

Universidad Nacional Experimental del Táchira

Vicerrectorado Académico

Decanato de Docencia

Departamento de Ingeniería Informática

Trabajo de Aplicación Profesional

Proyecto Especial de Grado

**SOFTWARE PARA LA ENSEÑANZA DEL LENGUAJE DE SEÑAS VENEZOLANO MEDIANTE KINECT SKELETON FEATURES Y GUANTES ARTICULADOS PARA LA CAPTURA DE LA FLEXION DE LOS DEDOS**

Escalante Contreras. Juan C.

C.I. -V: 19.501.558

juanc.escalantec@unet.edu.ve

Méndez Moncada. Leopoldo L.

C.I. -V: 18.791.666

leopoldo.mendez@unet.edu.ve

Marcel Molina

Marcel.algo

San Cristóbal, Mayo del 2015.

**CAPÍTULO I**

**EL PROBLEMA**

**Planteamiento del Problema**

Normalmente una persona con discapacidad auditiva se comunica con el mundo por medio de señales, éstas son aprendidas desde el momento en que se tiene conocimiento de la deficiencia auditiva, y comienza el proceso de aprendizaje de un arsenal de signos y señas que en conjunto representan la lengua de señas. Dichas señales son conocidas también como Lenguaje Dactilológico o Lenguaje de Señas, el cual permite a las personas con esta discapacidad expresarse y entender lo que sus oídos no les permiten comprender para luego poder hablarlo. Infante (2005) describe su propia experiencia en su libro cuando desde niña nació con discapacidad auditiva: “Los sordos nos comunicamos hablando, emitiendo sonidos aunque no escuchamos, en tanto el oyente habla porque puede escuchar. Los sordos se comunican por señas, y el lenguaje de señas tiene la característica de haber sido creado por ellos mismos para satisfacer sus propias necesidades de comunicación.” (p. 42).

Es por esto que en el caso de un estudiante sordo se requiere de un docente que le hable a la cara para que éste pueda dar lectura a sus labios o a las señales que el docente haga, debe permanecer tranquilo para no perder la coherencia del contenido de la clase; en el caso contrario, un profesor sordo sólo puede impartir conocimiento a estudiantes que tienen el mismo problema físico, con las mismas restricciones que el ejemplo anterior, sólo que estos últimos se comunican directamente por el lenguaje de señas.

Una situación como la antes descrita añade complicaciones a estos seres humanos que a pesar de sus esfuerzos por comunicarse, aún tienen limitaciones tecnológicas que no les permiten comunicarse de una manera más natural, directamente con su lenguaje de señas; existe entre ellos, entonces, la necesidad de sentirse comprendidos por personas que no poseen su deficiencia a través de los entornos tecnológicos, la dificultad de expresarse en un entorno educativo como la escuela, universidad, y también del uso de dispositivos que aún no se adaptan a ellos, como consolas de juegos y aplicaciones de escritorio.

Machi y Veinberg (2005) describen lo que es el campo tecnológico para la educación de los niños sordos de la siguiente manera:

“La computación adquiere una dimensión diferente como medio de enseñanza y aprendizaje por su carácter transmisor de información escrita y por su significación como medio visual para una cultura predominantemente visual. En la era de la informática, los niños sordos se encuentran con la posibilidad de acceder a mucha información que antes estaba disponible en forma oral, o que no estaba disponible en lo absoluto, a través de la computadora. Existen foros de discusión acerca de temas de sordera y de la comunidad de sordos mundial, existen diarios, historietas en lenguaje de señas, novedades acerca de las comunidades de sordos de cada país, la información visual que ofrece la cibernética, los programas elaborados en diferentes niveles y para diferentes áreas del conocimiento y la posibilidad que ofrecen los programas de computación para establecer contacto con otras personas en forma visual/escrita otorgan a las personas sordas la posibilidad de apropiarse de la misma información que el resto de la sociedad mundial. “(p. 29)

A pesar de existir una gran variedad de software que se encarga de estudiar la fonética, conversores de texto a voz, juegos didácticos interactivos, entre tantos otros, existen pocos avances de aplicaciones esenciales para poder realizar la conversión de señas físicas a texto o a voz, en los mejores esfuerzos se han logrado desarrollar algunas librerías con videos precargados que simulan mostrar la imagen y luego el texto o voz del significado, y por ultimo un reconocimiento a partir de imágenes estáticas en ambientes controlados, reprocesándoles y extrayendo características a fin de capturar una figura realizada con las manos y traduciéndola en letras y algunas palabras.

En vista de lo antes descrito, se plantea desarrollar un software de escritorio interactivo que permita la enseñanza del Lenguaje de Señas Venezolano(LSV) mediante el reconocimiento de los movimientos realizados con el cuerpo, el rostro y los dedos a través los recursos informáticos: *Kinect Skeleton Features* (KSF) de Microsoft y los *Guantes Articulados para la Captura de la flexión de los Dedos* (GACFD), desarrollados y fabricados a bajo costo para el presente proyecto, y por último, el uso de un algoritmo de Inteligencia Artificial que mejor se desempeñe para el caso, con la finalidad de realizar la conversión de vídeo y señal electrónica digital, a voz y a texto.

En vista de la panorámica presentada se plantean las siguientes interrogantes: ¿Cómo se maneja la educación actual de las personas con discapacidad auditiva?, ¿Cuáles son los sistemas informáticos existentes que ayudan a la educación y formación de personas con discapacidad auditiva en Venezuela?, ¿Cuáles son las tecnologías de información necesarias para elaborar un software capaz de reconocer el lenguaje de señas?

**Objetivos de la Investigación**

**Objetivo general:**

Desarrollar un software para la enseñanza del Lenguaje de Señas Venezolano mediante Kinect Skeleton Features y un Guante Articulado para la Captura de la Flexión de los Dedos.

**Objetivos Específicos:**

1. Revisar información relacionada con el LSV en cuanto a sus gestos, sintaxis y gramática.
2. Construir los GACFD.
3. Estudiar la configuración y codificación del *SDK* de *KSF*.
4. Estudiar los Algoritmos de Inteligencia Artificial que servirán para el reconocimiento de patrones de las salidas del KSF y de los GACFD.
5. Codificar una aplicación que integre *KSF* y *GACFD* con los Algoritmos de Inteligencia Artificial seleccionados para reconocer el LSV.
6. Realizar pruebas de desempeño del programa.
7. Documentar la información investigada y los módulos desarrollados dentro de la aplicación.

**Justificación e Importancia**

David Torres (2009) “La Kofotecnología es la utilización de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) y otros materiales en la mejora de los procesos de atención de la población con discapacidad audio-comunicativa en ámbitos sociales, laborales y educativos.”, Torres describe lo que es la necesidad de utilizar la tecnología para mejorar la comunicación de las personas con discapacidades audio-comunicativas. Lo que genera una motivación al uso de los conocimientos previos de informática, del dispositivo creado por Microsoft: *KSF*, y de *GACFD*, para mejorar la comunicación de dichas personas.

La herramienta a desarrollar en esta investigación pretende dar interpretación a las señas realizadas por una persona con discapacidad audio-comunicativa, transformando sus señales físicas a lenguaje español (venezolano) ya sea escrito o hablado por el computador, el cual le ayudará en cuanto a la mejor forma de realizar las señales para su correcta recepción.

Aquellas personas con limitaciones de interacción con los dispositivos tecnológicos buscan siempre la forma de hacerlo por medio de teclados u otros periféricos que no presentan la forma más natural del lenguaje de señas; al realizar estas señas de forma natural y ser interpretadas al lenguaje escrito o hablado, habrá mayor fluidez en la comunicación.

La investigación permitirá dar un gran aporte a otras tecnologías de la información y comunicación que pueden añadir a sus dispositivos la herramienta para poder extender sus alcances y lograr la integración de la población con discapacidad audio-comunicativa en ámbitos sociales, laborales y educativos.

Esta herramienta a desarrollar podrá ser útil también para la enseñanza de la lengua de signos, solicitando al usuario realizar movimientos de seña para que en conjunto el *Kinect* y *los GACFD* a través del algoritmo de Inteligencia Artificial lo entiendan e interpreten.

**Alcance y Limitaciones**

Cada país o región en donde exista una comunidad de sordos sólidamente consolidada posee todo un arsenal de señas claras y precisas para ese país o comunidad en específico, por eso es que hoy en día se habla de la Lengua  de  Señas Italiana (LSI),  de  la  Española (LSE), de  la  Colombiana (LSC), Brasileña (LSB), Pakistaní, Checa,  etc. (Oviedo, 2003).  Es por esta razón que se plantea desarrollar un software que pueda dar interpretación parcial al Lenguaje de Señas Venezolano (LSV), dando la posibilidad de poder extenderse a otros Lenguajes de Señas, sin embargo éstos no formarán parte de esta investigación.

El reconocimiento no se hará en tiempo real, sino que se tomarán datos de un gesto y se dará la interpretación correspondiente, esto debido a la complejidad del Lenguaje y a la limitación de tiempo para lograr una interpretación continúa tal cual como naturalmente se realiza.

Inicialmente se buscará reconocer gestos que den significado a una sola palabra, y posteriormente según la respuesta obtenida por los algoritmos de Inteligencia Artificial elegidos se intentará reconocer oraciones completas.

Debido a la gran extensión del LSV, el reconocimiento realizado por el software estará limitado a un número de señas, específicamente para un nivel básico, siendo en este caso un aproximado de cien señas.

El SDK de *Kinect*, no provee funciones para el reconocimiento de los dedos de una persona, esto genera una limitante en cuanto a la complejidad de los movimientos que se desean interpretar, de los cuales es imprescindible el reconocimiento de los dedos, por lo tanto se buscará aliviar esta limitante aplicando los GACFD que aportan al sistema el movimiento de los dedos.

**CAPÍTULO II**

**MARCO TEÓRICO**

**Antecedentes**

A nivel internacional se reseñan los siguientes antecedentes:

Brashear, H., Zafrulla, Z., Starner, T., Hamilton, H. y Presti, P. (2010), investigadores del Colegio de Computación Instituto Tecnológico de Georgia, elaboraron un proyecto titulado “*American Sign Language Recognition using Kinect Skeleton features*”, es una mejora realizada a un proyecto anterior llamado CopyCat, este es un juego interactivo que permite a sus usuarios comunicarse con los personajes mediante el lenguaje de señas americano (ASL), al momento de incorporar *Kinect* en el desarrollo del juego eliminan unos guantes con 3 acelerómetros que poseía las primeras versión de CopyCat.

Este proyecto contribuye con las métricas tomadas en el momento de las capturas de datos en cuanto a la magnitud de los vectores, ángulos entre los vectores y distancias entre los vértices, aunque no posee el reconocimiento de los dedos obtiene buenos resultados para las oraciones necesarias para el juego.

López (2009) elaboró un proyecto de investigación titulado “*Reconocimiento Automático de Lenguaje de Signos: Lenguaje ASL*”, el proyecto consiste en la elaboración de un sistema capaz de interpretar el alfabeto de lenguaje de signos, en concreto el lenguaje de signos americano, en esta investigación se centran en la visión artificial como medio de simulación del sentido visual humano, poniendo en uso una potente librería de visión artificial llamada *OpenCV*, y luego de obtener la imagen limpia y clara realizan la clasificación correspondiente que está dada por el algoritmo DTW (*Dynamic Time Warping*).

Este proyecto contribuye con el procesamiento de imágenes, al tratarlas con herramientas de segmentación y cambio de formato de colores llevando las imágenes de RGB a HSV para darle independencia del contorno, y luego aplicando un algoritmo de morfología que le dé a las imágenes mayor limpieza e independencia. También, contribuye en la aplicación del Algoritmo de clasificación DTW que es un potente clasificador de vectores, que compara la similitud entre dos secuencias.

Ponce, Gorga, Baró, Radeva y Escalera (2011) elaboraron un proyecto titulado “*Análisis de la Expresión Oral y Gestual en Proyectos Fin de Carrera vía un Sistema de Visión Artiﬁcial*”. El objetivo de este trabajo fue desarrollar una herramienta informática para la extracción de información objetiva para el análisis de la expresión oral y gestual de los alumnos que realizan ponencias durante su carrera y al final en proyectos de grado, permitiendo darle a los alumnos y a los docentes una retroalimentación para mejorar la calidad de sus presentaciones mediante una aplicación que extrae de forma automática información audiovisual que es analizada mediante técnicas de aprendizaje. Los resultados obtenidos muestran la viabilidad del sistema para sugerir factores que ayuden tanto en el éxito de la comunicación como en el criterio de evaluación.

Este proyecto contribuye en los procesos de segmentación de la persona con el objetivo de obtener regiones de la imagen con información de interés, entre los cuales se encuentra la detección facial de Viola y Jones por cascada de clasificadores, seguidamente la obtención del color de piel partiendo de los pixeles encontrados en el rostro y de allí reconocer las regiones con más densidad de puntos con este color y definir allí los brazos y manos.

A nivel regional se reseña el siguiente antecedente:

Mojica (2008) desarrolló un sistema de dos robots jugadores de fútbol controlados cinemáticamente implementando visión artificial, por medio de una cámara que enviaba las imágenes de donde se obtenían los datos de las posiciones tanto de los jugadores robots como de la pelota en juego, también la orientación de los robots, se estudiaba el escenario, se escogía una estrategia de juego y ésta era enviada por radiofrecuencia a los robots.

De esta investigación antes descrita, se obtiene información relevante en cuanto a captura de imágenes, binarización, remoción de ruido, detección de bordes, segmentación, clasificación y extracción de datos para realizar un reconocimiento de objetos estable y confiable a pesar de la poca resolución de la cámara utilizada.

**Bases Teóricas**

**Lenguaje de Señas**

Según Klima y Bellugi (1979), definen la lengua de signos como un sistema lingüístico complejo, que principalmente se maneja con las mano, además cuenta con los tradicionales sistemas fonológicos, morfológico y sintáctico, y posee sus propias reglas gramaticales, distintas de las lenguas orales. Este lenguaje posee diversidad de formas e interpretaciones, de hecho existe un lenguaje diferente para cada país, incluso dentro de un mismo país pueden existir diferentes formas de interpretar el lenguaje con las señas, esto es debido a la diversidad de dialectos y culturas.

**Kinect**

Kinect es un controlador de juego y entretenimiento creado por Alex Kipman, desarrollado por Microsoft para la videoconsola X-Box 360. Kinect permite a los usuarios controlar e interactuar con el dispositivo sin necesidad de tener contacto físico con un control de videojuegos tradicional, mediante una interfaz natural de usuario que reconoce gestos, comandos de voz, y objetos e imágenes.

**Kinect Skeleton Features**

Kinect es una tecnología de sensores que sirve para la consola de juego X-Box, desarrollado por Microsoft y lanzado al mercado en noviembre del año 2010, muy novedoso en su tiempo ya que posee sensores de audio y cámaras de profundidad y RGB, que permiten al usuario interactuar con la consola de juegos sin necesidad de utilizar un control de mando.

El término “*Skeleton*” significa “esqueleto” y se refiere a la forma en que el dispositivo Kinect toma la información de los personajes que interactúan en los juegos, el dispositivo captura la imagen de la persona y convierte su cuerpo en un “esqueleto” con articulaciones en su cuello, hombros, codos, cadera, rodillas y muñecas, permitiendo así la extracción de los datos de coordenadas para los juegos.

**SDK de Kinect**

Microsoft en un intento de promover el desarrollo de tecnologías con *Kinect*, debido a una gran cantidad de desarrolladores que iban al margen de la compañía y no en contra de ella, lanzó en junio de 2011 una librería capaz de dar acceso a la cámara RGB, identificar profundidad, distancia, velocidad y una completa API así como documentación técnica, ayuda y códigos de ejemplo. *Microsoft* (2011).

**GACFD**

GACFD o Guantes Articulados para la Captura de la Flexión de los Dedos, es una tecnología de desarrollo propio, cuya función es capturar el grado de flexión de cada dedo de la mano y transformarla en un valor numérico mediante sensores infrarrojos de corto alcance CNY 70, dispuestos en extremos opuestos de un medio conductor el cual encapsula la señal infrarroja, siendo este medio cable hueco de silicona, que al ser flexionado por los dedos causa variaciones en el valor retornado por el receptor del sensor, estos valores son luego enviados a una tarjeta *Arduino Uno* para ser procesados y transmitidos vía USB.

**Arduino UNO**

**CNY 70**

**Visión Artificial**

La visión artificial es una técnica para establecer la relación entre el mundo tridimensional y sus vistas bidimensionales tomadas de él. Por medio de esta teoría se puede hacer, por una parte, una reconstrucción del espacio tridimensional a partir de sus vistas y, por otra parte, llevar a cabo una simulación de una proyección de una escena tridimensional en la posición deseada a un plano bidimensional. Incluye estudios de física, matemática, ingeniería eléctrica, computación.

El continuo desarrollo de nuevos algoritmos, funciones y aplicaciones, hacen de esta disciplina y del procesamiento digital de imágenes una tecnología en constante evolución. La visión artificial intenta emular la capacidad que tienen algunos seres vivos para ver alguna escena y entenderla; conjuntamente con el procesamiento digital de imágenes (PDI) ha experimentado una rápida evolución en las dos últimas décadas. (García, 2008).

**Dynamic Time Warping (DTW)**

Es un algoritmo para medir la similitud entre dos secuencias que pueden variar en el tiempo o la velocidad. El algoritmo es aplicado a secuencias de video, audio y hasta gráficos.

**Definición de Términos**

**Algoritmo:**conjunto definido de reglas o procesos para la solución de un problema en un número finito de pasos.

**API:** también llamadas comúnmente librerías, son una serie de métodos, clases, funciones o procedimientos que ofrecen apoyo para el desarrollo de otro software.

**Aplicación**: Software y documentación que definen la integración de la computadora en una tarea.

**Automatización**: Se le denomina así a cualquier tarea realizada por máquinas en lugar de personas. Es la sustitución de procedimientos manuales por sistemas de cómputo.

**Controlador**: parte de una aplicación que se encarga de comprobar, revisar, intervenir y examinar un proceso o un dispositivo que está bajo su dominio.

**Digital**: representación de la información basada en un código numérico discreto.

**Dispositivo**: mecanismo de un aparato o equipo que, una vez accionado, desarrolla de forma automática la función que tiene asignada.

**Fonología**: rama de la lingüística que estudia los elementos fónicos, atendiendo a su respectivo valor funcional, dentro del sistema propio de cada lengua.

**Gramática**: ciencia que describe sistemáticamente y en su totalidad un lenguaje o las lenguas.

**Informática**: Conjunto de conocimientos científicos y técnicas que hacen posible el tratamiento automático de la información por medio de computadoras.

**Máquina**: Artificio o conjunto de aparatos combinados para recibir cierta forma de energía, transformarla y restituirla en otra más adecuada o para producir un efecto determinado.

**Morfología**: parte de la gramática que trata la forma de las palabras y, por ello, también del morfema.

**Procedimiento**: secuencia de operaciones destinadas a la resolución de un problema determinado.

**Simulación**: Representación del funcionamiento de un determinado proceso por medio de la computadora.

**Sintaxis**: Término con el que se nombra la parte de la gramática que estudia las oraciones, sus claves y, a veces, las significaciones o funciones de las formas que trata la morfología.

**Sistema**: conjunto organizado de elementos diferenciados cuya interrelación e interacción supone una función global.

**CAPÍTULO III**

**MARCO METODOLÓGICO**

**Tipo de Investigación**

De acuerdo con Rosales (2002), “Un proyecto en general, puede ser descrito como la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema tendente a resolver, entre muchas, una necesidad del hombre.” (p. 3).

Por otra parte se cita el concepto de proyecto factible de Barrios (1998):

“El proyecto factible consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos, o necesidades de organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos.” (p. 7).

De acuerdo a la naturaleza del estudio, el mismo está enmarcado dentro de la modalidad de un proyecto factible, debido a que está orientado a proporcionar solución o respuesta a problemas planteados en una realidad presente en la comunicación entre personas con discapacidad auditiva y las tecnologías que existen de comunicación, adoptando y desarrollando técnicas que permitan la traducción de sus señales físicas a información en digital.

**Diseño de Investigación**

De acuerdo con Cázares, Christen, Jaramillo, Villaseñor y Zamudio (2000, p. 18), la investigación documental depende fundamentalmente de la información que se recoge o consulta en documentos, entendiéndose este término, en sentido amplio, como todo material de índole permanente, es decir, al que se puede acudir como fuente o referencia en cualquier momento o lugar, sin que se altere su naturaleza o sentido, para que aporte información o rinda cuentas de una realidad o  acontecimiento.

**Fases de Desarrollo**

De acuerdo al tipo de investigación, se desglosa el proyecto en 5 fases:

1. Formación.
2. Investigación.
3. Desarrollo.
4. Pruebas.
5. Documentación.

**Formación**

Es la primera parte y la fundamental de este proyecto ya que a partir de ella se adquieren los conocimientos necesarios para obtener los mejores resultados en el trabajo. En primera instancia del desarrollo de una aplicación, se hace imprescindible establecer los métodos y algoritmos que realizarán la captura de regiones de interés de imágenes a través de visión artificial, es también necesario establecer los algoritmos a utilizar para la clasificación de movimientos realizados por la persona frente a la cámara.

**Investigación**

Esta fase consiste en el entendimiento de las técnicas utilizadas y el mejoramiento a la hora de la implementación. Para ello, se llevará a cabo un estudio bibliográfico acerca de la información necesaria que concierne a las librerías de visión artificial que existen de código abierto y a su vez de los algoritmos existentes de clasificación de datos.

En esta fase se hará estudio del manejo de la API que ofrece Microsoft para la codificación de aplicaciones para *Kinect*.

**Desarrollo**

El objetivo final es obtener una implementación práctica de un sistema capaz de detectar movimientos e interpretarlos. Una vez realizado el estudio bibliográfico que antecede a esta fase, se establecerá el equipo necesario para poder realizar las pruebas correspondientes, se configurará el dispositivo físico *Kinect*, y se configurará la librería necesaria para la visión artificial. Luego se procederá a realizar el diseño y codificación de cada uno de los módulos con los que contará el sistema a desarrollar.

**Pruebas**

En esta fase se desarrollan las pruebas y las correcciones correspondientes a cada uno de los módulos desarrollados, llevando un control de fallos y errores que genere el sistema para futuras referencias.

**Documentación**

Esta fase se ha nombrado de última pero de igual forma se irá desarrollando a medida que se va desarrollando la aplicación.

**Metodología**

**Método Espiral**: Según Vieyra (2002):

“es un modelo de proceso de software evolutivo que conjuga la naturaleza iterativa de construcción de prototipos con los aspectos controlados y sistemáticos del modelo lineal secuencial. Proporciona el potencial para el desarrollo rápido de versiones incrementales del software. En el modelo espiral, el software se desarrolla en una serie de versiones incrementales. Durante las primeras interacciones, la versión incremental podría ser un modelo en papel o un prototipo. Durante las últimas iteraciones, se producen versiones cada vez más completas del sistema diseñado.” (p. 24).

Las fases de desarrollo del modelo espiral pueden variar entre tres y seis, a continuación una breve descripción de seis fases Vieyra (2002):

**Comunicación con el cliente**: las tareas requeridas para establecer comunicación entre el desarrollador y el cliente.

**Planificación**: las tareas requeridas para definir recursos, el tiempo y otra información relacionadas con el proyecto.

**Análisis de riesgos**: las tareas requeridas para evaluar riesgos técnicos y de gestión

**Ingeniería**: las tareas requeridas para construir una o más representaciones de la aplicación.

**Construcción y Acción**: las tareas requeridas para construir, probar, instalar y proporcionar soporte al usuario (por ejemplo: documentación y práctica)

**Evaluación del Cliente**: las tareas requeridas para obtener la reacción del cliente según la evaluación de las representaciones del software creadas durante la etapa de ingeniería e implementada durante la etapa de instalación.

**Cronograma de Actividades**

|  |  |
| --- | --- |
| Actividad | |
|
| A | Revisión bibliográfica sobre el LSV, conocer su gramática, sintaxis, morfología, etc. |
| B | Revisión bibliográfica de la documentación del SDK de Kinect para Windows |
| C | Revisión bibliográfica sobre técnicas de visión artificial y procesamiento digital de imágenes en OpenCV. |
| D | Selección de las técnicas para el procesamiento digital de imágenes en OpenCV |
| E | Diseño e implementación del módulo de Kinect para la detección del Skeleton |
| F | Diseño e implementación del módulo de visión artificial de OpenCV |
| G | Diseño e implementación del módulo de reconocimiento facial y de manos. |
| H | Integrar Interfaz con el módulo de reconocimiento facial y de manos |
| I | Integrar Interfaz con el módulo de skeleton de Kinect |
| J | Diseño e implementación del módulo de reconocimiento de señas |
| K | Integrar Intefaz con el módulo de reconocimiento de señas |
| L | Realizar las pruebas de funcionalidad del sistema |
| M | Realizar el manual de usuario |
| N | Realizar el manual del sistema |
| O | Realizar el manual de instalación |
| P | Documentar el código |

TABLA 1. Leyenda de las actividades necesarias para la elaboración del presente proyecto de investigación

**Referencias**

Barrios, M. (1998). “*Manual de trabajos de grado, de especialización, maestría y tesis doctorales”*. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Caracas: FEDUPEL.

Brashear, H., Zafrulla, Z., Starner, T., Hamilton, H. y Presti, P. (2010), “*American Sign Language Recognition using Kinect Skeleton features*”. Colegio de Computación Instituto Tecnológico de Georgia.

Cazares L., Christen M., Jaramillo E., Villaseñor L. Y Zamudio L. (2000). “*Técnicas Actuales de Investigación Documental”*, 3ª. Edición, Ed. Trillas-UAM, México.

Infante M. (2005). “*Sordera: mitos y realidades*”, Costa Rica.

Klima E. y Bellugi U. (1979). “*The Sign of Language”.* Londres. Universidad de Harvard.

López, E. (2009), “*Reconocimiento automático de lenguaje de signos”*: Lenguaje ASL, [fecha de consulta: 28 de noviembre 2011]. Disponible en: <http://www.maia.ub.es/~sergio/linked/enrique09.pdf>, Barcelona.

Marisa Machi y Silvana Veinberg (2005). “*Estrategias de prealfabetización para niños sordos”*. Argentina

Microsoft (2011). Disponible en: <http://kinectforwindows.org/>

Mujica, L. (2008), “*Desarrollo de un sistema de dos robots jugadores de fútbol controlado cinemáticamente implementando visión artificial”.* Tesis de Grado, Universidad Nacional Experimental del Táchira.

OpenCV (2011). Disponible en: <http://opencv.willowgarage.com/wiki/>

Oviedo, A. (2003). “*Algunas notas sobre la comunidad sorda venezolana y su lengua de señas”*. En Cuadernos Edumedia 3, p. 12-20

Pressman R. (2002). “*Ingeniería del Software, un enfoque práctico”*. México: Concepción Femández Madrid.

Ponce V., Gorga M., Baró X., Radeva P. y Escalera S. (2011). “*Análisis de la Expresión Oral y Gestual en Proyectos Fin de Carrera vía un Sistema de Visión Artificial”.* Tesis de Grado. Universidad de Barcelona.

Rosales, H. (2002), *Seminario de Proyecto Factible*, [fecha de consulta: 03 de diciembre de 2011]. Disponible en <http://www.face.uc.edu.ve/~hrosario/ProyFact/Cap_1_Proyecto_Factible.doc> .

Torres, David (2009). “*Kofotecnología”*. En Memorias del Congreso Internacional Tic\_disCapacidad CITICA 09. Fundación FREE. RedEspecial. Iberoamericana para la Cooperación en Educación Especial y Tecnología Adaptativa. México, DF: Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey campus Ciudad de México.

ANEXOS

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Tarea | Fecha de Inicio | Duración (Días) | Fecha de Culminación |
| A | 27/02/2012 | 10 | 08/03/2012 |
| B | 08/03/2012 | 15 | 23/03/2012 |
| C | 23/03/2012 | 20 | 12/04/2012 |
| D | 12/04/2012 | 4 | 16/04/2012 |
| E | 16/04/2012 | 7 | 23/04/2012 |
| F | 23/04/2012 | 20 | 13/05/2012 |
| G | 13/05/2012 | 20 | 02/06/2012 |
| H | 02/06/2012 | 3 | 05/06/2012 |
| I | 05/06/2012 | 3 | 08/06/2012 |
| J | 08/06/2012 | 15 | 23/06/2012 |
| K | 23/06/2012 | 3 | 26/06/2012 |
| L | 26/06/2012 | 10 | 06/07/2012 |
| M | 06/07/2012 | 2 | 08/07/2012 |
| N | 08/07/2012 | 2 | 10/07/2012 |
| O | 10/07/2012 | 2 | 12/07/2012 |
| P | 12/07/2012 | 3 | 15/07/2012 |

TABLA 2. Fechas tentativas para la elaboración de cada una de las actividades planteadas en el presente proyecto de investigación

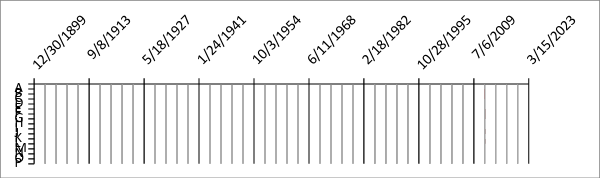


GRAFICO 1. Diagrama de Gantt referente a las fechas tentativas para la elaboración de cada una de las actividades planteadas en el presente proyecto de investigación