consideración la resistencia del equipo y si es necesario una carcasa.

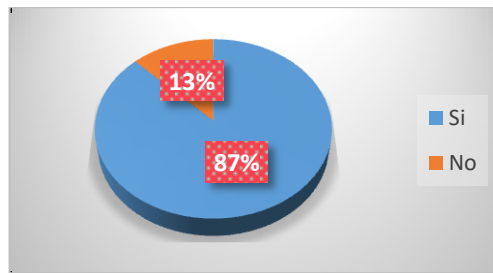
De un total de 72 personas encuestadas, 63 consideran que el prototipo propuesto es resistente representando el 87,5 % de la población objeto de estudio y el 12,5 % como se muestra en la Tabla 3-8 de la muestra cree que el prototipo es frágil. De las cuales 30 consideran que no es necesario la carcasa para el artefacto propuesto representando el 71,43 % de la población y el 28,57 % , como se muestra en la Tabla 3-9 de la muestra cree que el prototipo está listo para el uso diario aun sin una carcasa, 18 consideran que la carcasa para el artefacto propuesto debe tener características de peso liviano representando el 90 % de la población y el 10 % de la muestra cómo se observa en la Tabla 3-10 cree que el prototipo debe tener una carcasa pesada puesto que le daría mayor resistencia a golpes y otros factores.

Tabla 3-8: Pregunta 8

Pregunta 8	
Si	No
87,5%	12,5%

Autor Bryan Rueda

Figura 3-22: Resistividad del Prototipo



Autor: Bryan Rueda

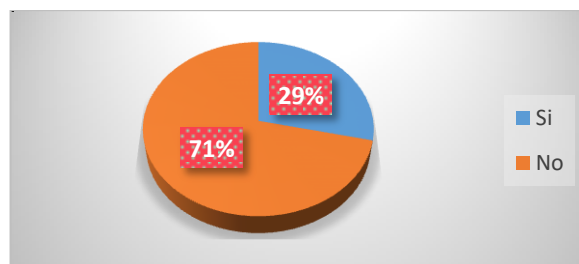
- **Pregunta 8.1 : ¿Necesita un estuche / carcasa?**

Tabla 3-9: Pregunta 8.1

Pregunta 8.1	
Si	No
28,57%	71,42%

Autor Bryan Rueda

Figura 3-23: Necesidad de un estuche



Autor: Bryan Rueda

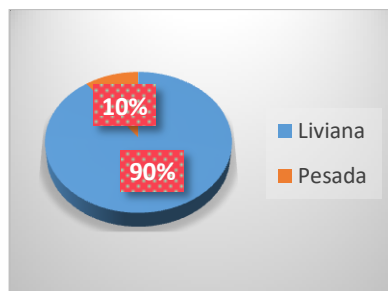
- **Pregunta 8.2: ¿Le gustaría una carcasa?**

Tabla 3-10: Pregunta 8.2

Pregunta 8.2	
Liviana	Pesada
90%	10%

Autor Bryan Rueda

Figura 3-24: Necesidad de carcasa



Autor: Bryan Rueda

De la encuesta aplicada se puede determinar que el prototipo es resistente al manejo diario como se aprecia en la Figura 3-22, no obstante un mínimo de la muestra considera que el prototipo necesitaría la adecuación de una carcasa como se observa en la Figura 3-23 por lo cual se consideró una carcasa la misma que debe ser de características de peso livianas con el fin de facilitar el manejo y portabilidad como se aprecia en la Figura 3-24.

- Pregunta 9: ¿Le gustaría que el sistema se alimente por?

Considerando la portabilidad así como el uso extendido del prototipo se pone a consideración el tipo de alimentación.

De un total de 72 personas encuestadas, 50 consideran que el artefacto propuesto se debería alimentar por energía eléctrica domestica residencial representando 72,22% de la población objeto de estudio y el 27,78 % de la muestra cree que el prototipo se debería alimentar de energía por medio de una batería, como se aprecia en la Tabla 3-11.

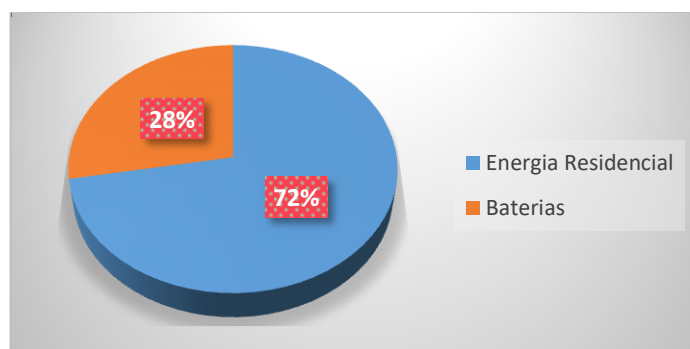
De 20 personas encuestadas, 12 consideran que la batería que use el prototipo debe ser recargable lo que significa mayor ahorro para el usuario representando el 60 % de la población y el 40 % de la muestra cree que el prototipo debe alimentarse con baterías de reemplazo puesto que son económicamente de mayor acceso, como se observa en la Tabla 3-12.

Tabla 3-11: Pregunta 9

Pregunta 9	
Energía Residencial	Baterías
72,22%	27,77%

Autor Bryan Rueda

Figura 3-25: Alimentación del Sistema



Autor: Bryan Rueda

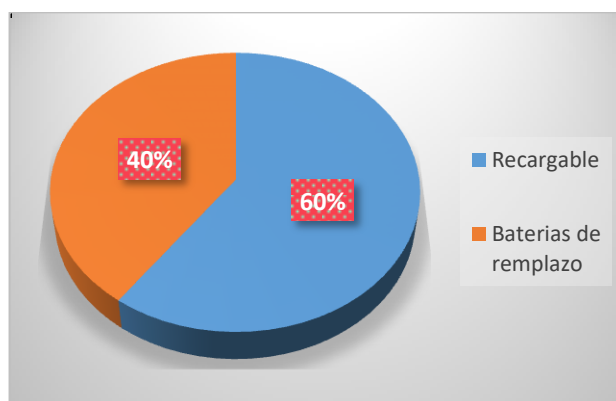
- Pregunta 9.1 : ¿Qué tipo de batería preferiría?

Tabla 3-12: Pregunta 9.1

Pregunta 9.1	
Recargable	Baterías de remplazo
60%	40%

Autor Bryan Rueda

Figura 3-26: Tipo de Batería



Autor: Bryan Rueda

De la encuesta aplicada se puede determinar en caso de usar baterías los encuestados preferirían baterías recargables como se muestra en la Figura 3-26, mientras los posibles usuarios del prototipo prefieren que el prototipo tenga una alimentación por medio de energía eléctrica residencial como se muestra en la Figura 3-25, debido al uso dentro de aulas de clase para la enseñanza de alumnos, con lo cual se considera mantenerlo con su adaptador para una fuente residencial.

- Pregunta 10: ¿Cuánto tiempo le gustaría que el prototipo opere?

Se debe considerar el tiempo de uso del equipo para prevenir daños por recalentamiento tanto en la tarjeta Raspberry como en su procesador cuando su uso es extendido por más de 24hs. seguidas se debe tomar otras consideraciones como disipadores o ventiladores que le ayuden a su correcto funcionamiento.

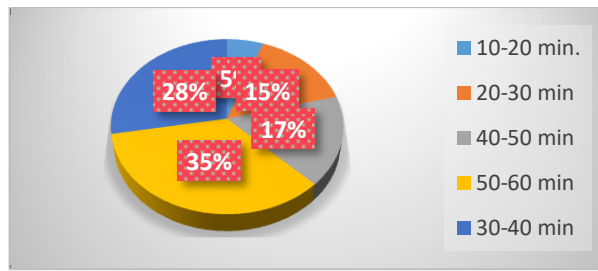
Del total de las muestra 25 personas que representan el 34,72% plantean que les gustaría que el prototipo opere por un lapso de 50-60 minutos, 20 personas que representan el 27,78% plantean que les gustaría que el prototipo opere por un lapso de 30-40 minutos, 12 personas que representan el 16,67% plantean que les gustaría que el prototipo opere por un lapso de 40-50 minutos, 11 personas que representan el 15,28% plantean que les gustaría que el prototipo opere por un lapso de 20-30 minutos y 4 personas que representan el 5,55% plantean que les gustaría que el prototipo opere por un lapso de 10-20 minutos como se muestra en la Tabla 3-13.

Tabla 3-13: Pregunta 10

Pregunta 10				
10-20 min.	20-30 min	40-50 min	50-60 min	30-40 min
5,55%	15,27%	16,66%	34,722%	27,77%

Autor Bryan Rueda

Figura 3-27: Operación del Prototipo



Autor: Bryan Rueda

Al prototipo lo consideraron con fines educativos por lo que consideraron necesario que su uso este dentro de 50- 60 min (1 hora de clase), como se muestra en la figura 3-27.

- Pregunta 11: ¿En qué posición Le gustaría la cámara?

El prototipo puede ser utilizado por personas zurdas o diestras por lo cual la posición de la cámara se determinara según la facilidad o comodidad que las personas con discapacidad presentan al formar las señales en las diferentes posiciones

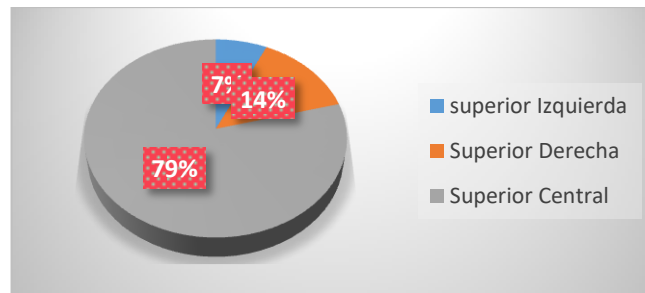
Del total de las muestra 57 personas que representan el 79,17% plantean que les gustaría que el prototipo tenga la cámara en la parte central superior puesto que le da el ángulo adecuado para captar la totalidad de la señal, 10 personas que representan el 13,89% plantean que les gustaría que el prototipo tenga la cámara en la parte superior derecha, 5 personas que representan el 6,95% plantean que les gustaría que el prototipo tenga la cámara en la parte superior izquierda. Como se observa en la Tabla 3-14

Tabla 3-14: Pregunta 11

Pregunta 11		
superior Izquierda	Superior Derecha	Superior Central
6,94%	13,88%	79,16%

Autor Bryan Rueda

Figura 3-28: Posición de la Cámara



Autor: Bryan Rueda

La posición de la cámara por facilidad del uso del prototipo para personas zurdas, diestras se lo considero en la parte superior central como el 79.16 % de las personas encuestadas, como se observa en la Figura 3-28.

- Pregunta 12: ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por el prototipo?

Tomando en cuenta los gastos realizados se averigua cuanto la gente estaría dispuesta a pagar por el dispositivo, para observar si el prototipo tendría rentabilidad.

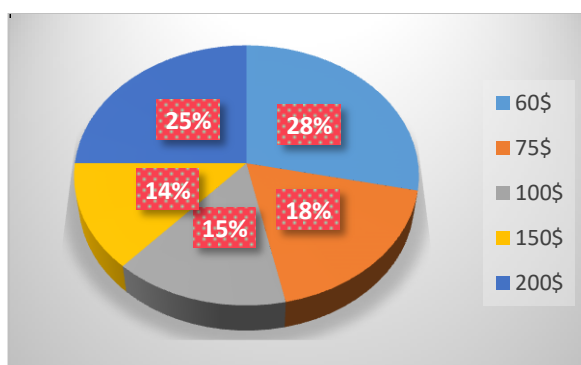
Del total de las muestra 17 personas que representan el 28,33% plantean que les gustaría que el prototipo tenga un costo de \$60, muestra 15 personas que representan el 25% plantean que les gustaría que el prototipo tenga un costo de \$200, 11 personas que representan el 18,33% plantean que les gustaría que el prototipo tenga un costo de \$75, muestra 9 personas que representan el 15% plantean que les gustaría que el prototipo tenga un costo de \$100, 8 personas que representan el 13,33% plantean que les gustaría que el prototipo tenga un costo de \$150, como se observa en la Tabla 3-15.

Tabla 3-15: Pregunta 12

Pregunta 12				
60\$	75\$	100\$	150\$	200\$
28,3%	18,3%	15%	13,3%	25%

Autor Bryan Rueda

Figura 3-29: Costo del Prototipo



Autor: Bryan Rueda

Después de aplicar la encuesta a la muestra propuesta se ha determinado que los posibles usuarios del artefacto estarían dispuesto a pagar \$60,00 promedio por las facilidades que ofrece el prototipo para las personas con discapacidad auditiva, como se observa en la Figura 3-29.

3.4 Conclusiones y Recomendaciones

3.4.1 Conclusiones

Con este trabajo de titulación se ha obtenido un prototipo portátil para el reconocimiento de señales dactilológicas por medio de visión artificial para la comunicación con personas sordomudas, esto se comprueba debido a que se realizaron 72 encuestas para verificar la satisfacción del usuario las mismas que se aplicaron en el INAL (Instituto Nacional de Audición y Lenguaje) y FENASEC (Federación Nacional de Personas Sordas del Ecuador), obteniéndose que un 83% de encuestados muestran una satisfacción afirmativa sobre el uso del prototipo.

El marco teórico relacionado con las técnicas de clasificación permitieron establecer una base de conocimiento basado en Redes Neuronales y SVM (Máquinas de Soporte Vectorial) debido a que los dos métodos tienen características similares ya que se basan en modelos matemáticos y algoritmos de aprendizajes que permiten resolver problemas de clasificación y regresión.

El diseño del hardware del prototipo cumple con el objetivo que sea funcional y compacto debido a que en la encuesta realizada en la pregunta 7, que se refiere a la utilidad del prototipo para aprender el alfabeto dactilológico el 97.22 % responden que es de mucha utilidad, en la pregunta 8 que se refieren a la resistencia y necesidad de carcasa el 87,5% determinan que el prototipo es resistente por tal motivo se considera que el diseño es compacto y satisface la necesidad del cliente.

El desarrollo se basó en software libre lo que faculta la inclusión de varios programas permitiendo la creación de una comunicación bidireccional debido a que la reproducción de señales para una persona con discapacidad es apreciable según el 90.27% de las personas que fue evaluado en la pregunta 5 de la encuesta, por otro lado para una persona oyente el sonido emitido que se evalúa en la pregunta 3 manifiestan que el sonido es alto y audible gracias al 77,5% de las personas encuestadas.

El prototipo diseñado permite la comunicación entre personas oyentes y con discapacidad auditiva, sin embargo no puede ser utilizado como traductor, ya que en el lenguaje de señas no solo se usan las manos para formar palabras sino también expresiones corporales y faciales para formar palabras o simplificar oraciones, debido a que el programa, en esta fase inicial se desarrolló únicamente para señales dactilológicas generadas con las manos, puede ser extendido mediante un desarrollo de software con mucho más tiempo de dedicación donde no solo se tome en cuenta las manos sino expresiones faciales y corporales.

Para que el reconocimiento de las señales sea eficiente y se pueda minimizar los tiempos de procesamiento lo ideal es que la banco de imágenes sea creada al momento del entrenamiento, por una persona diestra en el lenguaje de señas y con similares características morfológicas de las manos de las personas que usen el prototipo, con el objetivo de evitar errores al momento del reconocimiento, por ejemplo si fue entrenada por una personas con morfología delgada de sus dedos, el sistema podría confundir las letra H con la G si es ejecutada por una persona con dedos gruesos, ya que tiene tolerancia al escalamiento, rotación y deformaciones de las manos de las personas.

En la encuesta realizada al INAL (Instituto Nacional de Audición y Lenguaje) se manifestó que el prototipo puede ser utilizado con fines académicos para personas que desconozcan el lenguaje de señas y deseen aprenderlo. Debido a la facilidad de manejo como se puede observar en la pregunta 1 donde el 95% de las personas encuestadas determinan que el uso del prototipo es fácil y gracias a las diferentes interfaces que permiten la proyección de imágenes hacia un aula de clase.

3.4.2 Recomendaciones

Se recomienda trabajar con cámaras de alta resolución para obtener mayor eficiencia del prototipo a pesar que esto podría demorar el proceso al momento de cargar la banco de imágenes debido al peso de las imágenes en alta resolución, pero mejora al momento de la operación de este.

Los movimientos de la mano pueden provocar un desenfoque lo cual dificultaría el reconocimiento de la señal por lo que se recomienda mantener la mano inmóvil frente a la cámara hasta que la señal sea reconocida.

Al crear la banco de imágenes debe ser guardado en la misma dirección raíz del programa aplicación de lo contrario no se encontrará ningún archivo para poder utilizarlo.

La Raspberry Pi 3 en sus procesadores debe utilizar disipadores de calor para su eficiente funcionamiento cuando sus horas de uso se extienden prolongadamente.

REFERENCIAS

- APSOP. (31 de JULIO de 1978). *APSOP*. Recuperado el 15 de DICIEMBRE de 2016, de www.sordosecuador.com/tag/apsop/
- Barrera, L. (2014). Misión Manuela Espejo. Quito: Ultimas Noticias.
- CONADIS. (26 de ABRIL de 1986). *FENASEC*. Recuperado el 15 de DICIEMBRE de 2016, de <http://www.fenasec.ec/>
- CONADIS. (10 de Junio de 2015). *Discapacidad en cifras en el Ecuador*. Recuperado el 22 de Diciembre de 2016, de PreNatal y la Prevención de discapacidades: <http://www.prenatal.tv/ecuador/inicio.htm>
- CONADIS. (15 de abril de 2016). *Concejo nacional para la igualdad de discapacidades*. Obtenido de <http://www.consejodiscapacidades.gob.ec/estadisticas-de-discapacidad/>
- Cuesta, R. (2012). *El lenguaje de señas y su desarrollo mundial*. Barcelona: Planeta. Recuperado el 10 de DICIEMBRE de 2016, de <http://www.cultura-sorda.org/juan-pablo-bonet/>
- Cumellas, M. (2006). *Discapacidades motoras y sensoriales en primaria*. Zaragoza: INDE.
- García, R. (2013). *Inteligencia Artificial Avanzada*. México D.F.: Azteca.
- Gaudio, E. (2012). *Sistemas Interactivos de Enseñanza Aprendizaje*. Calí: Sanz y Torres.
- Hopcroft, J. (2012). *Teorías Autómatas*. Dublín: Addison-Wesley.
- Jiménez, I. (2013). *Teorías digitales del siglo*. Baja California: DEPALS.
- Marín, R. (2010). *Inteligencia Artificial y Sistemas Inteligentes*. Valencia: S.A MCGRAW-HILL.
- Martin del Brío, B. (2014). *Redes Neuronales y Sistemas Borrosos*. Madrid: Gran Angular.
- Mendoza, T. (05 de Mayo de 2014). *Repositorio Universidad de Guayaquil*. Recuperado el 10 de Diciembre de 2016, de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/6538/1/TesisCompleta%20-%20502.pdf.pdf>
- Morales, N. (2011). *El estudio de la ciencia fotográfica*. Quito: Universidad Central del Ecuador.
- Mosquera, E. C. (2013). *Repositorio ESPE*. Recuperado el 10 de Diciembre de 2016, de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/8827/1/T-ESPE-047573.pdf>
- Norvig, S. J. (2004). *Inteligencia Artificial*. Madrid: Pearson Education.
- Norvig, P. (2012). *Inteligencia Artificial*. New York.: Pearson Education.
- Organización de las Naciones Unidas. (2006). *Convención sobre los derechos humanos de las personas con discapacidad*. Nueva York: ONU.

- Pajares, G. (2011). *Visión por Computador: Imágenes Digitales y Aplicaciones*. Barcelona: Ra Ma.
- Ponce, P. (2011). *La inteligencia artificial con aplicaciones a la ingeniería*. México D.F.: Alfaomega. Recuperado el 15 de diciembre de 2016, de <http://disi.unal.edu.co/~lctorress/iartificial/IAc012.pdf>
- Romero, P. (29 de Agosto de 2012). *Desarrollo de las personas con capacidades distintas*. Quito: MIES. Recuperado el 15 de Diciembre de 2016, de <http://www.inclusion.gob.ec/servicios-mies-para-personas-con-discapacidad/>
- Salud, M. d. (s.f.). *Programa de deteccion temprana*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2016, de <http://www.msal.gob.ar/images/stories/ryc/graficos/0000000470cnt-Guia-Familia-Hipoacusia.pdf>
- Sossa, J. (2013). *Visión Artificial*. Barcelona: Ra Ma .
- Torres, P. (2014). *Aprendizaje Automático*. Barcelona: Ra-Ma.
- Turing, A. (2013). *¿Puede pensar una máquina?* Londres.: KRK Ediciones.

ANEXOS

Anexo 1: Cuestionario realizado para evaluar el funcionamiento del prototipo

	
Cuestionario	
Este es un documento para evaluar el funcionamiento del sistema de reconocimiento dactilológico. Se desea recoger su opinión sobre el prototipo presentado. Esto ayudara a evaluar y mejorar el diseño, es muy importante que sus respuestas sean con honestidad y se agradece su participación	
1. ¿Del manejo del prototipo, su uso ha sido? Fácil ☐ Muy fácil ☐ Difícil ☐ Muy difícil ☐	
2. ¿La distribución de las pantallas ha facilitado su uso? Poco ☐ Muy Poco ☐ Mucho ☐ Medio ☐	
3. ¿Si es oyente, el sonido emitido por el dispositivo es audible? Alto ☐ Medio ☐ Bajo ☐	
4. ¿La velocidad para formar palabras? Rápido ☐ Lento ☐ Medio ☐ Alto ☐	
5. ¿La reproducción de señales del prototipo ha sido? Apreciable ☐ Muy Rápida ☐ Muy Lenta ☐	
6. ¿El reconocimiento de sus señales formadas ha sido? Fácil ☐ Muy Fácil ☐ Difícil ☐ Muy Difícil ☐	
7. ¿Cree Ud. que el prototipo ha sido útil para aprender el alfabeto dactilológico? Nada ☐ Casi Nada ☐ Muy Poco ☐ Poco ☐ Mucho ☐	
8. ¿Considera que el prototipo es resistente? Sí ☐ No ☐	
	Si la respuesta fue NO
	¿Necesita un estuche / carcasa? Sí ☐ No ☐
	¿Le gustaría una carcasa? Liviana ☐ Pesada ☐

9. ¿Le gustaría que el sistema se alimente por?

Energía Residencial ☐

Baterías ☐

¿Qué tipo de batería preferiría?

Recargable ☐

Baterías de remplazo ☐

10. ¿Cuánto tiempo le gustaría que el prototipo opere?

10 – 20 min ☐

20 – 30 min ☐

30 – 40 min ☐

40 – 50 min ☐

50 – 60 min ☐

11. ¿En qué posición le gustaría la cámara?

Superior izquierda ☐

Superior derecha ☐

Superior Central ☐

12. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por el prototipo?

60\$ ☐

75\$ ☐

100\$ ☐

150\$ ☐

200\$ ☐

13. ¿Qué más le gustaría que tenga el prototipo?

.....

.....

.....

Anexo 2: Certificación obtenida en INAL (Instituto Nacional de Audición y Lenguaje)



INSTITUTO NACIONAL DE AUDICIÓN Y LENGUAJE

Machala N51-15 y Fernando Dávalos

email secretaria_inal@hotmail.com

Tel. 3302198 / 2469067

Quito, 14 de noviembre de 2016

CERTIFICADO

En calidad de Rectora del Instituto Nacional de Audición y Lenguaje INAL, certifico que el Proyecto Técnico “Desarrollo de un Prototipo Portátil para el Reconocimiento de Señas dactilológicas mediante Visión Artificial” del Sr Rueda Valencia Bryan Patricio, estudiante de la Carrera de Ingeniería Electrónica de la Universidad Salesiana, fue probado en esta institución.

MSc. Fabiola Bonilla
MSc. Fabiola Bonilla
RECTORA (E)



Anexo 3: Certificación obtenida en FENASEC (Federación Nacional de Personas
Sordas del Ecuador)



FEDERACIÓN NACIONAL DE PERSONAS SORDAS DEL ECUADOR
"FENASEC"

FUNDADO EL 26 DE ABRIL DE 1986
ACUERDO MINISTERIAL DE BIENESTAR SOCIAL N° 1333
AFILIADA A LA FEDERACIÓN MUNDIAL DE SORDOS (FMS)

CERTIFICACIÓN

Yo, Vinicio Baquero certifico que el señor Bryan Patricio Rueda Valencia portador de la CI. 1722940895 vino a la Federación Nacional de Personas Sordas del Ecuador – FENASEC el día jueves 28 de octubre del presente para hacer una demostración de un dispositivo de su autoría que forma parte de algún proyecto que está desarrollando.

Como FENASEC nos interesamos siempre en animar las buenas iniciativas que se puedan generar para mejorar la calidad de vida de las personas Sordas. Aunque se puede notar gran iniciativa y empeño en el estudiante, creemos que el proyecto no es un aporte real para la comunicación de las personas Sordas. La lengua de señas no es solamente alfabeto dactilológico, implica el uso del espacio, rostro y gran parte del cuerpo. La comunicación de las personas Sordas no puede limitarse a un dispositivo ya que es un proceso intelectual, cultural y tridimensional.

Agradeceremos tomar en cuenta estos criterios y de requerir más detalles, estamos para servirle.

Atentamente,



Tcnlg. Vinicio Baquero
PRESIDENTE FENASEC

Av. 10 de Agosto N37-193 entre Villalengua y Barón de Carondelet CONADIS
Teléfono 2267-711 (ext. 5)
fenasec@yahoo.es - www.fenasec.ec

Anexo 4: Tabulación de Datos

PREGUNTAS					TOTAL
¿Del manejo del prototipo, su uso ha sido?					
Fácil	Muy fácil	Difícil	Muy difícil		
69	1	2	0		72
¿La distribución de las pantallas ha facilitado su uso?					
Poco	Muy Poco	Mucho	Media		
5	2	21	44		72
¿Si es oyente, el sonido emitido por el dispositivo es audible?					
Alto	Medio	Bajo			
31	9	0			40
¿La velocidad para formar palabras?					
Rápido	Lento	Medio	Alto		
16	22	34	0		72
¿La reproducción de señales del prototipo ha sido?					
Apreciable	Muy Rápida	Muy Lenta			
65	4	3			72
¿El reconocimiento de sus señales formadas ha sido?					
Fácil	Muy Fácil	Difícil	Muy Difícil		
62	9	1	0		72
¿Cree Ud. que el prototipo ha sido útil para aprender el alfabeto dactilológico?					
Nada	Casi Nada	Muy Poco	Poco	Mucho	
1	0	0	1	70	72
¿Considera que el prototipo es resistente?					
Si	No				
63	9				72
¿Necesita un estuche / carcasa?					
Si	No				
12	30				42
¿Le gustaría una carcasa?					
Liviana	Pesada				
18	2				20
¿Le gustaría que el sistema se alimente por?					
Energía Residencial	Baterías				
52	20				72
¿Qué tipo de batería preferiría?					
Recargable	Baterías de remplazo				
12	8				20

¿Cuánto tiempo le gustaría que el prototipo opere?					
10-20 min.	20-30 min	40-50 min	50-60 min	30-40 min	
4	11	12	25	20	72
¿En qué posición Le gustaría la cámara?					
superior Izquierda	Superior Derecha	Superior Central			
5	10	57			72
¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por el prototipo?					
60\$	75\$	100\$	150\$	200\$	
17	11	9	8	15	60