**INTRODUCCIÓN**

La somnolencia, según la Real Academia Española se define como la sensación de pesadez y torpeza de los sentidos a causa del sueño. Esta se presenta por muchos factores tales como: mucho tiempo sin actividad física, aburrimiento, consumo de alcohol y/o drogas, enfermedades y desordenes del sueño (narcolepsia, entre otros.), consumo de medicamentos que producen sueño, y otros. Entre las principales consecuencias de la somnolencia se puede encontrar, reducción del tiempo de reacción, disminución de la capacidad de actuación, de concentración y de vigilancia, e incrementa el comportamiento agresivo y el malhumor, entre otros.

Las personas  al estar en estado de somnolencia muestran ciertas características faciales que se pueden reconocer sobre el rostro, principalmente en los ojos y la boca, además muestran como síntomas: dificultad para enfocar la vista (mirada) y/o mantener los ojos abiertos, bostezar repetidamente, fruncir la ceja, dificultad para mantener la cabeza erguida, entre otros.

Según el trabajo de los autores Ji, Yang y Bergasa, el rostro y la cabeza pueden indicar el nivel de atención, la dirección de la mirada y el nivel de fatiga. En cuanto a la orientación del rostro la posición ideal es frontal cuando el operador presta la suficiente atención al monitor, cualquier otra orientación por períodos extendidos de tiempo o por cambios frecuentes indican fatiga o falta de atención.

Para la realización del sistema propuesto se diseñará un sistema aplicando los fundamentos y las técnicas de procesamiento de imágenes y reconocimiento de acciones y patrones explicado por los autores Shih, Rahman, entre otros. Este sistema será programado en lenguaje C y Python para ser utilizado en una laptop, lo cual permitirá la portabilidad del sistema.

La importancia de este proyecto reside principalmente en que puede prevenir accidentes o robos, al generar alertas tempranas cuando el sistema detecte el estado de somnolencia del operador a cargo de los monitores de seguridad.

El centro comercial el Dorado Barinas cuenta con un departamento de seguridad el cual es el encargado de supervisar todas las áreas del mismo a través de un circuito cerrado de tv (CCTV), y vigilantes que se encuentran en sitios estratégicos y todos comunicados a través de radios, con el fin de resguardar y reducir los posibles robos y accidentes que originen malestar tanto a los clientes como a sus trabajadores. Cada segundo es importante que estos operadores estén alertas ante cualquier eventualidad, por ello es importante que los operadores de los monitores estén siempre alerta.

El desarrollo del sistema como el descrito en el proyecto, sería capaz de estudiar constantemente el estado facial del operador, generando ninguna alerta si el mismo se nota despierto y atento ante el monitor, pero generando alarmas al detectar que los gestos de la persona han cambiado, el pestañeo se vuelve más seguido, bostezos constantes, movimiento hacia delante, atrás o a los lados de la cabeza, señales suficientes que harían detectar al sistema un posible estado de sueño, generando así un sonido a manera de alerta, que haga despertar al operador para evitar dormirse frente al monitor.

Para lograr tales fines, el trabajo se ha estructurado en cuatro capítulos con el propósito de ir cubriendo los objetivos planteados en la investigación: **Capítulo I:** Corresponde a la contextualización de la problemática a tratar en la investigación, los objetivos y su justificación. **Capítulo II:** Se refiere al marco referencial dividido en antecedentes, bases teóricas y legales, sistema de variables, términos básicos; definiendo así términos relacionados con el tema y que sirvan para la mejor compresión de los puntos a tratar. **Capítulo III:** Contiene la marco metodológico, modalidad y tipo de la investigación, procedimientos, operacionalización de la variable, población y muestra, técnicas para el análisis de la información. **Capítulo IV:** resultados, fase diagnóstico, fase alternativa de la solución, fase de la propuesta, conclusiones, recomendaciones, referencias y anexos.

**CAPÍTULO I**

**EL PROBLEMA**

**Contextualización del Problema**

El mundo se ha convertido en un país con mucha inseguridad y muchos riesgos. Los objetivos principales de la función de los sistemas de seguridad son: reducir pérdidas, reducir incidentes de inseguridad, mejoramiento de la efectividad en los trabajadores de una empresa, entre otros. Entre las herramientas más importantes se encuentran los sistemas de video-vigilancia (CCTV) los cuales se han convertido en un factor fundamental para la prevención y control de riesgos. Adicionalmente el CCTV ha tomado un rol de control y supervisión cuyo objetivo es mejorar la efectividad de la empresa.

El C.C. el Dorado en Barinas cuenta con un sistema de CCTV cuyo objetivo principal es obtener mejor supervisión y control de los clientes y los empleados que allí hacen vida, así como de las instalaciones pertenecientes al Centro Comercial. Un buen sistema CCTV permite al personal de seguridad monitorear un área extensa con pocas personas y hacer más efectiva la vigilancia del área por cubrir. No obstante se han suscitado circunstancias de flagelo que han puesto en riesgo a estas personas.

Los robos en una empresa tienen tres orígenes principales, es decir, pueden ser producidos por: clientes, empleados o personas ajenas (ladrones o intrusos). Para todos los casos, un sistema CCTV es un factor muy importante y determinante que puede reducir considerablemente las perdidas en una empresa. No solamente porque las personas se cuidan más al saber que están siendo vigiladas, sino también porque se descubren fácilmente los culpables revisando las grabaciones y se toman medidas para el futuro.

El factor principal en reducir o prevenir robos es la disuasión, ya que se previene y evita el incidente con solo el hecho de contar con un sistema CCTV a la vista de todos. De hecho, muchas veces se considera la utilización de tipos de cámaras específicas por su apariencia (tamaño, tipo, etc) para que luzcan más amenazantes y “efectivas” a las personas con malas intenciones. En este sentido, es de suma importancia mantener alerta a los operadores de estos sistemas, ya que son ellos los responsables de vigilar, prevenir, controlar riesgos y pérdidas y activar cualquier alarma ante un flagelo o circunstancia que genere algún tipo de peligro.

El sistema propuesto genera aún más confiabilidad al departamento de vigilancia; ya que sus operadores estarán siempre alertas y supervisando a tiempo completo el centro comercial, puesto que el sistema que se propone alertará a los operadores si están manifestando signos de sueño o cansancio que pueda entorpecer sus funciones, así como no permitirá que una persona ajena al departamento manipule los monitores.

Por lo antes expuesto, surgen una serie de interrogantes como:

¿Cuál es la situación actual referente al estado de somnolencia de los trabajadores del departamento de seguridad del C.C. el Dorado Barinas?

¿Cuáles son los requerimientos para el desarrollo del sistema de alerta para operadores de CCTV?

¿Es factible el desarrollo de un sistema de alerta para operadores de CCTV?

¿Cómo ayudará el desarrollo de este sistema en las actividades de los operadores del departamento de vigilancia de CCTV del C.C. el Dorado Barinas?

**Objetivos de la Investigación**

***Objetivo General***

Desarrollar un sistema inteligente para el reconocimiento de signos faciales de somnolencia o sueño en operadores de CCTV del departamento de seguridad del C.C. el Dorado Barinas.

***Objetivos Específicos***

Diagnosticar la situación actual referente al estado de somnolencia de los trabajadores del departamento de seguridad del C.C. el Dorado Barinas.

Establecer los requerimientos necesarios para la realización del sistema inteligente de alerta para operadores de seguridad de CCTV del C.C. el Dorado Barinas.

Determinar la factibilidad del sistema.

Diseñar el sistema de acuerdo a las referencias obtenidas.

**Justificación de la Investigación**

En las últimas décadas, los Centros Comerciales se han transformado en lugares donde los visitantes pueden encontrar recreación, esparcimiento, comodidad, precios, productos y servicios; así como también seguridad.

Sin embargo, dado el creciente auge de criminalidad en Venezuela se convierten en espacios difíciles de controlar y un dolor de cabeza para quienes tienen la responsabilidad de la seguridad y protección de los locales comerciales y visitantes en general; en mayor grado cuando cifras de Datanalisis revelan que el número total de visitantes a estos centros en el país, asciende aproximadamente a 19 millones de personas, equivalentes al 84% de la población urbana.

Pero estas edificaciones también constituyen un polo de atracción para los delincuentes, en virtud de la diversa actividad económica y comercial que se lleva cabo en su interior; sometiendo a la seguridad a los máximos niveles de exigencia.

Los encargados en primera instancia de resguardar la seguridad de todos los usuarios del C.C. son los operadores de CCTV ellos son los encargados de gestionar las imágenes captadas por las cámaras instaladas, para resguardar la seguridad de todos los que se encuentran en el centro comercial. Esta persona debe estar familiarizada con los sistemas que está utilizando. Éste deberá monitorear visualmente en forma constante para detectar cualquier anomalía y así poder prevenir a tiempo. Deberá controlar por las cámaras al público que ingresa al C.C., informando cualquier incidente. El operador es el encargado de evacuar el edificio en caso de emergencia o de simulacro.

Por lo antes expuesto, es de suma importancia que el operador este siempre alerta ya que no se sabe en qué momento pueda ocurrir cualquier eventualidad y los primeros encargados de resguardar la seguridad e integridad de todas las personas del centro comercial son ellos, por lo que el sistema propuesto toma más relevancia en este sentido.

Para la realización del dispositivo se diseñará un sistema aplicando los fundamentos y las técnicas de procesamiento de imágenes y reconocimiento de acciones y patrones explicado por los autores Shih, Rahman, entre otros. Este sistema será programado en lenguaje C y Python. La importancia de este proyecto reside principalmente en que puede prevenir accidentes al generar alertas tempranas cuando el sistema detecte el estado de somnolencia del operador del CCTV.

El sistema propuesto captará 1 imagen por segundo del operador de CCTV, si éste presenta en 2 minutos consecutivos características de adormecimiento o sueño el mismo emanará una señal de alerta para evitar que el operador se duerma o distraiga de sus funciones, con el fin de que se mantenga alerta ante cualquier anormalidad en las áreas vigiladas. Además el sistema posee reconocimiento de imágenes de sus operadores, en este sentido ninguna cara desconocida al sistema podrá operar los monitores ya que se activará una alarma para alertar que alguien ajeno a la empresa está en el cuarto de operaciones. Asimismo, si el operador se ausenta por más de 2 minutos este activará la alarma de abandono del puesto de trabajo.

**CAPÍTULO II**

**MARCO REFERENCIAL**

**Reseña Histórica del Problema**

Los modernos centros comerciales son pequeñas ciudades en sí mismas, albergando todo tipo de negocios con diferentes actividades y niveles de riesgo, áreas de usos comunes, áreas de servicios, cuartos de máquinas, vialidades, etc., tanto bajo su mismo techo como alrededor del complejo. Horas y horas son las que pasan los visitantes en el interior de estos "gigantes" establecimientos realizando sus compras semanales o disfrutando de los espacios de ocio que muchos de ellos ofrecen. Sin embargo, están a merced de un catálogo de riesgos como: incendio, hurto, robo, vandalismo. Es en el Departamento de Seguridad de cada uno de estos característicos establecimientos desde donde debe partir un adecuado plan de seguridad, con medios y medidas de prevención y protección, para paliar o solucionar una problemática específica de esta área de actividad.

Los nuevos formatos de los centros comerciales invitan cada vez más a la delincuencia organizada para que opere dentro de estos, y aunque se trata de ocultar el incremento en la actividad y sofisticación delictiva dentro y alrededor de ellos, cada vez son más frecuentes los asaltos sistemáticos y secuestro express, principalmente, aunque también existen otros delitos.

Los carteristas, ladrones, asaltantes, narcomenudistas y secuestradores no son la única amenaza en un complejo comercial y sus alrededores: también lo son los incendios, terremotos, fugas de gas, vandalismo, actos terroristas, etc.

Esta problemática nos obliga a pensar en diversas preguntas: ¿Cuáles son los riesgos? ¿Cuáles son las mejores formas de enfrentarlos? ¿Cuáles son las medidas que pueden tomarse en centros comerciales existentes o en construcción y cuáles son las consideraciones que deben hacerse para aquellos que se encuentran en proyecto? ¿Quiénes son los responsables de brindar seguridad al público usuario, empleados, proveedores y otros visitantes? ¿Cuáles son las pérdidas reales y cuál sería la reducción si se incrementara la seguridad, tanto desde el punto de vista operativo como del uso de sistemas electrónicos de seguridad? ¿Son las autoridades los únicos responsables, o son los comerciantes corresponsales?

Anteriormente, la instalación de sistemas electrónicos de seguridad en centros comerciales era efectuada casi exclusivamente por los comercios en el interior de su propiedad, para proteger sus operaciones. A excepción de algunos sistemas perimetrales y de incendio, la administración del centro comercial no instalaba otro tipo de sistemas, proporcionado únicamente seguridad con unos cuantos guardias que no siempre estaban vigilando, y en el mejor de los casos recibían supervisión limitada con visitas de sus superiores durante los cambios de turno.

A nivel mundial existe un número importante de edificaciones comerciales vigiladas a través de CCTV, así como bancos, comercios, joyerías y hasta viviendas. A raíz de la presión por delitos graves en el sur de la Ciudad de México, se incrementaron las medidas de seguridad instalando (principalmente) sistemas de CCTV operados por las administradoras. La seguridad por medio de guardias ya no fue suficiente, y en algunos casos estos sistemas se utilizan para vigilar a los propios guardias.

Bajo este panorama internacional es importante conocer la experiencia venezolana en ésta materia. Actualmente, la ciudad de Caracas, cuenta con sistemas de CCTV, como la Torre Domus, el edificio Polar II y el Centro Profesional Sabana Grande. Este último, posee una superficie de 25 mil 736 mts2, un helipuerto, patios y un complejo sistema electrónico que permite la detección de incendios y su respectivo sistema automatizado de bombeo de agua. El sistema cerrado de televisión, con 70 cámaras ubicadas en todas las áreas comunes del edificio y otros 25 monitores en los sótanos, forman parte del complejo tablero y su respectivo cerebro electrónico que permite durante los 365 días del año, dar vida a sus instalaciones.

**Antecedentes de la Investigación**

El Manual de Trabajo Especial de Grado del Instituto Universitario Politécnico “Santiago Mariño” (2006), hace referencia que debe iniciarse el marco referencial con la exposición de investigaciones realizadas previamente y que posean relación con el problema o necesidad planteada, destacando entre otros la descripción del aporte para el estudio que aspira realizar el autor de la propuesta de Trabajo Especial de Grado. Por otra parte Arias, F. (2006), define que: “Los antecedentes reflejan los avances y el estado actual del conocimiento en un área determinada y sirven de modelo o ejemplo para futuras investigaciones” (p. 106).

Para la realización de esta investigación se hizo necesaria la revisión de las últimas investigaciones realizadas en relación a las variables del objeto de estudio y también el desarrollo de este proyecto fue basado en algunos de los sistemas que han tratado de lanzar al mercado.

Según Fernández, Gómez y Montilla, (2011), en su Trabajo Especial de Grado titulado:“**Sistema de visión de máquina para la medición y clasificación del plátano**” Para optar al título de Ingeniero de Sistemas realizado en la Universidad Privada Rafael Belloso Chacín, el objetivo fue desarrollar un sistema de visión de máquina para la medición y clasificación del plátano. Las bases teóricas se fundamentaron con los autores Groover, Weiss, Nagel y Odrey (1985). Para proceder a enfocar el diseño y construcción de dicho sistema se extrajo y analizó la información necesaria que permitió desarrollar procedimientos requeridos para la elaboración de la investigación, siendo la misma de tipo descriptiva, donde se analizan las variables a estudiar, la técnica empleada fue la observación.

Para la elaboración de esta investigación se utilizó la metodología de Angulo (1986). De esta manera, la investigación referida arrojó los aportes necesarios para basar la presente en el diseño de un sistema inteligente de reconocimiento del estado facial para generar alertas preventivas en operadores de CCTV, debido a que proporcionaron, los conocimientos básicos para la utilización de esta tecnología.

En este sentido Carrillo, Fuentes y Menchaca, (2009), realizaron una investigación titulada **“Análisis de expresiones faciales mediante visión por computador”** Para optar al Título de Ingeniero de Sistema, realizada en el Instituto Politécnico Nacional Escuela Superior de Ingeniería de Sistemas en México. El objetivo de esta investigación fue desarrollar un sistema de análisis facial que permitiera encontrar y seguir el rostro humano así como cuantificar sus expresiones faciales. El aporte de esta investigación se basó en la información sobre la metodología, funcionamiento y capacidad de la misma, así como de los diferentes parámetros utilizados para la configuración de la detección facial mediante el computador.

Asimismo, [Montaña T., Yubraska K.](http://ri.bib.udo.edu.ve/browse?type=author&value=Monta%C3%B1a+T.%2C+Yubraska+K.) y [Sifontes L., Giuseppe D.](http://ri.bib.udo.edu.ve/browse?type=author&value=Sifontes+L.%2C+Giuseppe+D.), (2009), realizaron una investigación titulada “**Desarrollo de una aplicación para el reconocimiento facial mediante redes neuronales artificiales**” Para optar al Título de Ingeniero en Sistemas, realizada en la Universidad de Oriente, Venezuela. En este trabajo se ha desarrollado una aplicación para el reconocimiento de imágenes faciales basadas en niveles de gris mediante el uso de redes neuronales artificiales. A través de esta herramienta el usuario podrá indicar los rostros que la aplicación debe memorizar durante el aprendizaje, también podrá seleccionar algunos parámetros de las redes neuronales, como son: el número de capas y el número de neuronas empleadas por cada capa y el factor de aprendizaje, una vez configurados todos estos parámetros se podrá dar inicio al entrenamiento de las redes neuronales, una vez finalizado el entrenamiento se genera un archivo con todos los pesos, umbrales y demás resultados obtenidos durante el entrenamiento, necesarios para que las redes logren el reconocimiento, este archivo es denominado memoria y se actualiza cada vez que se encuentra una mejor solución a un problema, por lo tanto, se puede entrenar tantas veces como se desee en busca de una mejor solución. Una vez que las redes neuronales artificiales se encuentren entrenadas estas serán capaces de identificar o verificar con un alto grado de acierto los sujetos aprendidos.

La investigación guarda relación ya que señala ciertos tópicos conceptuales de la tecnología. También brindó información importante, de uno de los puntos más resaltantes de dicha investigación, con respecto al uso y entrenamiento de redes neuronales para la utilización de esta tecnología, debido a que se concluye que es actualmente una de las tecnologías más prometedoras, capaz de aportar grandes ventajas frente a las actuales técnicas.

**Bases Teóricas**

Según Arias. A (2006) estableció que “las bases teóricas son muy importantes en el trabajo en virtud que presentan un conjunto de conocimientos organizados, los cuales permiten inferir que hay una relación entre la teoría y la práctica”. (p. 33).

El trabajo de investigación se encuentra construido sobre las siguientes bases teóricas, estas presentan una estructura sobre la cual se diseña el estudio, sin eso no se sabe cuáles elementos se pueden tomar en cuenta, y cuáles no, es decir, son la plataforma del mismo y el sustento de la investigación desde un punto de vista conceptual.

***Detección Facial***

Según Li y Jain (2004, p. 21), La detección facial es el primer paso en el reconocimiento facial automatizado como un problema de reconocimiento de patrón visual, dado una sola imagen o video, el detector facial ideal debe ser capaz de identificar y localizar todas las caras presentes sin importar su ubicación, escala, orientación, edad y expresión.

La detección puede llevarse a cabo basada en diferentes entradas tales como, el color de la piel, movimiento, forma de la cara y de la cabeza, apariencia o la combinación de todos estos parámetros. Los algoritmos más exitosos en detección facial son aquellos que se basan en la apariencia sin necesitar otro tipo de entradas.

***Procesos de la Detección Facial***

Como es explicado por Li y Jain (2004, p. 2), Un sistema de detección facial generalmente consiste en 4 módulos, detección, alineación, extracción de características y comparación de resultados; La localización y normalización (detección facial y alineación) son procesos que se llevan a cabo antes del reconocimiento facial (características faciales y comparación de resultados).

Durante la detección facial, se elimina (segmenta) el área facial del fondo de la imagen, en caso de un video, la detección facial se realiza utilizando las técnicas de seguimiento facial. El alineamiento facial tiene como objetivo obtener la localización y escala exacta de cada una de las caras detectadas. Una vez localizado los ojos, la nariz, la boca y el contorno de la cara basado en los puntos de localización, la imagen obtenida es normalizada con respecto a propiedades geométricas, iluminación y escala de grises.

Luego de la normalización, se realiza la extracción de características para proveer información efectiva que será útil para distinguir los rostros de diferentes personas. Para la comparación de resultados, se utilizará el vector obtenido en la normalización para compararlo con las caras de las personas que están almacenadas en la base de datos, el resultado final será el rostro de la persona que obtenga la suficiente cantidad de coincidencias o se indicará que el rostro es desconocido para el sistema.

***Lógica Difusa***

Como lo comenta Beazley (2009, p. 42) La lógica difusa ha sido descrita y examinada por cerca de 30 años pero apenas recientemente ha aparecido en la prensa popular y técnica. Con la lógica difusa los fabricantes pueden reducir significativamente los tiempos de producción, modelar sistemas no lineales de alta complejidad, implementar sistemas avanzados de control e implementar controles usando menos sensores y chips caros.

La lógica difusa es un cálculo de compatibilidades, a diferencia de la probabilidad que está basado en distribuciones de frecuencia en una población aleatoria, la lógica difusa trata con la descripción de las características de las propiedades. Describe propiedades que tienen valores que cambian continuamente mediante la asociación de particiones de estos valores con una etiqueta semántica. Mucho del poder descriptivo de la lógica difusa proviene del hecho que estas particiones semánticas se pueden sobreponer. Esta superposición corresponde a la transición desde un estado hacia otro. Esta transición surge de la ocurrencia natural de la ambigüedad asociada con los estados intermedios de la etiqueta semántica.

***Fusificación***

Como lo explica Beazley (2009, p. 42) La fusificación es la medición de que tan bien se adapta una instancia (valor) a una idea semántica o concepto, ésta describe los grado de pertenencia en un conjunto difuso y puede ser visto como el nivel de compatibilidad entre una instancia de un conjunto y el concepto perteneciente al conjunto. Por ejemplo: teniendo al conjunto “Alto”, el valor de 1.50 metros tiene un grado de pertenencia de 0.38, esto significa que es solamente moderado en comparación con “Alto”. A este tipo de mediciones se les llama “fusificación” porque es usado para evaluar el grado de ambigüedad o de incertidumbre unido a cada medición del conjunto.

***Conjunto Difuso***

Según Beazley (2009, p. 42) Los conjuntos difusos son de hecho funciones que mapean el valor que podría ser miembro de un conjunto a un número entre 0 (cero) y 1 (uno) indicando su actual grado de pertenencia. Un grado 0 (cero) significa que el valor no está en el conjunto y un grado 1 (uno) significa que el valor es completamente representativo del conjunto. Esto produce una curva a través de los miembros del conjunto.

***Variables Lingüísticas***

Como lo explica Beazley (2009, p. 42) El centro de la técnica del modelado difuso es la idea de una variable lingüística. Como su raíz, una variable lingüística es el nombre del conjunto difuso y permite al lenguaje de modelado difuso expresar directamente las formas de los significados semánticos usados por los expertos.

***Reglas de Inferencias Difusas***

Según Beazley (2009, p. 226) A diferencia del razonamiento lógico, el espacio de implicación generado por las reglas compositivas generales de inferencia es derivado por los espacios difusos de agregación y correlación producidos por la interacción de varias declaraciones. En efecto, todas las proposiciones son ejecutadas en paralelo para crear una salida que contiene información proveniente de todas las proposiciones.

Para procesar las reglas de inferencias se utiliza el método de adición difusa, en la que soluciona los diferentes problemas de los modelos de decisión en donde se quiere que todas las reglas contribuyan en el modelo de solución final. Considerando las siguientes proposiciones:

if project.duration is LONG then risk is INCREASED;

if project.staffing is LARGE then risk is INCREASED;

if project.funding is LOW then risk is INCREASED;

if project.complexity is HIGH then risk is INCREASED;

if project.priority is HIGH then risk is INCREASED;

if project.visibility is HIGH then risk is INCREASED;

Se quiere determinar el grado de riesgo al asumir un proyecto utilizando una serie de proposiciones difusas que actualice el grado de riesgo basado en tales factores tales como duración del proyecto, complejidad, fondos, entre otros. Como cada proposición está evaluada, el grado de riesgo asociado está atado a la verdad de la proposición.

El método de adición difusa implica la reducción de la verdad de una región difusa consecuente por la verdad de la premisa establecida en la regla utilizando la correlación mínima, que trunca las regiones difusas consecuentes a la verdad de la premisa en el valor máximo obtenido.

***Defusificación***

Usando las reglas generales de inferencia difusa, la evaluación de una proposición produce un conjunto difuso asociado con cada modelo de la variable solución. Como ejemplo, las siguientes proposiciones cuando son evaluadas se correlacionarán los conjuntos difusos consecuentes A, B y c para producir un conjunto difuso representando la variable solución D.

if w is Y then D is A

if x is X then 0 is B

if y is Z then D is C

Para encontrar el valor actual para el correspondiente escalar D, debemos encontrar un valor que represente mejor la información contenida en el conjunto difuso D. Dicho proceso da como resultado el valor esperado de la variable para una ejecución particular de un modelo difuso.

La Defusificación es la fase final del razonamiento difuso. La evaluación del modelo propuesto es manejada a través del proceso de agregación que produce las regiones difusas finales para cada solución variable. Esta región es entonces descompuesta usando uno de los métodos de defusificación.

El centroide o la técnica del centro de gravedad encuentran el punto de “balance” de la región solución difusa mediante el cálculo de la medida ponderada de la región difusa.

La defusificación por centroide es la técnica más ampliamente usada ya que tiene propiedades deseables tales como:

Los valores defusificados tienden a moverse suavemente alrededor de la región difusa de salida, es decir, los cambios en la topología del conjunto difuso de una parte del modelo a la próxima usualmente resulta en cambios suaves en el valor esperado.

Es relativamente fácil de calcular.

Puede ser aplicad tanto para salidas del tipo singleton como para conjunto geométricos.

***Procesamiento de Imagen***

Para el procesamiento de imagen se debe seguir una serie de pasos según explica Ray y Acharya (2005, p. 1). El primer paso en función de diseñar un sistema de análisis de imágenes es la adquisición de la imagen digital usando sensores ópticos o de longitud de onda termal. Una imagen bidimensional que es adquirida por estos sensores es un mapa del mundo de la visión tridimensional. La captura de la señal bidimensional es simplificada y cuantificada que genera una imagen digital.

Hay veces en las que se recibe una imagen difusa que son degradadas por algún mecanismo de degradación. Una fuente común de degradación de imagen es el sistema de lentes ópticos en una cámara digital que adquiere la información visual. Si la cámara no está enfocada apropiadamente entonces se obtendrá una imagen difusa, aquí el mecanismo de difusión es la cámara desenfocada. En casos como los mencionados se necesitan técnicas apropiadas de refinamiento de imágenes para que la imagen resultante sea de la mejor calidad visual, libre de aberraciones y ruido. El mejoramiento de imagen, filtrado y restauración han sido algunos de las más importantes aplicaciones del procesamiento de imagen desde el comienzo en este campo.

La segmentación es el proceso que subdivide una imagen en un número de regiones uniformemente homogéneas. Cada región homogénea es una parte u objeto constituyente perteneciente a una escena entera, en otras palabras, la segmentación de una imagen está definida como una serie de regiones que están conectadas y no superpuestas, haciendo que cada pixel en un segmento en la imagen adquiera una única etiqueta de región que indique la región a la que pertenece.

La segmentación es uno de los elementos más importantes en el análisis automatizado de imágenes, principalmente porque en este paso el objeto u otra área de interés son extraídas de la imagen para su subsecuente procesamiento, tales como descripción o reconocimiento. Por ejemplo, en caso de una imagen aérea que contenga al océano y tierra, el problema sería segmentar la imagen inicialmente en 2 partes, el segmento perteneciente a la tierra y el perteneciente al océano. Luego, los objetos en el área terrestre de la imagen necesitan ser apropiadamente segmentada y luego clasificada después de extraer cada segmento.

El próximo proceso es la extracción de las características significativas tales como textura, color y forma, estas son importantes entidades medibles las cuales dan medidas de varias de las propiedades de los segmentos de la imagen. Entre las propiedades de la textura están grosor, suavidad, regularidad, entre otros, mientras en la descripción común de las formas están la longitud, profundidad, proporción, área, localización, perímetro, entre otros. Cada región segmentada en una escena puede ser caracterizada bajo estas características.

Finalmente, basado en un conjunto de estas características extraídas, cada objeto segmentado es clasificado en uno de las clases más significativas. En la imagen digital del océano, estas clases pueden ser barcos, botes o hasta artillería naval, y una gran clase que pertenece al cuerpo de agua. El problema de la segmentación de la imagen y la clasificación de objetos son dos áreas de estudios integradas en visión de máquina. Sistemas expertos, redes semánticas y sistemas basados en redes neuronales han sido usados para representar estas tareas de visión de alto nivel con gran eficiencia.

***Aplicación del Procesamiento de Imagen.***

De acuerdo a Ray y Acharya (2005, p. 2-3). Existe una gran cantidad de aplicaciones de procesamiento de imagen en un amplio espectro de las actividades humanas, desde la interpretación de las escenas remotamente obtenidas hasta la interpretación de imágenes biomédicas. A continuación se mostrarán algunas de las más frecuentes y relevantes.

*Obtención de Imágenes basadas en el contenido:*La obtención de una consulta de imágenes desde una cantidad grande de archivos es una aplicación importante en el procesamiento de imágenes. La llegada de grandes colecciones multimedia y de librerías digitales ha llevado un importante requerimiento para los desarrolladores de herramientas de búsquedas para el indexado y obtención de información de ellos.

Un buen número de motores de búsquedas están disponibles hoy en día para la obtención de texto formatos leídos por las máquinas pero no hay herramientas rápidas para la obtención de la intensidad y los colores de una imagen. El enfoque tradicional para la búsqueda e indexado de imágenes es caro y lento, por esa razón existe una necesidad urgente para el desarrollo de algoritmos para la obtención de la información contenida en las imágenes. El uso de las características de la imagen, tales como, forma, textura, color, topología de los objetos, entre otros, pueden ser usados como índice para la búsqueda y obtención de información pictográfica guardada en una base de datos.

*Seguimiento de objetos en movimiento:*Seguir a un objeto en movimiento para medir los parámetros del movimiento y obtener un registro visual del objeto en movimiento, es un importante área de aplicación del procesamiento de imagen formeasuringmotionparameters and obtaining a visual record of themovingobject, isanimportantarea of application in imageprocessing. En general hay dos diferentes enfoques en el campo del seguimiento de objetos, estos son, seguimiento basado en reconocimiento y el seguimiento basado en movimiento.

Un sistema para el seguimiento de un objeto rápido, por ejemplo, un avión militar o un misil, está desarrollado basado en técnicas predictivas basadas en movimiento tal como el filtro de Kalman, filtrado de partículas, entre otros. En un sistema de seguimiento de objetos basado en el procesamiento automatizado de imagen el objetivo al entrar en el campo de acción del sensor son adquiridas automáticamente sin la intervención humana. En un sistema de seguimiento basado en reconocimiento, el patrón del objeto es reconocido en frames de imágenes sucesivas y el seguimiento es llevado a cabo usando su posición.

***Procesamiento Paralelo***

Según Álvarez (1994, p. 202) el procesamiento paralelo se puede describir como una forma eficaz de procesamiento de la información que favorece la explotación de los sucesos concurrentes en el proceso de computación. Concurrencia implica paralelismo, simultaneidad y solapamiento. Los sucesos paralelos son los que pueden producirse en diferentes recursos durante el mismo intervalo de tiempo; los sucesos simultáneos son los que pueden producirse en el mismo instante de tiempo; los sucesos solapados son los que pueden producirse en intervalos de tiempo superpuestos. Estos sucesos concurrentes pueden darse en un sistema de computación en varios niveles de procesamiento. El procesamiento paralelo exige la ejecución concurrente en el computador de muchos programas.

***Hilos***

Según Beazley (2009, p. 413) Múltiples procesos pueden ser usados por una aplicación si se desea trabajar con múltiple tareas al mismo tiempo con cada proceso responsable de partes del procesamiento. Sin embargo, otro enfoque para subdividir el trabajo en tareas es usar “hilos”. Un hilo se asemeja a un proceso al propio flujo de control y ejecución de la pila. Sin embargo, un hilo se ejecuta dentro del proceso que lo crea, compartiendo todos los datos y recursos del sistema. Los hilos son útiles cuando una aplicación quiere llevar a cabo tareas de concurrencia pero hay una gran cantidad potencial de estados del sistema que necesita ser compartido por áreas.

***Sistema de Alarmas***

Un sistema de alarmas es un sistema básico de apoyo del operador para manejar situaciones anormales. Cuenta con dos funciones principales: Alertar al operador sobre una situación que no es normal y Servir de alarma y de registro de eventos, de las cuales para propósitos del proyecto se tomará información únicamente de la primera función: Alertar al operador sobre una situación que no es normal. Cada alarma debe alertar, informar y guiar al operador.

Las alarmas deben:

Ser relevantes para el rol que el operador está desempeñando en el momento.

Indicar qué respuesta es requerida.

Ser presentada en un rango el cual el operador pueda lidiar con ella.

Ser fácil de entender.

***Tipos de Alarmas***

En cuanto al tipo de alarmas se tienen:

*Alarmas Básicas:* Son generadas al detectarse desviaciones en un proceso de medición o una pieza del equipo.

*Alarmas Agregadas:* Son generadas al combinarse el estado de un número de alarmas básicas las cuales juntas describen el estado de un proceso del sistema o un sub-sistema más preciso que una sola alarma.

*Alarmas Basadas en Modelo*: Son alarmas generadas basadas en simulaciones de modelos matemáticos de partes del proceso.

*Alarmas Clave*: Son una selección de alarmas importantes presentadas de una manera que las haga estar disponibles aún durante una sobrecarga de alarmas. Todas las alarmas relacionadas con seguridad deben estar definidas como alarmas clave, pero también otras alarmas pueden ser incluidas.

***Reconocimiento de Patrones***

Según indica Shih (2010, p. 306) Un diccionario inglés define a “patrón” como un ejemplo o modelo, algo que puede ser copiado. Un patrón es también una imitación de un modelo el cual describe varios tipos de objetos tanto en el mundo físico como en el mundo abstracto, es cualquier distinguible interrelación de datos (análogo o digital), eventos, y/o conceptos. Por ejemplo, la forma de la cara, una mesa, el orden de las notas musicales en una porción de música, el tema de un poema o una sinfonía, las huellas hechas por partículas sobre láminas fotográficas.

Podemos reconocer una silla o una tabla desde cualquier dirección, orientación, color y a una larga distancia, además, los patrones pueden ser percibidos incluso cuando están muy distorsionados, ambiguo, incompleto o severamente afectado por “ruido”. Como por ejemplo, si una letra “A” está distorsionada, podría ser una “A” o una “H”, o probablemente cualquier otra letra, pero si la letra aparece en la palabra “AOT”, es más probable que sea una “H” y si apareciera en la palabra “CAT”, entonces es más probable que sea “A”. Sin embargo, el contexto es de crucial importancia en el reconocimiento de patrones.

El proceso de reconocimiento de patrones puede verse como una doble tarea, a saber, desarrollar reglas de decisiones basadas en el conocimiento humano, representado por el aprendizaje, y usarlo para la toma de decisiones respecto a un patrón desconocido, representado por la clasificación del patrón. El problema del reconocimiento de patrones está dividido en dos partes, la primera trata sobre el estudio de los mecanismos de reconocimiento de los patrones por humanos y otros organismos vivos; Esta parte está relacionada a las disciplinas tales como fisiología, psicología, biología, entre otros. La segunda parte trata con el desarrollo de teorías y técnicas para el diseño de dispositivos que puedan realizar la tarea de reconocimiento automáticamente. Las aplicaciones de reconocimiento de patrones puede ser agrupado de las siguientes formas:

*Comunicación entre hombre y máquina*: reconocimiento automático del habla, identificación auditiva, sistema de reconocimiento óptico de caracteres (OCR), reconocimiento de escritura cursiva, entendimiento de conversaciones y entendimiento de imágenes.

*Aplicaciones biomédicas:* análisis de electrocardiograma (ECG), electroencefalograma (EEG) y electromiogría (EMG), aplicaciones citológicas, histológicas, entre otras aplicaciones esterológicas, diagnóstico y análisis de rayos X.

*Aplicaciones en la física:* física de alta energía, cámara de burbujas y otras formas de análisis de seguimiento.

*Detección criminal y del crimen*: huella dactilar, escritura a mano, sonido al hablar, fotografías.

***Redes Neuronales***

Las redes neuronales, según Kohonen (1998, p. 6), son un conjunto de elementos de cálculo simples, usualmente adaptativos, interconectados masivamente en paralelo y con una organización jerárquica que le permite interactuar con algún sistema del mismo modo que lo hace el sistema nervioso biológico.

Según Wasserman (1989, p. 11). Estas están formadas por un conjunto de neuronas artificiales que están conceptualmente inspiradas en la neurona biológica. Se va a considerar una neurona como un elemento formal o módulo o unidad básica de la red que recibe información de otros módulos o del entorno; la integra, la computa y emite una única salida que se va a transmitir idéntica a múltiples neuronas posteriores.

En una red de neuronas existe un peso o fuerza sináptica que va a ser un valor numérico que pondera las señales que se reciben por sus entradas. Este peso será un valor que determina la fuerza de conexión entre 2 neuronas. Cuando se evalúa una neurona se debe calcular el conjunto de todas las fuerzas o valores que se reciben por sus entradas. Una vez calculado el valor conjunto de todas las entradas se aplica una función de activación que determinará el valor del estado interno de la neurona y que será lo que se transmita a su salida.

***Función de Activación de La Red Neuronal***

Según Gestal (2010, p. 6), La función de activación de una neurona es la encargada de relacionar la información de entrada de la neurona con el siguiente estado de activación que tenga esa neurona. Existen dos modelos de función de activación; Los modelos acotados son aquellos en que el valor de la activación de la neurona puede ser cualquiera dentro de un rango continuo de valores, mientras que en los modelos no acotados, no existe ningún límite para los valores de activación.

***Flujo de Datos en Las Redes Neuronales***

Según Gestal (2010, p. 8) El flujo de los datos dentro de las redes neuronales se puede dividir en 2, las redes alimentadas hacia adelante y las redes con retroalimentación total o parcial, cada una representa una arquitectura de red diferente según el procesamiento de datos y determina la estructura, diseño y comunicación de las “neuronas” en dicha red.

*Redes alimentadas hacia delante:*Las redes alimentadas hacia delante, generalmente conocidas como redes feedforward, son aquellas en las que, como su nombre indica, la información se mueve en un único sentido, desde la entrada hacia la salida. Estas redes están clásicamente organizadas en “capas”. Cada capa agrupa a un conjunto de neuronas que reciben sinapsis de las neuronas de la capa anterior y emiten salidas hacia las neuronas de la capa siguiente. Entre las neuronas de una misma capa no hay sinapsis.

*Redes con retroalimentación total o parcial:*En este tipo de redes los elementos pueden enviar estímulos a neuronas de capas anteriores, de su propia capa o a ellos mismos, por lo que desaparece el concepto de agrupamiento de las neuronas en capas. Cada neurona puede estar conectada a todas las demás; de este modo, cuando se recibe información de entrada a la red, cada neurona tendrá que calcular y recalcular su estado varias veces, hasta que todas las neuronas de la red alcancen un estado estable.

Un estado estable es aquel en el que no ocurren cambios en la salida de ninguna neurona. No habiendo cambios en las salidas, las entradas de todas las neuronas serán también constantes, por lo que no tendrán que modificar su estado de activación ni su respuesta, manteniéndose así un estado global estable.

***Somnolencia***

Según el diccionario de la Real Academia Española (2003, p. 841), “la somnolencia es la sensación de pesadez y torpeza de los sentidos motivadas por el sueño”, esta se presenta por muchos factores entre los cuales se pueden mencionar: mucho tiempo al volante, aburrimiento, consumo de alcohol y/o drogas, enfermedades y desordenes del sueño, consumo de medicamentos que producen sueño, entre otros, teniendo como principales consecuencias: la reducción del tiempo de reacción, disminución de la capacidad de actuación, de concentración y de vigilancia, el incremento del comportamiento agresivo y del mal humor, entre otros.

***Características Visuales que Indican la Presencia de Somnolencia***

Según Holzmann (2008, p. 165), Las personas en estado de somnolencia exhiben ciertas características faciales que se pueden reconocer sobre el rostro, es así como la cabeza, los ojos y la boca brindan suficiente información visual para conocer cuando un conductor presenta somnolencia. Entre las principales características que determinan la presencia de somnolencia se encuentran: dificultad para enfocar la vista (mirada) y/o mantener los ojos abiertos, bostezar repetidamente, fruncir la ceja, dificultad para mantener la cabeza erguida y dificultad para enfocar y mantener la mirada estable.

Otra fuente de información visual es la constituida por el rostro y la cabeza, los mismos que indican el nivel de atención, la dirección de la mirada y el nivel de fatiga. La orientación ideal del rostro es frontal cuando el conductor presta la suficiente atención a la conducción, cualquier otra orientación por períodos extendidos de tiempo o por cambios frecuentes indican fatiga o falta de atención. En el mismo contexto, la posición del rostro es otro indicador de la fatiga y la falta de atención, tal como lo anotan en sus trabajos Ji y Bergasa. Estas características visuales son aprovechadas por distintos investigadores para desarrollar sistemas de vigilancia del conductor utilizando análisis de imágenes y técnicas de Inteligencia Artificial.

**Python**

Python es un lenguaje de programación interpretado cuya filosofía hace hincapié en una sintaxis muy limpia y que favorezca un código legible. Se trata de un lenguaje de programación multiparadigma, ya que soporta orientación a objetos, programación imperativa y, en menor medida, programación funcional. Es un lenguaje interpretado, usa tipado dinámico y es multiplataforma. Es administrado por la Python Software Foundation. Posee una licencia de código abierto, denominada Python Software Foundation License, que es compatible con la Licencia pública general de GNU a partir de la versión 2.1.1, e incompatible en ciertas versiones anteriores.

***Lenguaje C***

C es un lenguaje de programación creado en 1972 por Dennis M. Ritchie en los Laboratorios Bell como evolución del anterior lenguaje B, a su vez basado en BCPL.

Al igual que B, es un lenguaje orientado a la implementación de Sistemas Operativos, concretamente Unix. C es apreciado por la eficiencia del código que produce y es el lenguaje de programación más popular para crear software de sistemas, aunque también se utiliza para crear aplicaciones.

Se trata de un lenguaje de tipos de datos estáticos, débilmente tipificado, de medio nivel pero con muchas características de bajo nivel. Dispone de las estructuras típicas de los lenguajes de alto nivel pero, a su vez, dispone de construcciones del lenguaje que permiten un control a muy bajo nivel. Los compiladores suelen ofrecer extensiones al lenguaje que posibilitan mezclar código en ensamblador con código C o acceder directamente a memoria o dispositivos periféricos.

***Filosofía***

Uno de los objetivos de diseño del lenguaje C es que sólo sean necesarias unas pocas instrucciones en lenguaje de máquina para traducir cada elemento del lenguaje, sin que haga falta un soporte intenso en tiempo de ejecución. Es muy posible escribir C a bajo nivel de abstracción; de hecho, C se usó como intermediario entre diferentes lenguajes.

En parte a causa de ser de relativamente bajo nivel y de tener un modesto conjunto de características, se pueden desarrollar compiladores de C fácilmente. En consecuencia, el lenguaje C está disponible en un amplio abanico de plataformas (más que cualquier otro lenguaje). Además, a pesar de su naturaleza de bajo nivel, el lenguaje se desarrolló para incentivar la programación independiente de la máquina. Un programa escrito cumpliendo los estándares e intentando que sea portátil puede compilarse en muchos computadores.

C se desarrolló originalmente (conjuntamente con el sistema operativo Unix, con el que ha estado asociado mucho tiempo) por programadores para programadores. Sin embargo, ha alcanzado una popularidad enorme, y se ha usado en contextos muy alejados de la programación de software de sistema, para la que se diseñó originalmente

***Operador de Medios Tecnológicos***

Un operador de medios tecnológicos es una persona altamente calificada en el manejo de herramientas informáticas, digitales y telemáticas para realizar una labor de seguridad y control dentro de una ambiente específico el cual puede encontrarse dentro de una organización privada o pública.

***Circuito Cerrado de Televisión (CCTV).***

Es todo aquel sistema de televisión que no es abierto. La televisión comercial que conocemos, está abierta al público ya que a través del aire e incluso a través de cables (televisión por cable) se hace llegar a todo aquel que quiera observar la programación.

En el caso del circuito cerrado, el video generado se conserva privado y únicamente son capaces de observarlo las personas asignadas para ello dentro de una organización.

Mientras que en un sistema abierto, el propósito fundamental es la diversión y/o información, en un sistema cerrado el propósito fundamental es la vigilancia.

***Aplicaciones para el CCTV***

Probablemente el uso más conocido del CCTV está en los sistemas de vigilancia y seguridad y en aplicaciones tales como establecimientos comerciales, bancos, oficinas gubernamentales, edificios públicos, aeropuertos, etc. En realidad, las aplicaciones son casi ilimitadas. Aquí se enlistan algunos ejemplos:

Monitoreo del tráfico en un puente.

Monitoreo de procesos industriales como fundiciones, panaderías,   
ensamble manual o automático.

Vigilancia en condiciones de absoluta oscuridad, utilizando luz infrarroja.

Vigilancia en vehículos de transporte público.

Vigilancia en áreas claves, en negocios, tiendas, hoteles, casinos, aeropuertos, centros comerciales.

Vigilancia del comportamiento de empleados.

Vigilancia de los niños en el hogar, en la escuela, parques, guarderías.

Vigilancia de estacionamientos, incluyendo las placas del vehículo.

Vigilancia de puntos de revisión, de vehículos o de personas.

Análisis facial para identificación de criminales en áreas públicas.

Lógicamente, en casi todos los casos el CCTV tiene que estar acompañado de la grabación de los eventos que se vigila con el objeto de obtener evidencia de todos los movimientos importantes, y además el minimizar la vigilancia humana de los monitores.

***Audio y Video***

Se le llama audio a todos los sonidos, voces, ruidos, música, etc., que son recogidos del medio ambiente (por micrófonos) y enviados por un medio de telecomunicación (cable, radiofrecuencia, fibra óptica).

De la misma forma sucede con las imágenes, las cuales al ser convertidas a impulsos eléctricos de algún formato, se le llama video.

El Audio y el Video, en el otro lado del Circuito Cerrado, son reproducidos como sonido e imagen mediante bocinas y monitores respectivamente.

***Elementos que Integran un Sistema de CCTV***

*La Cámara.*

El punto de generación de video de cualquier sistema de CCTV es la cámara. Existen cámaras que incluyen un micrófono interconstruido.   
Hay muchísimos tipos de cámara, cada una para diferentes aplicaciones y con diferentes especificaciones y características, que son:

Blanco y Negro, Color, o Duales (para aplicaciones de día y noche).

Temperatura de funcionamiento.

Resistencia a la intemperie.

Iluminación (sensibilidad).

Condiciones ambientales (temperatura mínima y máxima, humedad, salinidad).

Resolución (calidad de imagen).

Sistema de formato (americano NTSC, europeo PAL).

Voltaje de alimentación.

Dimensiones.

Calidad y tamaño del CCD.- El CCD es el chip que inicialmente capta la imagen y su tamaño y calidad es muy importante.

El más comúnmente usado en el CCTV es el de 1/3", pero existen de ¼" (menores) y también de ½" (mayores).

***Lentes***

En los sistemas de CCTV profesionales las cámaras vienen sin lente y únicamente con un conector rosca para que el instalador ensamble el lente que se adapte mejor a los requerimientos, los cuales varían de acuerdo a:

Distancia del objeto.

Angulo mínimo de observación.

Varifocal o fijo.

Intensidad de luz, variable o fijo.

Telefoto variable o fija.

No todos los lentes tienen ajuste de focos e iris. La mayoría debe tener ajuste de iris; algunos lentes de muy amplio ángulo no tienen anillo de enfoque.

***El Monitor***

La imagen creada por la cámara necesita ser reproducida en la posición de control. Un monitor de CCTV es prácticamente el mismo que un receptor de televisión, excepto que éste no tiene circuito de sintonía. Pero la característica principal es la durabilidad de su pantalla. Debemos recordar que en el CCTV se requieren 24 horas de trabajo sin pérdida de la calidad de la imagen, durante muchos años en ambientes difíciles u hostiles.

***Metodología***

Para la presente investigación se utilizará una metodología denominada Programación Extrema (PE), Beck, (2000, p. 9) define la Programación Extrema como “una metodología ligera de desarrollo de software que se basa en la simplicidad, la comunicación y la realimentación o reutilización del código desarrollado”. Esta metodología se plantea en cuatro (4) fases compuesta por la planificación, el diseño, el desarrollo y las pruebas del software.

***Ciclo De Vida***

El ciclo de vida de un proyecto XP incluye, al igual que las otras metodologías, entender lo que el cliente necesita, estimar el esfuerzo, crear la solución y entregar el producto final al cliente. Sin embargo, XP propone un ciclo de vida dinámico, donde se admite expresamente que, en muchos casos, los clientes no son capaces de especificar sus requerimientos al comienzo de un proyecto.

Por esto, se trata de realizar ciclos de desarrollo cortos (llamados iteraciones), con entregables funcionales al finalizar cada ciclo. En cada iteración se realiza un ciclo completo de análisis, diseño, desarrollo y pruebas, pero utilizando un conjunto de reglas y prácticas que caracterizan a XP.

Las fases que contempla la programación extrema son:

***Fase I: Planificación***

*Historias de usuario:* El primer paso de cualquier proyecto que siga la metodología X.P es definir las historias de usuario con el cliente. Las historias de usuario tienen la misma finalidad que los casos de uso pero con algunas diferencias: Constan de 3 ó 4 líneas escritas por el cliente en un lenguaje no técnico sin hacer mucho hincapié en los detalles; no se debe hablar ni de posibles algoritmos para su implementación ni de diseños de base de datos adecuados, etc. Son usadas para estimar tiempos de desarrollo de la parte de la aplicación que describen. También se utilizan en la fase de pruebas, para verificar si el programa cumple con lo que especifica la historia de usuario. Cuando llega la hora de implementar una historia de usuario, el cliente y los desarrolladores se reúnen para concretar y detallar lo que tiene que hacer dicha historia. El tiempo de desarrollo ideal para una historia de usuario es entre 1 y 3 semanas.

*Plan de publicaciones:* Después de tener ya definidas las historias de usuario es necesario crear un plan de publicaciones, donde se indiquen las historias de usuario que se crearán para cada versión del programa y las fechas en las que se publicarán estas versiones. Un "Plan de publicaciones" es una planificación donde los desarrolladores y clientes establecen los tiempos de implementación ideales de las historias de usuario, la prioridad con la que serán implementadas y las historias que serán implementadas en cada versión del programa. Después de un "Plan de publicaciones" tienen que estar claros estos cuatro factores: los objetivos que se deben cumplir (que son principalmente las historias que se deben desarrollar en cada versión), el tiempo que tardarán en desarrollarse y publicarse las versiones del programa, el número de personas que trabajarán en el desarrollo y cómo se evaluará la calidad del trabajo realizado.

*Iteraciones:* Todo proyecto que siga la metodología X.P. se ha de dividir en iteraciones de aproximadamente 3 semanas de duración. Al comienzo de cada iteración los clientes deben seleccionar las historias de usuario definidas en el " Plan de publicaciones " que serán implementadas. También se seleccionan las historias de usuario que no pasaron el test de aceptación que se realizó al terminar la iteración anterior. Estas historias de usuario son divididas en tareas de entre 1 y 3 días de duración que se asignarán a los programadores.

*Velocidad del proyecto:* La velocidad del proyecto es una medida que representa la rapidez con la que se desarrolla el proyecto; estimarla es muy sencillo, basta con contar el número de historias de usuario que se pueden implementar en una iteración; de esta forma, se sabrá el cupo de historias que se pueden desarrollar en las distintas iteraciones. Usando la velocidad del proyecto controlaremos que todas las tareas se puedan desarrollar en el tiempo del que dispone la iteración. Es conveniente reevaluar esta medida cada 3 ó 4 iteraciones y si se aprecia que no es adecuada hay que negociar con el cliente un nuevo "Plan de publicaciones".

*Programación en pareja:*La metodología X.P. aconseja la programación en parejas pues incrementa la productividad y la calidad del software desarrollado. El trabajo en pareja involucra a dos programadores trabajando en el mismo equipo; mientras uno codifica haciendo hincapié en la calidad de la función o método que está implementando, el otro analiza si ese método o función es adecuado y está bien diseñado. De esta forma se consigue un código y diseño con gran calidad. Aunque en vista de que las normas del departamento de trabajo especial de grado del Instituto Universitario Santiago Mariño, no permiten la realización de trabajo especial de grado en pareja, el proyecto solo será realizado por una sola persona (el tesista).

***Fase II: Diseño.***

*Diseños simples:* La metodología X.P sugiere que hay que conseguir diseños simples y sencillos. Hay que procurar hacerlo todo lo menos complicado posible para conseguir un diseño fácilmente entendible e implementable que a la larga costará menos tiempo y esfuerzo desarrollar.

*Glosarios de términos:* Usar glosarios de términos y una correcta especificación de los nombres de métodos y clases ayudará a comprender el diseño y facilitará sus posteriores ampliaciones y la reutilización del código.

El diseño no contemplará funciones extras a las explicadas en las historias de usuarios para así tratar de reducir riesgos de errores tanto de codificación como de implementación, así como también cumplir con el plan de entregas. En cuanto al Glosario de términos y a las Tarjetas CRC, se diseñarán utilizando los nombres de los métodos, clases y sus funciones obtenidas de la división de los problemas a resolver obtenidas de las historias de usuarios.

Como último paso en el diseño del sistema, se podría llevar a cabo una refactorización del código, solo si los tiempos de ejecución y el consumo de memoria sean elevados o comprometan la integridad física del sistema, al momento de realizarse las pruebas de cada uno de los módulos.

***Fase III: Desarrollo o Codificación.***

Como ya se dijo en la introducción, el cliente es una parte más del equipo de desarrollo; su presencia es indispensable en las distintas fases de X.P. A la hora de codificar una historia de usuario su presencia es aún más necesaria. No olvidemos que los clientes son los que crean las historias de usuario y negocian los tiempos en los que serán implementadas. Antes del desarrollo de cada historia de usuario el cliente debe especificar detalladamente lo que ésta hará y también tendrá que estar presente cuando se realicen los test que verifiquen que la historia implementada cumple la funcionalidad especificada.

La codificación debe hacerse ateniendo a estándares de codificación ya creados. Programar bajo estándares mantiene el código consistente y facilita su comprensión y escalabilidad.

Crear test que prueben el funcionamiento de los distintos códigos implementados nos ayudará a desarrollar dicho código. Crear estos test antes nos ayuda a saber qué es exactamente lo que tiene que hacer el código a implementar y sabremos que una vez implementado pasará dichos test sin problemas ya que dicho código ha sido diseñado para ese fin. Se puede dividir la funcionalidad que debe cumplir una tarea a programar en pequeñas unidades, de esta forma se crearán primero los test para cada unidad y a continuación se desarrollará dicha unidad, así poco a poco conseguiremos un desarrollo que cumpla todos los requisitos especificados.

La optimización del código siempre se debe dejar para el final. Hay que hacer que funcione y que sea correcto, más tarde se puede optimizar. X.P afirma que la mayoría de los proyectos que necesiten más tiempo extra que el planificado para ser finalizados no podrán ser terminados a tiempo se haga lo que se haga, aunque se añadan más desarrolladores y se incrementen los recursos. La solución que plantea X.P es realizar un nuevo "Plan de publicaciones" para concretar los nuevos tiempos de publicación y de velocidad del proyecto.

***Fase IV: Pruebas.***

Uno de los pilares de la metodología X.P es el uso de test para comprobar el funcionamiento de los códigos que vayamos implementando. El uso de los test en X.P es el siguiente:

Se deben crear las aplicaciones que realizarán los test con un entorno de desarrollo específico para test.

Hay que someter a test las distintas clases del sistema omitiendo los métodos más triviales.

Se deben crear los test que pasarán los códigos antes de implementarlos.

Un punto importante es crear test que no tengan ninguna dependencia del código que en un futuro evaluará. Hay que crear los test abstrayéndose del futuro código, de esta forma aseguraremos la independencia del test respecto al código que evalúa.

Como se comentó anteriormente los distintos test se deben subir al repositorio de código acompañados del código que verifican. Ningún código puede ser publicado en el repositorio sin que haya pasado su test de funcionamiento, de esta forma, se asegura del orden que el programador debe llevar al momento de codificar el sistema.

El uso de los test es adecuado para observar la refactorización. Los test permiten verificar que un cambio en la estructura de un código no tiene por qué cambiar su funcionamiento.

*Test de aceptación:* Los test mencionados anteriormente sirven para evaluar las distintas tareas en las que ha sido dividida una historia de usuario. Para asegurar el funcionamiento final de una determinada historia de usuario se deben crear "Test de aceptación"; estos test son creados y usados por los clientes para comprobar que las distintas historias de usuario cumplen su cometido.

Al ser las distintas funcionalidades de la aplicación no demasiado extensas, no se harán test que analicen partes de las mismas, sino que las pruebas se realizarán para las funcionalidades generales que debe cumplir el programa especificado en la descripción de requisitos.

***Herramientas***

Las herramientas son los dispositivos que permitirán llevar a cabo ciertas actividades. Es el elemento cuyo objetivo es hacer más sencilla una labor determinada.

En la presente investigación se emplearán las siguientes herramientas:

Laptop (Vit D2010)

Lenguaje de programación Python.

Librería OpenCV para el sistema de Reconocimiento Facial y para el procesamiento de imágenes.

Librería pyOpenCV que trabaja como puente entre Python y C.

Librería PyBrain para la implementación de redes neuronales, escritas en Python.

Librería pyFuzzyLogic utilizada para la detección de los estados de somnolencia.

Librería Pyglet para la reproducción de los archivos de audio utilizados en la generación de notificaciones auditivas.

**Bases Legales**

Según Sampieri (2006), Constituye el conjunto de leyes, reglamentos, normas, decretos. Que establecen el basamento jurídico que sustenta la investigación.  
 Para efecto de este trabajo de investigación se basara en primer lugar a la Constitución Bolivariana de Venezuela de fecha 1999, la cual plantea en donde se reconoce como interés público la ciencia, la tecnología, el conocimiento, la innovación y sus aspiraciones y los servicios de información, a los fines de lograr el desarrollo económico, social y publico del país, abordan los principios, lineamientos y objetivos de distintos planes asociados al desarrollos del país y en segundo lugar ley especial contra delitos informáticos.

***Constitución Nacional Bolivariana de Venezuela. (1999) Capítulo VI De los derechos Culturales y Educativos***

Establece:

**Artículos 108 y 110.** Nuestra carta magna reconoce el interés público de la ciencia, la tecnología, el conocimiento, la innovación y sus aplicaciones y los servicios de información necesarios por ser instrumentos fundamentales para el desarrollo económico, social y político del país, así como para la seguridad y soberanía nacional, igualmente establece que el Estado garantizará servicios públicos de radio, televisión y redes de bibliotecas y de informática, con el fin de permitir el acceso universal a la información. Los centros educativos deben incorporar el conocimiento y aplicación de las nuevas tecnologías, de sus innovaciones, según los requisitos que establezca la ley.

El aporte de este artículo, el cual plantea donde se reconoce como interés público la ciencia, la tecnología, el conocimiento, la innovación y sus aspiraciones y los servicios de información, a los fines de lograr el desarrollo económico, social y publico del país, abordan los principios, lineamientos y objetivos de distintos planes asociados al desarrollos del país, el cual es necesario conocer como todo ciudadano venezolano, ya que la innovación tecnológica es importante para todo país.

***Ley Especial contra Delitos Informáticos. (2001) Gaceta Oficial Nº 37.313***

Este conjunto de artículos aportan, que su objetivo es la protección integral de los sistemas que utilicen tecnologías de información, así como la prevención y sanción de los delitos cometidos contra tales sistemas o cualquiera de sus componentes o los cometidos mediante el uso de dichas tecnologías, en los términos previstos en esta ley. El desarrollo de esta investigación se basa legalmente en esta ley, resultando algunos artículos, que a continuación se citan:

***Título II. De los Delitos. Capítulo I. De los Delitos Contra los Sistemas que Utilizan Tecnologías de Información.***

**Artículo 6. Acceso indebido.** El que sin la debida autorización o excediendo la que hubiere obtenido, acceda, intercepte, interfiera o use un sistema que utilice tecnologías de información, será penado con prisión de uno a cinco años y multa de diez a cincuenta unidades tributarias.

**Artículo 7.** **Sabotaje o daño a sistemas.** El que destruya, dañe, modifique o realice cualquier acto que altere el funcionamiento o inutilice un sistema que utilice tecnologías de información o cualquiera de los componentes que lo conforman, será penado con prisión de cuatro a ocho años y multa de cuatrocientas a ochocientas unidades tributarias.

Incurrirá en la misma pena quien destruya, dañe, modifique o inutilice la data o la información contenida en cualquier sistema que utilice tecnologías de información o en cualquiera de sus componentes.

La pena será de cinco a diez años de prisión y multa de quinientas a mil unidades tributarias, si los efectos indicados en el presente artículo se realizaren mediante la creación, introducción o transmisión, por cualquier medio, de un virus o programa análogo.

**Artículo 8. Sabotaje o daños culposos.** Si el delito previsto en el artículo anterior se cometiere por imprudencia, negligencia, impericia o inobservancia de las normas establecidas, se aplicará la pena correspondiente según el caso, con una reducción entre la mitad y dos tercios.

***Capítulo II. De los Delitos Contra la Propiedad***

**Artículo 13. Hurto.** El que a través del uso de tecnologías de información, acceda, intercepte, interfiera, manipule o use de cualquier forma un sistema o medio de comunicación para apoderarse de bienes o valores tangibles o intangibles de carácter patrimonial sustrayéndolos a su tenedor, con el fin de procurarse un provecho económico para sí o para otro, será sancionado con prisión de dos a seis años y multa de doscientas a seiscientas unidades tributarias.

**Artículo 14.** **Fraude.** El que, a través del uso indebido de tecnologías de información, valiéndose de cualquier manipulación en sistemas o cualquiera de sus componentes o en la data o información en ellos contenida, consiga insertar instrucciones falsas o fraudulentas que produzcan un resultado que permita obtener un provecho injusto en perjuicio ajeno, será penado con prisión de tres a siete años y multa de trescientas a setecientas unidades tributarias.

Así mismo, de esta manera el aporte que hace este conjunto de artículos a esta investigación, es el objetivo de la protección integral de los sistemas que utilicen tecnologías de información, así como la prevención y sanción de los delitos cometidos contra tales sistemas o cualquiera de sus componentes o los cometidos mediante el uso de dichas tecnologías, el cual debe darse a conocer por todo profesional, ya que si se viola algún tipo de Sistema estará violando su ética profesional, que adquiere en el transcurso de la vida y la carrera.

**Sistema de las Variables**

Una Variable, según Sampieri (2006), " Es una propiedad o atributo de un fenómeno o de un objeto estudiado, que puede adquirir diversos valores observables y medibles. Al iniciar un experimento es muy importante seleccionar variables que se puedan medir en forma precisa, independientemente de su naturaleza cualitativa o cuantitativa”. (pág. 35).

De igual forma, se indica que las variables principales a las que se suele referir la investigación en psicología pueden ser observables, independientes, dependientes, intermedias, conductuales, o inobservables.

***Variables Independientes***

Al respecto una Variable Independiente según Sampieri (2006) “Es aquella que representa los tratamiento o condiciones que el investigador controla para poder probar sus efectos sobre algún resultado" (p. 36).

Variable Independiente de la Investigación: Sistema inteligente.

***Variables Dependientes***

Las Variables Dependientes según Sampieri (2006) "Son las que reflejan los resultados de un estudio de investigación, es decir como los resultados que podrían depender del tratamiento experimental o de lo que el investigador modifica o manipula" (p. 41).

Variable Dependiente de la Investigación: Control de signos de somnolencia.

Variable Interviniente:Operadores de CCTV

**Definición de Términos Básicos**

Consiste en dar el significado preciso y según el contexto a los conceptos principales, expresiones o variables involucradas en el problema formulado.

**CCTV**: Circuito cerrado de televisión.

***Funcionalidad extra:*** Nunca se debe añadir funcionalidad extra al programa aunque se piense que en un futuro será utilizada. Sólo el 10% de la misma es utilizada, lo que implica que el desarrollo de funcionalidad extra es un desperdicio de tiempo y recursos.

***Lenguaje de Programación****:* es un idioma artificial diseñado para expresar procesos que pueden ser llevadas a cabo por máquinas como las computadoras. Pueden usarse para crear programas que controlen el comportamiento físico y lógico de una máquina, para expresar algoritmos con precisión, o como modo de comunicación humana.[] Está formado por un conjunto de símbolos y reglas sintácticas y semánticas que definen su estructura y el significado de sus elementos y expresiones.

***Metodología****:* Un conjunto de lineamientos y pasos estructurados en fases, módulos, actividades y tareas que se han de seguir en el desarrollo de sistemas de información.

***Refactorizar:*** Es mejorar y modificar la estructura y codificación de códigos ya creados sin alterar su funcionalidad. Refactorizar supone revisar de nuevo estos códigos para procurar optimizar su funcionamiento. Es muy común rehusar códigos ya creados que contienen funcionalidades que no serán usadas y diseños obsoletos. Esto es un error porque puede generar código completamente inestable y muy mal diseñado; por este motivo, es necesario refactorizar cuando se va a utilizar código ya creado.

***Riesgos:*** Si surgen problemas potenciales durante el diseño, X.P sugiere utilizar una pareja de desarrolladores para que investiguen y reduzcan al máximo el riesgo que supone ese problema.

***Seguridad:*** El término seguridad proviene de la palabra *securitas* del [latín](http://es.wikipedia.org/wiki/Lat%C3%ADn)[ ]Cotidianamente se puede referir a la seguridad como la ausencia de [riesgo](http://es.wikipedia.org/wiki/Riesgo) o también a la confianza en algo o alguien. Sin embargo, el término puede tomar diversos sentidos según el área o campo a la que haga referencia.

***Sistemas****:* Es un conjunto de elementos interdependientes organizados de modo que constituyan una entidad integral, que tienen el propósito común de lograr algún o alguno objetivos.

***Tarjetas C.R.C.:***El uso de las tarjetas C.R.C (Class, Responsabilities and Collaboration) permiten al programador centrarse y apreciar el desarrollo orientado a objetos olvidándose de los malos hábitos de la programación procedural clásica. Las tarjetas C.R.C representan objetos; la clase a la que pertenece el objeto se puede escribir en la parte de arriba de la tarjeta, en una columna a la izquierda se pueden escribir las responsabilidades u objetivos que debe cumplir el objeto y a la derecha, las clases que colaboran con cada responsabilidad.

**Tecnología:** es el conjunto de conocimientos [técnicos](http://es.wikipedia.org/wiki/T%C3%A9cnica), ordenados [científicamente](http://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9todo_cient%C3%ADfico), que permiten diseñar y crear bienes y servicios que facilitan la adaptación al medio ambiente y satisfacer tanto las necesidades esenciales como los deseos de las personas.

***Variable****:* Cualidad que asume distintos valores.

***Variable dependiente****:* Aquella que se modifica por acción de la variable es el efecto de la variable independiente.

***Variable independiente****:* Causa que genera cambios en la variable dependiente.

***Vigilancia:*** Del latín *vigilantĭa*, la vigilancia es el cuidado y la supervisión de las cosas que están a cargo de uno. La [persona](http://definicion.de/persona/) que debe encargarse de la vigilancia de algo o de alguien tiene responsabilidad sobre el sujeto o la cosa en cuestión.

**CAPÍTULO III**

**MARCO METODOLÓGICO**

**Modalidad de la Investigación**

La investigación, de acuerdo a Hernández, Fernández y Baptista (2003), puede ser definida como “…una serie de métodos para resolver problemas cuyas soluciones necesitan ser obtenidas a través de una serie de operaciones lógicas, tomando como punto de partida datos objetivos.” (p. 27) En este sentido, es importante destacar que existen diversos tipos de investigación, los cuales permiten indicar las características más predominantes de un estudio.

El estudio de la investigación se realiza con el propósito de desarrollar un sistema inteligente para el reconocimiento de signos faciales de somnolencia o sueño en operadores de CCTV del departamento de seguridad del C.C el Dorado Barinas, la cual se encuentra enmarcada dentro de la modalidad de proyecto factible de acuerdo al Manual de Trabajo de Grado del IUPSM (2010):

El proyecto factible consiste en la propuesta de un modelo funcional viable, o de una solución posible a un problema de tipo práctico, con el objeto de satisfacer las necesidades de un ente en específico (institución, comunidad, grupo social, personas en particulares, entre otros.) (p. 7).

En tal sentido, el proyecto factible parte de un diagnóstico de necesidades que permiten el análisis de los elementos que conforman el problema, para luego presentar o exponer alternativas de solución con la finalidad de

resolver la situación planteada; dicha definición se ajusta al motivo de esta investigación, el desarrollo de un sistema de reconocimiento del estado facial para generar alertas preventivas en operadores de CCTV, dicho sistema tiene como fin beneficiar a los guardias de seguridad al disminuir, eficientemente, los accidentes, robos y desastres por causa de la somnolencia de operadores de CCTV, mediante alertas preventivas sonoras.

**Tipo de Investigación**

En este aspecto se debe describir el tipo de investigación, en el cual se ubica el estudio. Cada investigador podrá construir su método, de acuerdo al problema investigado, los métodos son diferentes en función del tipo de investigación y del objetivo que se pretende lograr. El autor debe definir de acuerdo a autores, las modalidades seleccionadas.

La estrategia general de la presente investigación para responder al problema planteado, se enmarca en una investigación de campo; el Manual de Trabajo Especial de Grado del Instituto Universitario Politécnico “Santiago Mariño” (2006) define que “…consiste en el análisis sistemático de un determinado problema con el objeto de describirlo, explicar sus causas y efectos, comprender su naturaleza y elementos que lo conforman, o predecir su ocurrencia” (p. 06). Además, este tipo de investigación se caracteriza por la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), por consiguiente puede clasificarse en diferentes tipos según el nivel o grado de profundidad con que se aborda el objeto de estudio, podrá ser de tipo exploratorio, descriptivo, explicativo, evaluativo, entre otros.

En este orden de ideas, se considera que la investigación es de tipo descriptiva, como menciona textualmente Arias, (2006). “La investigación descriptiva, en la caracterización de un hecho fenómeno o grupo con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los estudios descriptivos miden de forma independiente las variables, y aun cuando no se formulen hipótesis, las primeras estarán mencionadas en los objetivos de la investigación” (p.20).

Asimismo, se considera como una investigación documental o bibliográfica, Según, Bavaresco (2006, p. 28) Constituye prácticamente la investigación que da inicio a casi todas las demás, por cuanto permite un conocimiento previo o bien el soporte documental o bibliográfico vinculante al tema objeto de estudio, conociéndose los antecedentes y quienes han escrito sobre el tema.

Para esta investigación se aplica como concepto de investigación documental o bibliográfica como la cual posee un conocimiento previo o una documentación acerca de sistemas de visión de máquina, reconocimiento facial e inteligencia artificial.

**Procedimientos de la Investigación**

Con respecto a esta temática, Sabino (2007), señala que “…en este punto se deben describir brevemente las etapas y/o fases que se cumplieron para la realización de la investigación e identificar y definir los métodos y técnicas aplicadas.” (p. 45). Siendo estos los pasos que se deben seguir para lograr el desarrollo de la investigación con la finalidad de obtener la información y cubrir las metas previstas.

En la modalidad de investigación de tipo proyecto factible contenida en el Manual de Trabajo Especial de Grado del Instituto Universitario Politécnico “Santiago Mariño” (2006), el cual contempla los procedimientos (fases, etapas y actividades) a desarrollar, los cuales son tres (3) fases : (a) Fase de Diagnóstico, (b) Fase de Alternativas de Solución y (c) Fase de Propuesta. Por lo que se desarrollarán las actividades descritas a través de estas fases a fin de poder alcanzar el objetivo de la investigación.

Al mismo tiempo, de la implementación de las cuatro fases de la metodología X.P. como son: (a) Planificación, (b) Diseño, (c) Desarrollo y, (d) Pruebas de Software, como procedimientos a seguir en el desarrollo del sistema de detección de somnolencia en operadores de CCTV del departamento de seguridad del C.C. el Dorado Barinas, fases que en conjunto permitieron establecer las acciones u operaciones a realizarse durante el desarrollo de la investigación.

**Fase I. Diagnóstico**

***Fase de Planificación***

Esta etapa se encuentra ligada a la recopilación de información por parte del investigador, utilizando para ello una serie de técnicas y herramientas que le permitan obtener datos reales y acordes a las necesidades que presenta el departamento de seguridad del C.C. el Dorado Barinas. En correspondencia con lo anterior, se expresa que para realizar el diagnóstico se seguirán dos caminos, el primero de ellos ligado a la recolección de datos mediante la revisión bibliográfica, y el segundo relativo a la aplicación de los instrumentos, utilizando como eje central las personas que integran el departamento de seguridad de dicho centro Comercial y los expertos en trastornos del sueño, la cual servirá como piloto para la ejecución y planteamiento del diseño del sistema propuesto mediante el presente proyecto de investigación.

Al mismo tiempo, en esta fase se desarrolló la fase de planificación perteneciente a la metodología utilizada, donde se realizaron las historias de usuarios, el plan de publicaciones, las iteraciones, se determinó a través de estos la velocidad del proyecto e inició la programación, en este caso solo por parte de la tesista, ya que la programación en pareja que sugiere la metodología X.P. no se pudo llevar a cabo puesto que el reglamento interno del departamento de trabajo espacial de grado del Instituto Universitario Santiago Mariño, no permite la realización de proyectos de investigación en pareja.

**Fase II. Alternativas de Solución**

***Fase de Diseño***

Se refiere a las vías o medidas que se pueden tomar para solventar el problema que fue diagnosticado, considerando por ende los datos recopilados y los aspectos que beneficiaran directamente a la población involucrada en el estudio. En tal sentido, se deben describir las ventajas y desventajas de cada una de las opciones posibles, así como también indicar la opción seleccionada y las razones de la toma de esta decisión.

De los resultados originados a través de la fase de diagnóstico, se diseñó la arquitectura del sistema, que cumpliera con los requerimientos establecidos para dicho sistema

En esta fase, se diseñará el sistema de reconocimiento del estado facial de somnolencia a ser emulado, basándose en las necesidades plasmadas en las historias de usuarios adaptándose al plan de entregas establecido. Para llevarse a cabo, se dividirán las necesidades en varios problemas más simples que facilite el proceso de codificación.

**Fase III. Propuesta**

***Fase de Desarrollo***

Una vez seleccionada la alternativa ideal para solventar la problemática, es necesario elaborar un plan para el desarrollo de la misma, la cual se considera como una propuesta. En este documento se deben explicar los pasos a seguir para el desarrollo de todo sistemas o proyecto.

En la fase de desarrollo, se aconseja crear test de funcionamiento, pero, a la hora de codificar no se siguió la regla de X.P que aconseja crear test de funcionamiento con entornos de desarrollo antes de programar. Los test se obtendrán de la especificación de requisitos ya que en ella se especifican las pruebas que deben pasar las distintas funcionalidades del programa, procurando codificar pensando en las pruebas que debe pasar cada funcionalidad.

En esta fase, una vez creado el diseño del sistema y el flujo de trabajo, se codificará primero las pruebas pertenecientes a cada módulo, los cuales permitirán saber que el código está generando los resultados esperados y así conocer el tiempo de ejecución y la cantidad de memoria consumida. Una vez codificada la unidad de prueba, se procede a codificar cada uno de los módulos del sistema que cumplen con los parámetros asignados.

Por último, se hará la remodificación de aquellos módulos que así lo requieran.

***Fase de Pruebas de Software***

En esta fase se realizan una serie de operaciones que darán como resultado el buen funcionamiento y aceptación del sistema, como son:

***Pruebas unitarias*:** Las pruebas unitarias son una de las piedras angulares de XP. Todos los módulos deben de pasar las pruebas unitarias antes de ser liberados o publicados. Por otra parte, las pruebas deben ser definidas antes de realizar el código (*“Test-driven programming”*). Que todo código liberado pase correctamente las pruebas unitarias es lo que habilita que funcione la propiedad colectiva del código. En este sentido, el sistema y el conjunto de pruebas debe ser guardado junto con el código, para que pueda ser utilizado por otros desarrolladores, en caso de tener que corregir, cambiar o recodificar parte del mismo.

***Detección y corrección de errores*:** Cuando se encuentra un error (“bug”), éste debe ser corregido inmediatamente, y se deben tener precauciones para que errores similares no vuelvan a ocurrir.

Asimismo, se generan nuevas pruebas para verificar que el error haya sido resuelto.

***Pruebas de aceptación:*** Las pruebas de aceptación son creadas en base a las historias de usuarios, en cada ciclo de la iteración del desarrollo. El cliente debe especificar uno o diversos escenarios para comprobar que una historia de usuario ha sido correctamente implementada.

Las pruebas de aceptación son consideradas como “pruebas de caja negra” (*“Black box system tests”*). Los clientes son responsables de verificar que los resultados de estas pruebas sean correctos. Asimismo, en caso de que fallen varias pruebas, deben indicar el orden de prioridad de resolución.

Una historia de usuario no se puede considerar terminada hasta tanto pase correctamente todas las pruebas de aceptación.

Dado que la responsabilidad es grupal, es recomendable publicar los resultados de las pruebas de aceptación, de manera que todo el equipo esté al tanto de esta información.

En esta fase, se aplicarán las siguientes pruebas:

Prueba de Procesamiento y optimización de imágenes, permitirá determinar la calidad de la imagen con diferentes niveles lumínicos a ser procesada obtenida de la cámara de video.

Prueba de Detección Facial, determinará la rapidez con la que es detectado el rostro humano.

Prueba a las redes neuronales para la detección del estado facial de somnolencia, permitirá determinar la velocidad y capacidad de procesamiento del prototipo para detectar el estado de somnolencia para así validar los métodos utilizados.

Prueba al sistema de alertas auditivas, permitirá determinar el tiempo de reacción del sistema cuando el estado de somnolencia sea detectado.

Prueba de usuarios, permitirá conocer la aceptación de los usuarios y la factibilidad del proyecto.

**Operacionalización de Variables**

Arias F. (2006) destaca la operacionalización de variables como, “El proceso mediante el cual se transforma la variable de conceptos abstractos a términos concretos, observables y medibles, es decir, dimensiones e indicadores”. (p.63).

Tamayo M. (1999) opina que:

El término «variable», en su significado más general, se utiliza para designar cualquier característica de la realidad que pueda ser determinada por observación y que pueda mostrar diferentes valores de una unidad de observación a otra. Así, las variables existen en el mundo real, mientras que los conceptos, en cierto modo, existen como parte de nuestro lenguaje y de nuestra manera de conocer ese mundo real. (p.101).

En el siguiente cuadro se definen las variables (Ver Cuadro Nº 1):

**Cuadro 1**

**Operacionalización de la Variables**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Objetivo General:** Desarrollar un sistema inteligente para el reconocimiento de signos faciales de somnolencia o sueño en operadores de CCTV del departamento de seguridad del C.C el Dorado Barinas. | | | | | | |
| **VARIABLE** | **DEFINICIÓN CONCEPTUAL** | **DEFINICIÓN OPERACIONAL** | **DIMENSIONES** | **INDICADORES** | **ÍTEMS** |
| **Sistema inteligente**  (Variable Independiente) | Un **sistema inteligente** es un programa de computación que reúne características y comportamientos asimilables al de la inteligencia humana o animal. | El sistema inteligente permite el control de una o varias operaciones a la vez, ya que reúne características y comportamientos asimilables al de la [inteligencia](http://es.wikipedia.org/wiki/Inteligencia) humana o animal. | Los sistemas inteligentes tratan progresivamente de emular las capacidades de los seres humanos o animales. | Necesidad  Seguridad  Innovación  Capacidad sensorial  Sistematización | 5  6  5B  6B |
| **Control de signos de somnolencia.**  (Variable Dependiente) | **Somnolencia** es una actitud exagerada para el sueño. Es un estado en el que ocurre una fuerte necesidad de dormir o en el que se duerme durante periodos prolongados (hipersomnia). | Con el sistema inteligente, se podrá controlar los signos de somnolencia que presenten los operadores de CCTV a tiempo a través de alarmas sonoras. | Control de los signos de somnolencia en operadores de CCTV del C.C. el Dorado Barinas | Sistema de control  Alarmas  Sueño | 1  2  3  1B  2B  5B |
| **Operadores de CCTV**  (Variable Interviniente) | Un operador de CCTV es una persona altamente calificada en el manejo de herramientas informáticas, digitales y telemáticas para realizar una labor de seguridad y control dentro de una ambiente específico el cual puede encontrarse dentro de una organización privada o pública. | Son los encargados de velar por la seguridad e integridad de las personas o cosas que les son asignadas para su resguardo. | Mantenerse alertas para poder realizar sus funciones sin distracciones. | Telemática  Seguridad  Resguardo  Vigilancia | 2  3  5  1B  2B  3B  4B |

***Nota:*** Ondina Adamo (2014).

**Población y Muestra**

***Población***

Arias F. (2006) refiere que:

La población, o en términos más precisos población objetivo, es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Esta queda delimitada por la población y por los objetivos de estudio (p. 81).

En éste mismo orden de ideas, el autor antes mencionado, en su libro Proyecto de Investigación divide la población en tres partes como lo son:

*Finita:* Agrupación la que se conoce la cantidad de unidades que la integran. Además, existe un registro documental de dichas unidades.

*Infinita:* Es aquella en la que se desconoce el total de elementos que la conforman, por cuanto no existe un registro documental de estos debido a que su elaboración sería prácticamente imposible.

*Accesible:* También denominada población muestreada, es la porción finita de la población objetivo a la que realmente se tiene acceso y de la cual se extrae una muestra representativa. El tamaño de la población accesible depende del tiempo de los recursos del investigador.

En esta investigación, la población de estudio juega un papel fundamental; ya que es precisamente ella quien permitirá arrojar los resultados exactos para poder dar los valores verdaderos a cada una de las respuestas que permitirán evaluar el diseño del sistema inteligente. La población o universo de la presente investigación está representada por 6 personas integrantes del departamento de seguridad del C.C. el Dorado Barinas y 3 expertos en trastornos del sueño, para una población total de 9 personas, la cual se considera una población finita.

Es necesario aclarar que la empresa cuenta con un mayor número de empleados, correspondientes a personal de mantenimiento y vigilantes de seguridad, pero no se tomaron como población para la investigación debido a que su trabajo no tiene relación al de la vigilancia en los cuartos de control de monitores de seguridad de cctv.

***Muestra***

Arias F. (2006) expresa que: “La muestra subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible" (p. 83).

Cuando por diversas razones resulta imposible abarcar la totalidad de los elementos que conforman la población accesible, se recurre a la selección de una muestra. Arias, F. define “la muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible” (p. 83). En la presente investigación por presentar una población finita y accesible de un total de 9 personas correspondientes a 6 trabajadores del departamento de seguridad del C.C. el Dorado Barinas y 3 expertos en trastornos del sueño; el cual no se aplica ninguna selección de muestra, por lo cual no existe una muestra y se trabajara con el tamaño total de la población.

**Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

Según Bavaresco (2001, p. 95) la investigación no tiene significado sin las técnicas de recolección de datos. “Estas técnicas conducen a la verificación del problema planteado. Cada tipo de investigación determinara las técnicas a utilizar y cada técnica establece sus herramientas, instrumentos o medios que serán empleados”.

Por otra parte, entre los instrumentos empleados se encuentran la observación directa la cual según Tamayo y Tamayo (1998, p. 122) dice: “es en la cual el investigador puede observar y recoger datos mediante su propia observación” buscando así poder observar aspectos importantes del problema planteado.

Además se utiliza técnicas como la entrevista informal la cual consiste en el modo de entrevista menos estructurado ya que consiste solo en una simple conversación sobre el tema de estudio, y realizándose a expertos, o cualquier persona que en general posea información de particular interés.

También se considera como el instrumento que más contiene los detalles del problema que se investiga, ya que es el medio que le brinda la oportunidad a al investigador de conocer lo que piensa y dice del objeto en estudio.

Debido a que existe cierta información que no se puede obtener en información directa, se utiliza esta técnica que estará dirigida a las personas que se vean directamente afectadas por dicha problemática.

Además se utiliza técnicas como la recopilación de documentos en la que según Hernández (2001, P. 314), consiste en el que el observador interactúa con objetos observados, ya que se verifico personalmente mediante libros, documentos, revistas, entre otros.

Se utiliza la técnica de cuadros o tablas que según Bavaresco (2006, P. 123) “es la herramienta metodológica más importante. El cuadro que se elaboraría debe contener la información, lo más detallada posible. La autora desea aclarar que los cuadros son a manera de ejemplo, pues tal investigación no la realiza, pero lo hace explicar cómo se deben diseñar.

***Validación del Instrumento***

De acuerdo con Hernández S., Fernández C. y Baptista L. (2008), “la validez en términos generales, se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir” (p. 277).

La validez del instrumento de recolección de datos de la presente investigación, se realizará a través del Formato de Validación de Instrumento (Ver Anexo C), es decir, se determinará a través del presente instrumento, hasta donde los ítems que contiene el instrumento de recolección de datos fueron representativos de los objetivos y del dominio del universo contenido en lo que se desea medir. A fin de determinar si los ítems se deben dejar, modificar, eliminar o se debe incluir otra pregunta.

***Confiabilidad del Instrumento***

Con respecto a esta temática, Sabino (2007) establece que la confiabilidad es el “…grado en que su aplicación repetida al mismo sujeto u objeto, produce resultados iguales. Existen varios procedimientos para determinar estas características, todos ellos llevan la determinación del coeficiente de confiabilidad que oscila entre cero (0) y uno (1), representando el cero (0) una confiabilidad nula y el (1) la confiabilidad máxima.” (p. 52).

Descrito esto, Para la presente investigación se utilizará el método de confiabilidad conocido como Alfa de Cronbach, que, de acuerdo a lo establecido por Vélez (2001), es definido como un índice de consistencia interna que toma valores entre 0 y 1, y que sirve para comprobar si el instrumento que se está evaluando recopila información defectuosa y por lo tanto llevaría a conclusiones equivocadas o si se trata de un instrumento fiable que hace mediciones estables y consistentes.

En este sentido, Alfa es un coeficiente de correlación al cuadrado que, a grandes rasgos, mide la homogeneidad de las preguntas promediando todas las correlaciones entre todos los ítems para ver que, efectivamente, se parecen.

Partiendo de lo anterior se tiene entonces que su interpretación será, que cuanto más se acerque al extremo 1, mejor es la fiabilidad, considerando una fiabilidad respetable a partir de 0,80.

La fórmula para calcular el coeficiente de Alfa de Cronbach viene dada por:

Dónde:

α= Coeficiente de Alfa de Cronbach.

K= el número de preguntas o ítems.

Si2= la suma de las varianzas de cada ítem.

St2= la varianza total de filas.

Una vez aplicado el estadístico Alfa de Cronbach dio como resultado para el instrumento del grupo A 0,0913 y para el instrumento aplicado al grupo B 0,0896 (Ver Anexo D).

***Técnicas de Análisis de Datos***

Las técnicas de análisis y procesamiento de datos, de acuerdo a lo establecido por Sabino (2007), “en este punto debe colocarse el tipo de estadística (frecuencia absoluta y relativa), que será empleada para descifrar lo que revelan los datos que se han procesado” (p. 85). Por tanto, se deduce que se refiere a los aspectos y consideraciones a seguir para la agrupación de los datos recopilados mediante el diagnóstico.

Para el caso de la presente investigación, los resultados se presentaran relacionadas a las entrevistas y encuestas desde un punto de vista cualitativo y cuantitativo donde se expondrá la pertinencia de la propuesta hacia el departamento de seguridad del C.C. el Dorado Barinas y su relación con el beneficio y seguridad, esto para llevar una factibilidad de la pertinencia de la propuesta a fin de que el departamento de seguridad contribuya al mejoramiento de la situación de dicho departamento del C.C. el Dorado Barinas.

**CAPÍTULO IV**

**RESULTADOS**

**Fase I Diagnóstico**

**Fase de planificación**

En el presente capitulo se procede a culminar el proceso de la investigación atendiendo a lo planteado en los capítulos anteriores, que refieren al problema, fundamentos teóricos y al marco metodológico, orientados a través de actividades estructuradas, encaminando este último capítulo al análisis de los resultados obtenidos con la aplicación de la metodología y técnicas de recolección de datos, con el propósito de lograr los objetivos ya propuestos, y de esta manera lograr el desarrollo de la misma.

A continuación se muestran las evidencias obtenidas luego de la aplicación de los instrumentos de investigación, los cuales fueron necesarios para el desarrollo de cada una de las fases de metodología aplicada. Dichos instrumentos se aplicaron de manera cualitativa y cuantitativa, mediante entrevistas con preguntas abiertas y encuestas con preguntas cerradas, respectivamente.

Sobre el diagnóstico, Balestrini (2002) indica lo siguiente:

…intenta captar, reconocer y evaluar sobre el terreno, los componentes y las relaciones que se establecen en una situación estudiada, con el propósito de lograr su verdadera comprensión y avanzar en su resolución; para poder determinar o proponer los cambios. (p.7).

En base a todas estas premisas, se tiene que el diagnóstico permite conocer la situación actual con respecto a una temática específica, de manera tal que se puedan determinar las posibles soluciones, así como también conocer los aspectos ligados a los beneficios y contrariedades que pueda presentar un estudio.

En función de cumplir con los objetivos de la investigación, fue necesario llevar a cabo diferentes visitas al departamento de seguridad de C.C. El Dorado Barinas, lo cual hizo posible cumplir con el objetivo número uno de la investigación, referente a identificar la situación actual pertinente al estado de somnolencia de los trabajadores del departamento de seguridad de C.C. El Dorado Barinas y el objetivo número dos referente a la factibilidad de la aplicación del sistema, los cuales pertenecen a la primera fase de la metodología, la planificación.

Para el desarrollo total de la investigación fue necesario tomar como población empleados del departamento antes mencionado y 3 médicos expertos en trastornos del sueño, los cuales estarán identificados de la siguiente manera:

**Cuadro 2**

**División del grupo de estudio**

|  |  |
| --- | --- |
| **Grupo A** | **Grupo B** |
| **Especialistas médicos:**  2 Psicólogos  1 Psiquiatra | 6 Operadores del sistema de CCTV del departamento de seguridad del C.C. El Dorado Barinas |

***Nota:*** *Adamo Ondina (2014)*

El grupo A, como se puede observar está conformado por, especialistas médicos; cuya misión es brindar servicios médicos especializados en las áreas preventivas y curativas, de las especialidades psiquiatría y psicología, atendiendo al individuo, familia y comunidad. Son personas que trabajan humana y profesionalmente, cuyo objetivo es brindarle un abordaje integral (bio-psico-social) al individuo a través de esquemas de aplicación individualizada (abordaje psicoterapéuticos y/o psicofarmacológicos); comprometidos a elevar su nivel de salud y lograr un cambio en su calidad de vida.

Por otra parte el grupo B, estará conformado por operadores de CCTV del departamento de seguridad del C.C. El Dorado Barinas, cuya misión es contribuir al bienestar y seguridad de las personas que albergan día a día las instalaciones de dicho centro comercial.

Al grupo A se le aplicaron una serie de entrevistas, las cuales en su totalidad estuvieron conformadas por preguntas abiertas, con el objetivo de obtener la mayor cantidad de información de los doctores especializados en somnolencia y trastornos del sueño. Por otro lado, en el grupo B se aplicaron encuestas constituidas en su totalidad por preguntas cerradas. Ambas herramientas en conjunto, permitieron obtener mayor conocimiento en cuanto a la somnolencia y el tratamiento de las personas bajo este estado, así como también el comportamiento de diferentes personas cuyo oficio los lleva a mantenerse varias horas seguidas delante de un monitor de vigilancia, presentando en algunas ocasiones sueño o cansancio.

En base a las entrevistas realizadas al grupo A, se obtuvieron los siguientes resultados:

Ítem 1. La somnolencia es una sensación que se acentúa cada vez más en las personas actualmente. ¿Cuál es su opinión respecto a este trastorno?

**Cuadro 3**

**Aumento de la somnolencia en las personas en la actualidad**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Respuestas** | | **FA** | **FR** |
| 1 | Hay muchos casos de somnolencia diurna, debido a que la persona pasa mala noche, o duerme pocas horas. Hay enfermedades que pueden producir somnolencia diurna, como la apnea del sueño, dicha  enfermedad presenta como síntomas, muchos ronquidos, la respiración no es la adecuada, períodos de apnea donde se detiene la respiración y el cerebro no se oxigena, dando como resultado un sueño poco reparador. Otra enfermedad, la narcolepsia, problema donde el individuo tiene exceso de somnolencia a cualquier hora del día. | 1 | 33.33% |
| 2 | A pesar de que la somnolencia es un tema estudiado desde hace muchos años, actualmente no hay cifras que confirmen el aumento o no de estos casos. Muchas veces la falta de motivación y entusiasmo, lleva a que la persona permanezca con somnolencia, razón por la cual también en muchas empresas, se hace indispensable el consumo de café, para que los empleados no decaigan y se mantengan productivos. | 1 | 33.33% |
| 3 | Sí, porque no hay tiempo suficiente para tener un sueño de calidad. | 1 | 33.33% |

***Nota:*** *Adamo Ondina (2014)*

Gráfico 1. **Aumento de la somnolencia en las personas en la actualidad.** Adamo Ondina (2014)

**Análisis:** En relación a si se considera que la somnolencia es una sensación que se acentúa cada vez más en las personas actualmente: tres de los tres doctores, representando el 100% de los entrevistados, respondieron afirmativamente. Explican que muchas personas no tienen en la actualidad una buena calidad de sueño durante la noche, algunas no duermen las horas suficientes, y otras no tienen tiempo de descansar debidamente debido a su trabajo, produciendo un aumento considerable en el grado de somnolencia que pueda presentar a lo largo del día.

Ítem 2. ¿Cómo ha sido su experiencia al tratar pacientes que mencionan sentir somnolencia mientras desempeñan su labor como vigilantes?

**Cuadro 4**

**Pacientes que mencionan sentir somnolencia mientras desempeñan su labor como vigilantes**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Respuestas** | | **FA** | **FR** |
| 1 | Es normal que una persona que se mantenga por más de cuatro horas sin actividad física, sienta que se refleje la somnolencia. | 1 | 33.33% |
| 2 | Algunos lo han mencionado, luego se revisa si es a causa de algún medicamento que se le esté suministrando, o el tipo de trabajo que tiene y en base a eso se le recomienda como evitar el estado de somnolencia mientras cumplen con sus funciones. | 1 | 33.33% |
| 3 | Al permanecer inactivos por mucho tiempo y la monotonía en el desempeño de sus funciones, hace que disminuya el estado de alerta en el individuo, haciendo que caiga en somnolencia. Tanto las personas que no duermen bien, como las que presentan una depresión leve, pueden distraerse fácilmente, disminuir su estado de alerta y finalmente quedarse dormidos. | 1 | 33.33% |

***Nota:*** *Adamo Ondina (2014)*

Gráfico 2. **Pacientes que mencionan sentir somnolencia mientras laboran como vigilantes.** *Adamo Ondina (2014)*

**Análisis:** Respecto a si los pacientes tratados por los expertos habían mencionado sentir somnolencia mientras laboran como vigilantes: tres de los tres doctores entrevistados, representando el 100% de la muestra, respondieron afirmativamente, explicando además que esto suele ocurrir por permanecer mucho tiempo sin actividad física, por los horarios nocturnos y no conseguir un buen descanso durante el día, así como también podría influir algún medicamento que se le pueda estar suministrando al paciente durante el tratamiento.

Ítem 3. ¿Qué opinión tiene respecto a la labor de una persona con trastorno del sueño como vigilante?

**Cuadro 5**

**Opinión al respecto que una persona con trastorno del sueño labore como vigilante**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Respuestas** | | **FA** | **FR** |
| 1 | La función principal de un vigilante es estar siempre atento para resguardar la seguridad de las personas, al este padecer trastornos del sueño uno de sus principales objetivos se verían afectado, en este sentido no le recomendaría esta labor, a menos que pueda asistirse primero medicamente en busca de una cura, antes de aceptar una responsabilidad como esa. | 1 | 33.33% |
| 2 | Ser un vigilante significa estar alerta siempre con el objetivo de resguardar lo que se le encomienda. Una persona con trastorno del sueño se le dificultaría muchísimo realizar esta función, por lo que no recomiendo que cumpla con esa trabajo. | 1 | 33.33% |
| 3 | En mi opinión no es recomendable, puesto que no sería una persona apta para la realización de esta labor. A menos que se trate adecuadamente, para buscar subsanar su problema. | 1 | 33.33% |

***Nota:*** *Adamo Ondina (2014)*

Gráfico 3. **Opinión al respecto que una persona con trastorno del sueño labore como vigilante.** *Adamo Ondina (2014)*

**Análisis:** Respecto a si los expertos recomendaban que una persona con trastorno del sueño laborara como vigilante: tres de los tres doctores entrevistados, representando el 100% de la muestra, respondieron negativamente, explicando además que solo lo podrían recomendar, siempre y cuando se controlen adecuadamente la afección que padecen.

Ítem 4. ¿Cómo considera usted que personas con trastornos de sueño pudieran continuar con las actividades regulares en su vida diaria?

**Cuadro 6**

**Consideraciones para que las personas con trastornos del sueño continúen sus actividades diarias**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Respuestas** | | **FA** | **FR** |
| 1 | Con un adecuado diagnóstico estos trastornos pueden controlarse, a menos que se identifique un caso agudo o especial de ellos. | 1 | 33.33% |
| 2 | Los trastornos del sueño son comunes en los adultos, especialmente aquellos con una alta cantidad de estrés en sus vidas. Una agitada vida familiar o simplemente un problema neurológico pueden conducir al desarrollo de uno o más trastornos del sueño. Sin embargo, estos son altamente tratables y a menudo pueden curarse. | 1 | 33.33% |
| 3 | Las causas subyacentes más comunes relacionados a los trastornos del sueño, son tratables y la persona puede llegar a recuperar su sueño normal. | 1 | 33.33% |

***Nota:*** *Adamo Ondina (2014)*

Gráfico 4. **Consideraciones para que las personas con trastornos del sueño continúen sus actividades diarias.** *Adamo Ondina (2014)*

**Análisis:** En relación a si son tratables las causas que generan trastornos del sueño: tres de los tres doctores, representando el 100% de los entrevistados, respondieron afirmativamente. Afirman que la mayoría de estas causas son tratables pudiendo la persona disfrutar de una vida normal y plena, siempre y cuando no se trate de un caso agudo o especial que se presente difícil de curar.

Ítem 5. ¿Qué opinión merece respecto a la propuesta del sistema para alertar a los vigilantes (operadores de cctv) al presentar signos de somnolencia?

**Cuadro 7**

**Opinión con respecto a la necesidad de la propuesta del sistema para alertar a los vigilantes (operadores de cctv) al presentar signos de somnolencia**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Respuestas** | | **FA** | **FR** |
| 1 | En mi opinión sería una herramienta de gran ayuda, pero como médico recomiendo tratarse a fin de evaluar si el comportamiento de somnolencia se debe a algún trastorno o a otra causa. | 1 | 33.33% |
| 2 | Me parece interesante la propuesta, sería de gran ayuda para evitar distracciones, que afectarían el desempeño de sus funciones. | 1 | 33.33% |
| 3 | Cualquier sistema que ayude en el mejor desempeño de sus funciones es de gran importancia y necesidad. | 1 | 33.33% |

***Nota:*** *Adamo Ondina (2014)*

Gráfico 5. **Opinión con respecto a la necesidad de la propuesta del sistema para alertar a los vigilantes (operadores de cctv) al presentar signos de somnolencia.** *Adamo Ondina (2014)*

**Análisis:** En relación a si se considera necesaria la implantación del sistema para alertar a los vigilantes (operadores de cctv) al presentar signos de somnolencia: tres de los tres doctores, representando el 100% de los entrevistados, respondieron afirmativamente. Explican que cualquier herramienta que ayude al mejor desenvolvimiento de las funciones de los mismos, manteniéndolos alertas ante cualquier distracción, sería necesaria e importante su implementación.

Ítem 6. ¿Qué debería evaluar el sistema para obtener los resultados esperados?

**Cuadro 8**

**Elementos a evaluar para obtener los resultados esperados**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Respuestas** | | **FA** | **FR** |
| 1 | Principalmente monitorear los ojos. | 1 | 33.33% |
| 2 | Monitorear el movimiento de los ojos, los bostezos consecutivos y movimiento de la cabeza. | 2 | 66.66% |

***Nota:*** *Adamo Ondina (2014)*

Gráfico 6. **Elementos a evaluar para obtener los resultados esperados.** *Adamo Ondina (2014)*

**Análisis:** En cuanto a los doctores como principales clientes, se les preguntó qué debería evaluar el sistema para obtener los resultados esperados. Uno de los tres doctores, representando el 33,33% de los entrevistados destacó que lo principal sería monitorear los ojos. Los otros dos doctores restantes, representando el 66,66% de los entrevistados, destacaron y coincidieron en que lo esencial sería evaluar el movimiento de los ojos, el bostezo y el movimiento de la cabeza.

Por otro lado y siguiendo el orden de los instrumentos aplicados, mediante encuestas realizadas a un total de 6 personas del grupo B, se pudo conocer lo siguiente:

Ítem 1B. ¿Ha sentido somnolencia mientras cumple con sus funciones de vigilancia?

**Cuadro 9**

**Sentir somnolencia mientras cumple con sus funciones de vigilancia**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Respuestas** | **FA** | **FR** |
| Si | 5 | 83,33% |
| No | 1 | 16,67% |

***Nota:*** *Adamo Ondina (2014)*

Gráfico 7. **Sentir somnolencia mientras cumple con sus funciones de vigilancia.** *Adamo Ondina (2014)*

**Análisis:** En relación a si alguna vez uno de los encuestados ha sentido somnolencia mientras cumple con sus funciones de vigilancia, cinco de las seis personas representando 83,33% de la muestra, respondió afirmativamente y solo una persona representando el 16.67% expresa no haber sentido sueño mientras vigilaba.

Ítem 2B. ¿Persiste regularmente el sueño mientras cumple sus guardias?

**Cuadro 10**

**Persistencia de sueño mientras cumplen guardias**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Respuestas** | **FA** | **FR** |
| Si | 1 | 16,66% |
| No | 5 | 83,33% |

***Nota:*** *Adamo Ondina (2014)*

Gráfico 8. **Persistencia de sueño mientras cumplen guardias.** *Adamo Ondina (2014)*

**Análisis:** En relación a si persiste regularmente el sueño en los encuestados, mientras cumplen con sus guardias, una de las seis personas representando 16,66% de la muestra, respondió afirmativamente y las otras cinco personas representando el 83,33% expresa no haber sentido sueño mientras cumplían sus guardias.

Ítem 3B. ¿Ha puesto en riesgo sus funciones a causa de la somnolencia?

**Cuadro 11**

**Ha puesto en riesgo sus funciones a causa de la somnolencia**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Respuestas** | **FA** | **FR** |
| Si | 4 | 66,66% |
| No | 2 | 33,33% |

***Nota:*** *Adamo Ondina (2014)*

Gráfico 9. **Ha puesto en riesgo sus funciones a causa de la somnolencia.** *Adamo Ondina (2014)*

**Análisis:** En correlación a si en algún momento se ha puesto en riesgo sus funciones a causa del sueño, cuatro de las seis personas representando 66,66% de la muestra, respondió afirmativamente y las otras dos personas representando el 33,33% respondió no haber tenido ningún inconveniente a causa del sueño.

Ítem 4B. ¿Se trata alguna enfermedad con medicamentos que le producen sueño?

**Cuadro 12**

**Tratarse alguna enfermedad con medicamentos que le producen sueño**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Respuestas** | **FA** | **FR** |
| Si | 1 | 16,66% |
| No | 5 | 83,33% |

***Nota:*** *Adamo Ondina (2014)*

Gráfico 10. **Tratarse alguna enfermedad con medicamentos que le producen sueño.** *Adamo Ondina (2014)*

**Análisis:** En referencia a si algún trabajador se trata enfermedades con medicamentos que producen sueño, cinco de las seis personas representando 83,33% de la muestra, respondió no medicarse con drogas que le causen sueño y sólo una persona representando el 16,66% respondió afirmativamente a la pregunta.

Ítem 5B. ¿Le gustaría que en el sitio de trabajo existiera un sistema de alarmas que le avisara si se está quedando dormido, con el fin de mantenerlo alerta?

**Cuadro 13**

**Apreciación con respecto a un sistema de alarma que los mantenga alerta en caso de adormecimiento**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Respuestas** | **FA** | **FR** |
| Si | 5 | 83,33% |
| No | 1 | 16,66% |

***Nota:*** *Adamo Ondina (2014)*

Gráfico 11. **Apreciación con respecto a un sistema de alarma que los mantenga alerta en caso de adormecimiento.** *Adamo Ondina (2014)*

**Análisis:** Referente al hecho de si las personas encuestadas piensan que un sistema como el descrito en la presente tesis sería de gran ayuda, se obtuvo lo siguiente: cinco de las seis personas representando 83,33% de la muestra, respondió afirmativamente y sólo una persona representando el 16,66% respondió de forma negativa al no estar de acuerdo con el sistema de alarmas.

Ítem 6B. ¿Estaría dispuesto a instalar el sistema de alarma propuesto en esta tesis?

**Cuadro 14**

**Disposición de instalar un sistema como el propuesto**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Respuestas** | **FA** | **FR** |
| Si | 5 | 83,33% |
| No | 1 | 16,66% |

***Nota:*** *Adamo Ondina (2014)*

Gráfico 12. **Disposición de instalar un sistema como el propuesto.** *Adamo Ondina (2014)*

**Análisis:** En relación a cuántas personas estarían dispuestas a instalar un sistema como el propuesto en la presente tesis, se pudo obtener que: cinco de las seis personas estarían dispuestas, representando el 83,33%. La única persona restante, representando el 16,66%, señaló que no estaría dispuesta a instalar el sistema propuesto.

Siguiendo con la fase de **planificación**, se procedió a realizar en paralelo las historias de usuario, cuyos datos fueron recolectados específicamente de tres (3) médicos, dos psicólogos y un psiquiatra. Tal como se muestra en el cuadro 14, el doctor Avilio Marrero hizo referencia en lo siguiente: “se necesita monitorear los ojos, pero también a través de los latidos de la persona se conoce si está en estado de somnolencia, ya que a medida que aumenta el sueño disminuyen los latidos. La alarma de alerta sonara cada cierto tiempo, uno como persona se conoce y sabe cuándo más o menos podría caer vencido ante el cansancio, entonces se programaría la alarma de acuerdo a este intervalo de tiempo.

Las pruebas se deberían hacer con personas que laboren en el departamento de seguridad y usen el sistema propuesto, además de encuestas realizadas a los usuarios”. Teniendo como observación lo siguiente: “hay veces en que las cámaras no captan bien los movimientos bruscos en caso de que sea de baja calidad, esto podría generar un retraso en el sistema de alarma, por esta razón sería conveniente monitorear los latidos del corazón y la presión arterial”.

**Cuadro 15**

**Historia de usuario 1**

|  |  |
| --- | --- |
| **Historia de usuario** | |
| **Numero:** 1 | **Usuario:** Médico Psiquiatra |
| **Nombre:** Avilio Marrero | |
| **Tipo de actividad:** Nuevo\_X\_ Reparación\_\_\_ Mejora\_\_\_ | |
| **Prioridad:** Alta | **Riesgo de Desarrollo:** Bajo |
| **Descripción:** Se necesita monitorear los ojos, pero también a través de los latidos de la persona se conoce si está en estado de somnolencia, ya que a medida que aumenta el sueño disminuyen los latidos. La alarma de alerta sonara cada cierto tiempo, uno como persona se conoce y sabe cuándo más o menos podría caer vencido ante el cansancio, entonces se programaría la alarma de acuerdo a este intervalo de tiempo.  Las pruebas se deberían hacer con personas que laboren en el departamento de seguridad y usen el sistema propuesto, además de encuestas realizadas a los usuarios. | |
| **Observaciones:** Hay veces en que las cámaras no captan bien los movimientos bruscos en caso de que sea de baja calidad, esto podría generar un retraso en el sistema de alarma, por esta razón sería conveniente monitorear los latidos del corazón y la presión arterial. | |

***Nota:*** *Adamo Ondina (2014)*

Por su parte, en el cuadro 15, el doctor Luis Cordero se refirió a lo siguiente: “se debe monitorear el movimiento de los párpados, el tiempo de cierre de los ojos. Ya cuando es mucho tiempo, sería una señal. Aunque hay personas que pueden quedarse dormida con los ojos abiertos, con una mirada como pérdida, pero no es lo más común. La efectividad de la alerta, que sea a tiempo, segundos antes de que la persona pueda caer dormida completamente”. Haciendo la siguiente observación: “para un sistema de reconocimiento del estado de somnolencia basado en video, es imperativo llevar el conteo de los parpados y cuánto tiempo duran cerrados para evitar generar falsas alarmas”.

**Cuadro 16**

**Historia de usuario 2**

|  |  |
| --- | --- |
| **Historia de usuario** | |
| **Numero:** 2 | **Usuario:** Médico Psicólogo |
| **Nombre:** Luis Cordero | |
| **Tipo de actividad:** Nuevo\_X\_ Reparación\_\_\_ Mejora\_\_\_ | |
| **Prioridad:** Alta | **Riesgo de Desarrollo:** Bajo. |
| **Descripción:** Se debe monitorear el movimiento de los párpados, el tiempo de cierre de los ojos. Ya cuando es mucho tiempo, sería una señal. Aunque hay personas que pueden quedarse dormida con los ojos abiertos, con una mirada como pérdida, pero no es lo más común.  La efectividad de la alerta, que sea a tiempo, segundos antes de que la persona pueda caer dormida completamente. | |
| **Observaciones:** Para un sistema de reconocimiento del estado de somnolencia basado en video, es imperativo llevar el conteo de los parpados y cuánto tiempo duran cerrados para evitar generar falsas alarmas. | |

***Nota:*** *Adamo Ondina (2014)*

A su vez, en el cuadro 16, se refleja lo expuesto por el doctor Alejandro Becerra: “se deben estudiar los cambios en la expresión del rostro. El movimiento del cuello, la caída de los párpados y los bostezos. El sistema de alerta, realmente debe despertar y poner en presto a la persona rápidamente, pero sin asustarlo. Una alerta muy ruidosa podría sobresaltar a la persona sin necesidad. Lo ideal sería usar una melodía que vaya aumentando progresivamente”. En cuanto a la observación, se explicó: “las expresiones influyen mucho como reconocimiento temprano del estado de somnolencia, la cantidad de bostezos y la posición de la cabeza. Para el sistema de alarma, el sonido debe ser gradual para evitar exaltar al operador”.

**Cuadro 17**

**Historia de usuario 3**

|  |  |
| --- | --- |
| **Historia de usuario** | |
| **Numero:** 3 | **Usuario:** Médico Psicólogo. |
| **Nombre:** Alejandro Becerra | |
| **Tipo de actividad:** Nuevo\_X\_ Reparación\_\_\_ Mejora\_\_\_ | |
| **Prioridad:** Alta | **Riesgo de Desarrollo:** Baja |
| **Descripción:** Se deben estudiar los cambios en la expresión del rostro. El movimiento del cuello, la caída de los párpados y los bostezos. El sistema de alerta, realmente debe despertar y poner en presto a la persona rápidamente, pero sin asustarlo. Una alerta muy ruidosa podría sobresaltar a la persona sin necesidad. Lo ideal sería usar una melodía que vaya aumentando progresivamente. | |
| **Observaciones:** Las expresiones influyen mucho como reconocimiento temprano del estado de somnolencia, la cantidad de bostezos y la posición de la cabeza. Para el sistema de alarma, el sonido debe ser gradual para evitar asustar al operador. | |

***Nota:*** *Adamo Ondina (2014)*

**Velocidad del Proyecto**

Para determinar la velocidad del proyecto se basó en el número de iteraciones necesarias para el desarrollo de la investigación, tal como se indica en el cuadro 18. En dicho cuadro no se contempla la refactorización del código debido a que este procedimiento es necesario solo cuando las pruebas del rendimiento no sean las deseadas y necesite ser reestructurado.

**Cuadro 18**

**Iteraciones**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ITERACIÓN** | **NOMBRE** | **Tiempo** |
| **Primera** | Módulo “Video”. | 1 Semana |
| Módulo “Detección” y  Módulo “Procesamiento de imagen”. | 1 Semana |
| **Segunda** | Módulo “Red neuronal” y Módulo “Entrenamiento de la red neuronal”. | 2 Semanas |
| Módulo “Alarma”. | 2 Semanas |
| **Tercera** | Módulo “Principal”. | 2 Semanas |
| **Total** | | **8 semanas** |

***Nota:*** *Adamo Ondina (2014)*

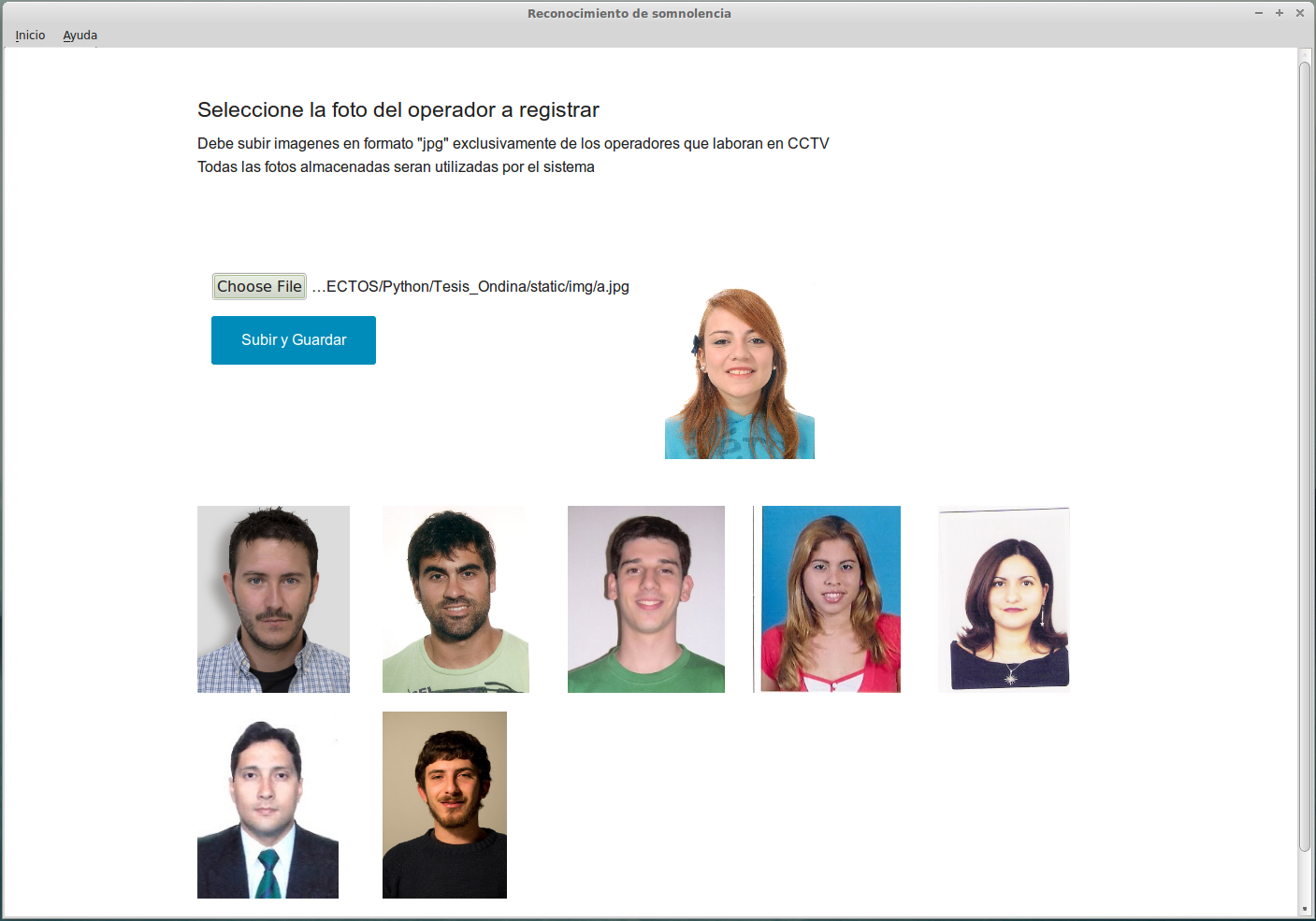
**Fase II. Alternativas de Solución**

***Fase 2: Diseño***

Con el fin de cumplir el tercer objetivo del sistema, determinar su factibilidad, se procedió a concertar el diseño del sistema propuesto, el cual corresponde a la fase dos de la metodología utilizada. En esta fase se determinará algunos de los parámetros necesarios para el desarrollo del sistema.

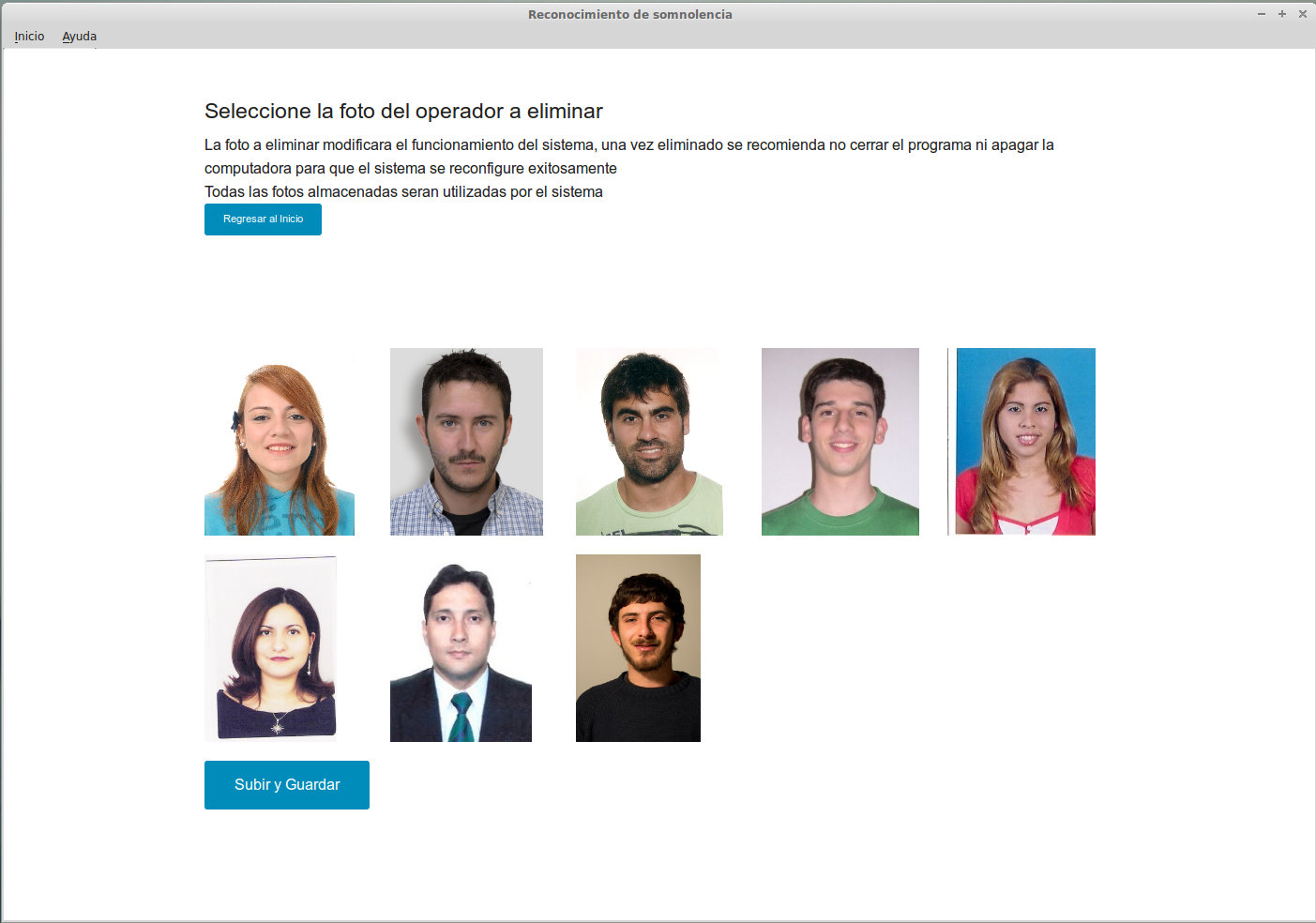
Para el funcionamiento propio del sistema, el jefe de seguridad debe registrar a los operadores de CCTV que serán constantemente monitoreados por el sistema de reconocimiento de somnolencia, en caso de que alguna persona no sea reconocida o sea ajena al departamento de seguridad, el sistema emitirá un sonido de advertencia.

En la figura 1 se muestra la interfaz principal de usuario en donde el jefe de seguridad puede cargar las fotos tipo carnet de los operadores de CCTV e igualmente puede visualizar cuales han sido cargados al sistema.



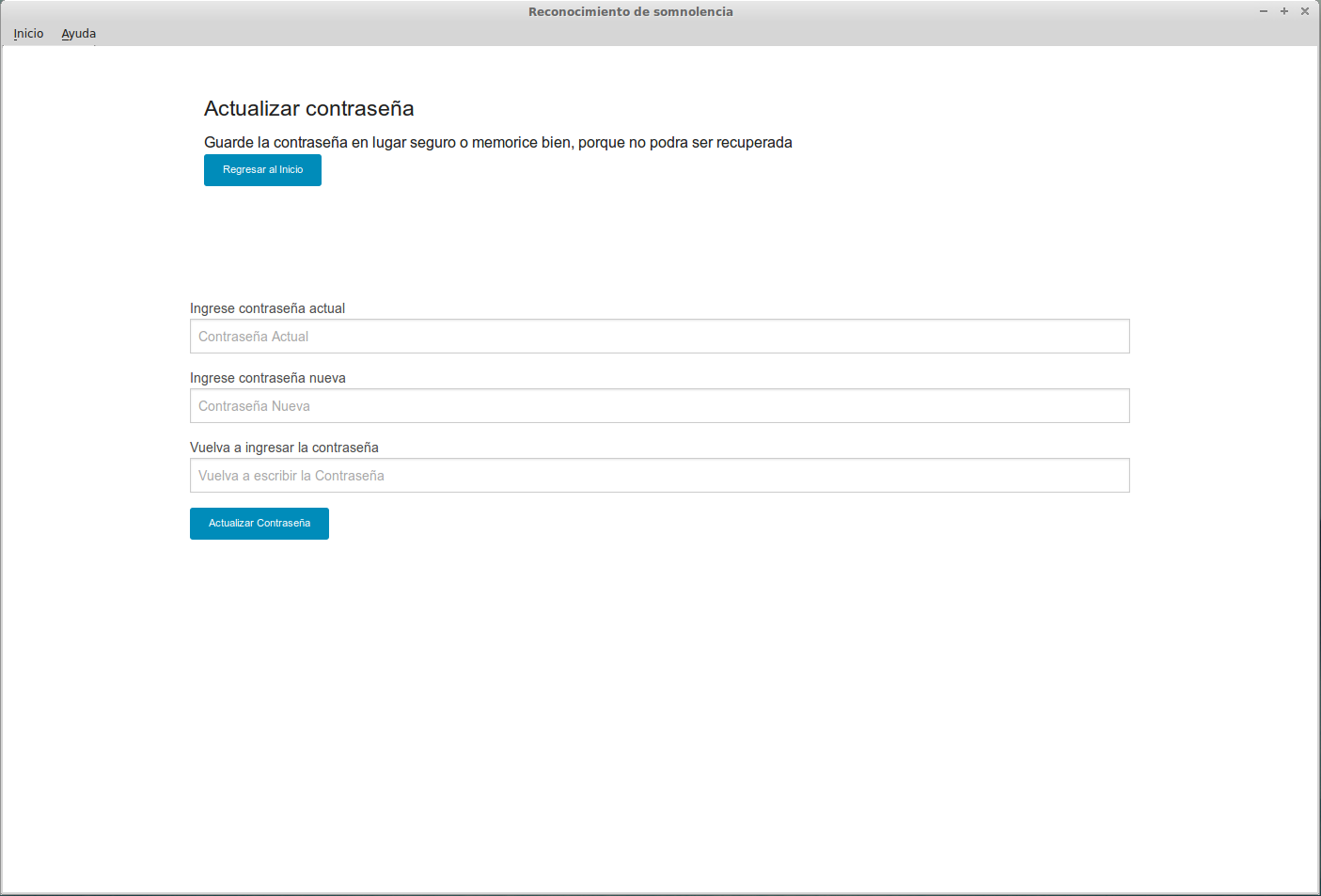
*Figura 1.* **Interfaz principal de usuario***. Adamo Ondina (2014)*

En la figura 2 se muestra la interfaz de usuario en donde el jefe de seguridad puede eliminar la foto del operador de CCTV, bien sea por dimisión y reasignación de puesto. Esto es requerido en caso de que algún operador ya no labore en el área de CCTV



*Figura 2.* **Interfaz de eliminación de usuario***. Adamo Ondina (2014)*

En la figura 3 se muestra la interfaz de usuario en donde el jefe de seguridad puede cambiar la contraseña que fue asignada para el ingreso al sistema, dicha contraseña es intransferible y no puede ser recuperada.



*Figura 3.* **Cambio de contraseña***. Adamo Ondina (2014)*

Para el sistema de alarma se utilizaran las alarmas del tipo básico para detectar las anomalías del sistema, alarmas basadas en modelo que serán definidas por el módulo de lógica difusa y las alarmas clave que determinarán el estado de somnolencia y falta de atención.

**Alarmas Básicas**: esta alarma se generará al detectarse una desviación o anomalía dentro de lo establecido en el sistema. Dicha anomalía puede presentarse tanto a nivel lógico (algún error de codificación que no permita realizar el correcto monitoreo del rostro en ese momento), como a nivel físico (alguna falla presentada por la cámara que no permita detectar el rostro correctamente). Esta alarma, cuenta con un archivo de audio conformado por un solo pitido largo, cuyo volumen será alto, y se mantendrá mientras no esté ejecutándose el sistema correctamente.

**Alarmas Basadas en Modelo**: Estas alarmas se generarán en base a datos numéricos establecidos y modelados durante la codificación del programa. Cuando los valores que indican que la cámara está detectando al operador atento y despierto, salgan de los límites establecidos, una alarma será generada. Dentro de estas alarmas basadas en modelo, se generarán tres (4) sonidos diferentes, cada uno para los siguientes casos:

**Somnolencia**: en el momento que el sistema detecta que el operador presenta un posible estado de somnolencia (bostezos, movimiento de la cabeza y pestañeo) cada uno de estos elementos ocurriendo de manera seguida, se reproduce un archivo de audio conformado por pitidos cortos y repetitivos cuyo volumen irá aumentando progresivamente, hasta alcanzar una intensidad que obligue a la persona a despertarse. Con el aumento progresivo de volumen, se busca que el usuario no se asuste al iniciarse el sonido, sino más bien lo identifique y pueda reaccionar tranquilamente, pero a tiempo.

**Falta de atención**: en el momento que el sistema detecta que el operador ha perdido la atención al monitor, se reproduce un archivo de audio conformado por pitidos largos, repetitivos y suaves, ya que no se busca despertar al operador, si no indicarle que debe volver a enfocar su atención sobre el monitor. Dicho archivo inicia su reproducción al momento que el sistema detecta que la persona ha dejado de mirar hacia el monitor durante cuatro (4) segundos, y el mismo deja de reproducirse una vez que se detecta que el operador está mirando el monitor por un tiempo mayor a cuatro (4) segundos.

**Ausencia de imagen facial**: si el monitor está encendido y el sistema de detección facial está activado sin ningún error, pero aún no se detecta ningún rostro frente a la cámara, se reproduce un archivo de audio conformado por un solo pitido largo, cuyo volumen será alto (igual que “alarma básica”) y se mantendrá hasta que no sea detectado el rostro del usuario.

**Presencia de un operador ajeno al departamento:** en el momento que el sistema detecta que el operador que está frente al monitor, no pertenece al departamento, se reproduce un archivo de audio conformado por pitidos cortos repetitivos, cuyo volumen será alto (igual que “alarma básica”) y se mantendrán mientras la persona no se aparte del monitor.

**Alarmas Clave**: dentro de esta categoría, se encuentran dos de las “alarmas basadas en modelo”, estás son: alarma de “somnolencia”, y alarma de “falta de atención”, descritas en su totalidad anteriormente. La razón de clasificar dichas alarmas también como claves, es que son las más importantes de todo el sistema, ya que ambas permiten mantener atento al operador. Razón por la cual es esencial que estén disponibles y listas para generarse apenas sea necesario.

Por otro lado, al mencionar los requerimientos funcionales de las alarmas generadas en el presente proyecto, se puede decir que: un sistema de alarmas es un sistema básico de apoyo al usuario (operador) que le permitirá a este, manejar situaciones anormales a tiempo, como lo son perder la atención del monitor de vigilancia y presentar un estado de somnolencia. La principal y única función mencionada en el presente proyecto:

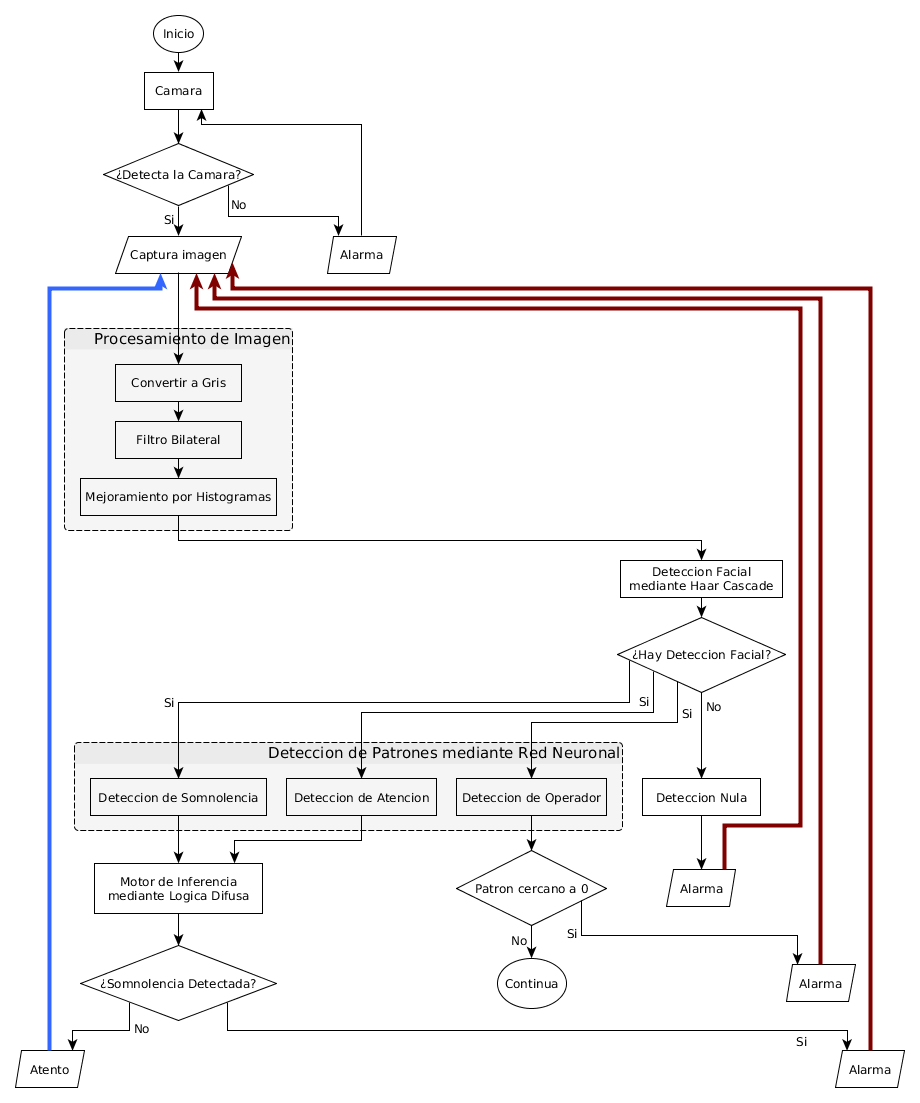
Alertar al usuario (operador) sobre una situación que no es normal mientras este vigila. Cada alarma debe alertar, informar y guiar al usuario (operador). Las alarmas deben:

Ser relevantes por sobre cualquier otra actividad que pueda estar produciéndose dentro del cuarto de vigilancia y ganar la atención del operador.

Indicar qué respuesta es requerida por parte de la persona, en este caso, el usuario puede despertarse, o volver su atención sobre las pantallas, dependiendo del caso.

Ser presentada en un rango auditivo en el cual el operador pueda lidiar con ella, con un volumen que no sea ni muy bajo, ni muy alto.

Identificar fácilmente el tipo de alarma generada.



*Figura 4.* **Diseño del sistema***. Adamo Ondina (2014)*

El procesamiento de datos consta de varios pasos que se realizan para obtener el resultado necesario, primero se hace la verificación de datos, que es la comprobación de datos que se integran en el equipo, luego de eso el ordenamiento es una clasificación de datos, la sistematización es una serie de procesos que se realizan para facilitar la obtención del producto, el cálculo define expresiones bien formadas que facilitan las operaciones, recuperación es extraer información almacenada en uno o varios medios físicos con el fin de crear una base confiable y segura para su almacenamiento.

Y por último en reproducción se genera la información procesada a través de los medios utilizados para el proceso. En el caso de esta tesis, el equipo que usaremos será un emulador en una laptop Vit, con procesador Intel Core duo de 2.8 Ghz, con 3 Gb de RAM, que va a permitir el funcionamiento y procesamiento del sistema de forma eficiente.

Tarjetas CRC, sus siglas significan clase, responsabilidad y colaboración, metodología para el diseño de software orientado por objetos, la cual fue creada por Ward Cunningham y Kent Beck. Se van a graficar en tablas los módulos que están contenidos en el programa de este sistema.

**Cuadro 19**

**Modulo o clase alarma**

|  |  |
| --- | --- |
| **Alarma** | |
| Modulo responsable de emitir sonido cuando la cámara no se encuentre instalada o cuando se determine que el operador no se encuentra atento, y por el contrario muestra signos de somnolencia. | * Librería pyFuzzyLogic * Librería Pyglet |

***Nota:*** *Adamo Ondina (2014)*

**Cuadro 20**

**Modulo o clase Detección**

|  |  |
| --- | --- |
| **Detección** | |
| Modulo responsable de detectar los rostros utilizando el algoritmo Haar Cascade, retorna el área obtenida de la cara estableciendo el tamaño en 64\*64. | * Librería openCV * Variable gris |

***Nota:*** *Adamo Ondina (2014)*

**Cuadro 21**

|  |  |
| --- | --- |
| **Procesamiento de Imagen** | |
| Módulo responsable de convertir la imagen a escala de grises, suaviza la imagen para reducir el ruido de la imagen, mejora la imagen mediante la ecualización por histogramas. | * Librería openCV |

**Módulo o clase de procesamiento de imagen**

***Nota:*** *Adamo Ondina (2014)*

**Cuadro 22**

**Módulo o clase de la red neuronal**

|  |  |
| --- | --- |
| **Red Neuronal** | |
| Módulo responsable de producir una salida mediante el aprendizaje y procesamiento automático que trabaja con un sistema de interconexión. | * Librería PyBrain * Variable cara\_cortada de la clase detección |

***Nota:*** *Adamo Ondina (2014)*

**Cuadro 23**

|  |  |
| --- | --- |
| **Entrenamiento de la Red Neuronal** | |
| Modulo responsable de entrenar la red neuronal mediante la base de datos, procesando cada una de las imágenes obteniendo los rostros, luego se le asignan los valores deseados del resultado la red neuronal. | * Imágenes de base de datos |

**Modulo o clase del entrenamiento de la red neuronal**

***Nota:*** *Adamo Ondina (2014)*

**Cuadro 24**

|  |  |
| --- | --- |
| **Video** | |
| Modulo responsable de obtener la cámara, y luego el video, debemos obtener cada uno de los frame para dar inicio al procesamiento en tiempo real | * Cámara |

**Modulo o clase de la video**

***Nota:*** *Adamo Ondina (2014)*

**Cuadro 25**

**Modulo o clase principal**

|  |  |
| --- | --- |
| **Principal** | |
| **Modulo o clase principal responsable del cual se sigue la secuencia del procesamiento** | * Todos los módulos |

***Nota:*** *Adamo Ondina (2014)*

**Fase III. Propuesta**

***Objetivos de la Propuesta***

*Objetivo General*

Desarrollar un sistema inteligente que mantenga alerta a los operadores de CCTV mientras cumplen con sus funciones de vigilancia.

*Objetivos Específicos*

Garantizar que la vigilancia de los operadores sea constante.

Evitar que los operadores se queden dormidos o abandonen su puesto de vigilancia a través de señales sonoras de alerta.

Proporcionar un sistema capaz de reconocer a los operadores asignados al departamento de vigilancia.

**Justificación de la propuesta**

La misión principal del departamento de seguridad del C.C. el Dorado es velar por la integridad tanto de las personas que día a día visitan y laboran en estas instalaciones, así como de todas las áreas y negocios que están dentro de la misma. Para ello es necesario, que se implementen mejoras que apoyen este fin. En algunas ocasiones se han presentado percances menores que de haber sido observados a tiempo se hubiesen controlado más eficientemente. Aunque es de entenderse que muchas veces el cansancio y la rutina diaria son factores que provocan distracción en los operadores y que en varias oportunidades los hace desertar de sus actividades, su objetivo principal es de estar siempre atentos para poder reaccionar a tiempo ante cualquier anormalidad.

Razón por la cual se propone la implementación del sistema inteligente para el reconocimiento de signos de somnolencia o sueño en operadores de CCTV, el sistema propuesto evitará que los operadores de CCTV del departamento caigan vencidos ante la somnolencia, a través de alarmas sonoras que alertaran a los mismos a seguir atentos a sus actividades de vigilia durante toda su guardia. Esto dará mayor confiabilidad al sistema y será un aporte importante en busca de la excelencia de sus servicios.

***Fase 3: Desarrollo***

La fase 3 está representada por la codificación del sistema para el reconocimiento del estado facial de somnolencia. En esta fase se explicará todas las herramientas utilizadas para el desarrollo del sistema.

Debido a la complejidad de los algoritmos, se optó por la utilización de herramientas de fácil manejo e implementación para poder cumplir con lo planificado en el Plan de Entregas, entre ellos están:

**Cuadro 26**

**Herramientas utilizadas para el desarrollo del sistema.**

|  |  |
| --- | --- |
| Python 2.7 | Como lenguaje de programación principal. |
| OpenCV 2.4 | Librería escrita en lenguaje C para el procesamiento de imágenes y para la detección facial. Para poder utilizarlo con python, se instaló python-opencv. |
| PyBrain | Librería escrita en Python para el manejo de las redes neuronales. |
| pyFuzzyLogic | Módulo desarrollado en el módulo de alarma para determinar los estados faciales y así determinar que alarma ejecutar. |
| Pyglet | Librería escrita en C y Python para manejo de archivos multimedia y creación de video juegos, en esta investigación será utilizado solo para la generación de alarmas. |

***Nota:*** *Adamo Ondina (2014)*

El sistema desarrollado consta de 8 módulos con funciones específicas, tal como fueron establecidas en la fase de diseño, representados por archivos separados, entre los cuales se pueden nombrar: alarma.py, detección.py, entrenar.py, procesarImagen.py, pruebas.py, redneuronal.py, refs.py y video.py.

**Módulo de Alarma alarma.py**

Este módulo utiliza la librería pyFuzzyLogic para la creación de las variables y reglas difusas, y el manejo del motor difuso que determinará el estado facial de somnolencia o atención del operador con los valores obtenidos de las redes neuronales. También utiliza la librería Pyglet para la reproducción de los archivos de audio pertenecientes a los diferentes tipos de alarmas. Primera se importa las clases a ser utilizadas, pyglet y fuzzy, luego se inicializa la clase Alarma.

import pyglet

from fuzzy import LogicaDifusa as ld

class Alarma:

    def \_\_init\_\_(self):

        self.somnolencia = ""

        self.atencion = ""

        self.estado = ""

        self.esres = ""

        self.aux = False

        self.reglas = ld.iniReglas()

        self.iniBloqueDifusor()

La función iniBloqueDifusor perteneciente a la clase Alarma, inicializa al bloque difusor con las variables lingüísticas y los conjuntos difusos a utilizar. Los 3 conjuntos difusos inicializados son “Somnolencia”, “Atento” y “Estado”. Para el conjunto Somnolencia se crearon las variables lingüísticas “Poca”, “Intermedia” y “Dormido”. Para el conjunto Atento se crearon las variables “Poco”, “Moderado” y “Atento”. Para el conjunto Estado se crearon las variables “Atento”, “Distraido”, “Somnoliento” y “Dormido”.

Luego se crearon las siguientes reglas difusas que se encargarán de determinar el estado de somnolencia y de atención del operador, basados en los resultados obtenidos del procesamiento de la imagen por medio de las redes neuronales entrenadas:

if Somnolencia is Pocas and Atento is Poco then Estado is Distraido.

if Somnolencia is Intermedias and Atento is Poco then Estado is Distraido.

if Somnolencia is Dormido and Atento is Poco then Estado is Dormido.

if Somnolencia is Pocas and Atento is Moderado then Estado is Distraido.

if Somnolencia is Intermedias and Atento is Moderado then Estado is Somnoliento.

if Somnolencia is Dormido and Atento is Moderado then Estado is Dormido.

if Somnolencia is Pocas and Atento is Atento then Estado is Atento.

if Somnolencia is Intermedias and Atento is Atento then Estado is Somnoliento.

if Somnolencia is Dormido and Atento is Atento then Estado is Dormido.

    def iniBloqueDifusor(self):

        self.somnolencia = ld.declararConjunto("Somnolencia",0.00,10.00)

        ld.variableLinguistica(self.somnolencia,"Pocas")

        ld.variableLinguistica(self.somnolencia,"Intermedias")

        ld.variableLinguistica(self.somnolencia,"Dormido")

        ld.asignarFuncionPertenencia(self.somnolencia,0,"Triangular",(0.00,02.50,05.00))

        ld.asignarFuncionPertenencia(self.somnolencia,1,"Triangular",(02.51,05.01,07.50))

        ld.asignarFuncionPertenencia(self.somnolencia,2,"Triangular",(05.02,07.51,10.00))

        self.atencion = ld.declararConjunto("Atento",0.00,10.00)

        ld.variableLinguistica(self.atencion,"Poco")

        ld.variableLinguistica(self.atencion,"Moderado")

        ld.variableLinguistica(self.atencion,"Atento")

        ld.asignarFuncionPertenencia(self.atencion,0,"Triangular",(0.00,02.50,05.00))

        ld.asignarFuncionPertenencia(self.atencion,1,"Triangular",(02.51,05.01,07.50))

        ld.asignarFuncionPertenencia(self.atencion,2,"Triangular",(05.02,07.51,10.00))

        self.estado = ld.declararConjunto("Estado",0.00,5.00)

        ld.variableLinguistica(self.estado,"Atento")

        ld.variableLinguistica(self.estado,"Distraido")

        ld.variableLinguistica(self.estado,"Somnoliento")

        ld.variableLinguistica(self.estado,"Dormido")

        ld.asignarFuncionPertenencia(self.estado,0,"Triangular",(0.00,1.00,2.00))

        ld.asignarFuncionPertenencia(self.estado,1,"Triangular",(1.01,2.01,3.00))

        ld.asignarFuncionPertenencia(self.estado,2,"Triangular",(2.02,3.01,4.00))

        ld.asignarFuncionPertenencia(self.estado,3,"Triangular",(3.02,4.01,5.00))

        ld.crearReglas(self.reglas,"if Somnolencia is Pocas and Atento is Poco then Estado is Distraido")

        ld.crearReglas(self.reglas,"if Somnolencia is Intermedias and Atento is Poco then Estado is Distraido")

        ld.crearReglas(self.reglas,"if Somnolencia is Dormido and Atento is Poco then Estado is Dormido")

        ld.crearReglas(self.reglas,"if Somnolencia is Pocas and Atento is Moderado then Estado is Distraido")

        ld.crearReglas(self.reglas,"if Somnolencia is Intermedias and Atento is Moderado then Estado is Somnoliento")

        ld.crearReglas(self.reglas,"if Somnolencia is Dormido and Atento is Moderado then Estado is Dormido")

        ld.crearReglas(self.reglas,"if Somnolencia is Pocas and Atento is Atento then Estado is Atento")

        ld.crearReglas(self.reglas,"if Somnolencia is Intermedias and Atento is Atento then Estado is Somnoliento")

        ld.crearReglas(self.reglas,"if Somnolencia is Dormido and Atento is Atento then Estado is Dormido")

La función motorDifuso se encarga de realizar los cálculos de los grados de pertenencia de cada uno de los conjuntos difusos que fueron inicializados para determinar el estado resultante del estado de somnolencia del operador, basado en el los resultados del conjunto de conclusión “Estado”, este retorna el nombre del estado obtenido de la lógica difusa. El valor retornado será utilizado por la función “alerta” que determina, según el estado obtenido, cual va a ser la alarma a reproducir.

    def motorDifuso(self,Somnolencia,Atencion):

        fsomnolencia = ld.fusificar(Somnolencia,self.somnolencia)

        fatencion = ld.fusificar(Atencion,self.atencion)

        motor = ld.inicializarMotor()

        ld.agregarAlMotor(motor,self.somnolencia,fsomnolencia)

        ld.agregarAlMotor(motor,self.atencion,fatencion)

        resultado = ld.procesar(self.reglas,motor,self.estado)

        return resultado

    def alertar(self,resultado):

        estado, val = resultado

        if not self.aux:

            self.aux = True

        else:

            if estado == "Distraido":

                self.distraido()

            if estado == "Somnoliento":

                self.somnoliento()

            if estado == "Dormido":

                self.somnoliento()

    def noCamara(self):

        song = pyglet.media.load('error.mp3')

        song.play()

        song.on\_eos = lambda: pyglet.app.exit()

        pyglet.app.run()

    def deteccionNula(self):

        """Informa al usuario que el sistema no detecta ningun rostro"""

        song = pyglet.media.load('error.mp3')

        song.play()

        song.on\_eos = lambda: pyglet.app.exit()

        pyglet.app.run()

    def distraido(self):

        song = pyglet.media.load('a2.mp3')

        song.play()

        song.on\_eos = lambda: pyglet.app.exit()

        pyglet.app.run()

    def somnoliento(self):

        song = pyglet.media.load('a2-2.mp3')

        song.play()

        song.on\_eos = lambda: pyglet.app.exit()

        pyglet.app.run()

    def ajeno(self):

        song = pyglet.media.load('a2-2.mp3')

        song.play()

        song.on\_eos = lambda: pyglet.app.exit()

        pyglet.app.run()

    def inicio(self):

        song = pyglet.media.load('ok.mp3')

        song.play()

        song.on\_eos = lambda: pyglet.app.exit()

        pyglet.app.run()

        print "lista"

El módulo de detección **detección.py** utiliza las funciones de la librería openCV que maneja los complejos algoritmos de la detección facial y está compuesto solo por la función “detección Facial”. Para poder realizar la detección facial, la función tiene como parámetro a la variable “gris” que representa a la imagen procesada.

Una de las opciones de detección facial encontradas en OpenCV, tenemos a la detección del tipo Haar cascades en forma de archivos “xml” que permite un uso reducido de los recursos, para su utilización se asigna a la variable “cara” los valores almacenados en el archivo “haarcascade\_frontalface\_alt” con la función “cv2.CascadeClassifier”.

Una vez asignado el archivo “haarcascade” a la variable “cara”, se procede a la búsqueda del o los rostros que aparecen en el video, para ello se utiliza la función “detectMultiScale”, este retorna el o los rectángulos perteneciente a las áreas de la imagen en donde se detectó un rostro, guardándolos en la variable “rectángulo”.

Luego, en un ciclo “for” se obtienen las coordenadas de los rectángulos para así poder primero, obtener el área de los rostros que se asignará a la variable “cara\_cortada” para luego reajustar el tamaño del rectángulo a un tamaño de 64 x 64, este valor es retornado para ser procesado por la red neuronal.

import os

import cv2

import numpy as np

import procesarImagen as pi

import video as v

path = os.path.dirname(\_\_file\_\_)

def deteccionFacial(gris):

    cara = cv2.CascadeClassifier(path+'/haarcascades/haarcascade\_frontalface\_alt.xml')

    rectangulos = cara.detectMultiScale(gris)

    #Sobrepone el rectangulo sobre el video por cada cara encontrada

    for x,y, width,height in rectangulos:

        cara\_cortada = gris[y:y+height,x:x+width]

        return cv2.resize(cara\_cortada,(64,64))

El módulo de procesamiento de imagen **procesarImagen.py** es utilizada para el procesamiento y la optimización de la imagen utilizando las funciones de librería openCV, consta de 4 funciones, “convertirGris”, “filtroBilateral”, “histograma” y “procesarImagen”; La función principal de este módulo es “Procesar imagen” porque contiene la secuencia del procesamiento retornando la imagen mejorada.

La función “convertirGris” es utilizada para convertir la imagen a color o RGB a una en escala de grises, la razón es porque la imagen a color es una matriz tridimensional que contiene las matrices pertenecientes al color rojo, al color verde y al color azul, haciendo el procesamiento mucho más lento, en cambio, una imagen a escala de grises es una matriz bidimensional que consume menos recursos de procesamiento y es más manejable el procesamiento, esta función retorna la imagen a escala de grises.

Luego de convertir la imagen a escala de grises, se elimina cualquier tipo de “ruido” que pueda ser producido por la cámara, siendo este el primer paso de mejoramiento de la calidad de la imagen, en este caso se usa el “filtroBilateral” que consiste en un algoritmo que suaviza la imagen difuminando los pixeles con las propiedades del pixel vecino respetando los contornos, eliminando así esos puntos indeseables que aparecen aleatoriamente, esta función retorna la imagen a escala de grises con fltro bilateral. Por último, la función “histograma” utiliza el algoritmo de ecualización por histogramas que realza la calidad de la imagen, retornando la imagen completamente optimizada.

import cv2

def procesarImagen(frame):

    gris = convertirGris(frame)

    noruido = filtroBilateral(gris)

    mejorado = histograma(noruido)

    return mejorado

def filtroBilateral(frame):

    fb = cv2.bilateralFilter(frame, 0, 32, 2)

    return fb

def convertirGris(frame):

    try:

        gris = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR\_BGR2GRAY)

    except:

        gris = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR\_RGB2GRAY)

    return gris

def histograma(frame):

    histograma = cv2.equalizeHist(frame)

    return histograma

El módulo de red neuronal **redneuronal.py** utiliza directamente la librería PyBrain y consta de 2 (dos) funciones, “crearRN” y “estimularRN”. La función “crearRN” inicializa la red neuronal del tipo Feed Forward asignada a la variable n. Luego se crean las láminas de entrada, escondida y de salida; La lámina de entrada consta de 4096 nodos perteneciente a los pixeles contenidos en una imagen de tamaño 64 x 64. La lámina escondida consta de 3 nodos y la de salida con 1 nodo. Una vez inicializadas las láminas, se agregan a la red neuronal inicializada, se declaran las conexiones y se organizan, para finalmente retornar la red neuronal construida.

La función “estimularRN” recibe como parámetro a una red neuronal previamente inicializada y al vector de la matriz de la imagen perteneciente al rostro detectado, retornando el valor obtenido de la activación de la red con los datos del vector. En caso de no detectar valor alguno, no se toma en cuenta la activación.

from pybrain.structure import FeedForwardNetwork

from pybrain.structure import LinearLayer, SigmoidLayer

from pybrain.structure import FullConnection

def crearRN():

    #Se crea la red neuronal

    n = FeedForwardNetwork()

    #Se declaran las laminas de entrada, las laminas escondidas y las de salida de la red neuronal

    inLayer = LinearLayer(4096)

    hiddenLayer = SigmoidLayer(3)

    outLayer = LinearLayer(1)

    #Se agregan los layers a la red neuronal

    n.addInputModule(inLayer)

    n.addModule(hiddenLayer)

    n.addOutputModule(outLayer)

    #Se declaran las conexiones de los nodos

    in\_to\_hidden = FullConnection(inLayer, hiddenLayer)

    hidden\_to\_out = FullConnection(hiddenLayer, outLayer)

    #Se establecen las conexiones en los layers de la red neuronal

    n.addConnection(in\_to\_hidden)

    n.addConnection(hidden\_to\_out)

    #Red neuronal lista para usar

    n.sortModules()

    return n

def estimularRN(rn,matriz):

    if matriz == None:

        pass

    else:

        return rn.activate(matriz)

El módulo de entrenamiento de la red neuronal entrenar.py solo fue utilizado en la fase de desarrollo del sistema de reconocimiento para el entrenamiento de las 2 (dos) redes neuronales a utilizar, con la intención de generar los archivos con extensión “xml” que contienen a las redes neuronales entrenadas, por esta razón, no tiene utilidad alguna luego de ser implantado el sistema.

Este módulo está compuesto por las 2 funciones de entrenamiento “entrenarSomnolencia” y “entrenarAtento”, ambos siguen los siguientes pasos. Primero se crea el conjunto de datos a ser entrenados, para eso se obtiene el directorio en donde están guardadas las fotos que serán utilizadas en el entrenamiento, en el caso de la red neuronal de somnolencia, son fotos referentes a personas con marcadas señales de somnolencia y bostezando, en el caso de la red neuronal de atento, las fotos a utilizar hacen referencia a personas con el campo visual dirigido hacia el frente.

Por cada foto, se aplica los métodos de procesamiento de imagen y detección facial, una vez detectado el rostro, la matriz del rostro es convertida en un vector que contiene cada uno de los pixeles del área de la imagen perteneciente al rostro detectado utilizando la función “flatten()”, luego se agrega al conjunto de entrenamiento conformado por la función “appendLinked”, junto con el valor a obtener de la red neuronal deseado, en este caso se asignó el valor máximo a 10 (diez). En caso de no encontrar algún rostro, la foto se ignora.

Por último, se declara el tipo de entrenamiento, en este caso y el más común, se seleccionó al método de entrenamiento “Backpropagation” utilizando como parámetros la red neuronal a entrenar y el conjunto de entrenamiento, asignándolo a la variable “trainer”. Para el entrenamiento se utilizó la función “trainUntilConvergence”, esto quiere decir que el entrenamiento está listo después de obtener el valor de error mínimo a la que la red neuronal puede llegar al encontrar un patrón. Una vez finalizado el entrenamiento, se guarda la red neuronal entrenada en un archivo del tipo “xml”.

En el caso del entrenamiento de la red neuronal con las fotos de los operadores, se entrenara solo con las fotos que hayan sido cargadas al sistema y será reentrenada cada vez que se haga una modificación, bien sea por adición o sustracción de las fotos de los operadores que laboran en el área de CCTV del C.C. Dorado.

import os

import cv2

import deteccion as d

import procesarImagen as pi

from pybrain.datasets import SupervisedDataSet

from pybrain.supervised.trainers import BackpropTrainer

from pybrain.tools.xml.networkwriter import NetworkWriter

def entrenarSomnolencia(red):

    ds = SupervisedDataSet(4096,1)

    for i,c in enumerate(os.listdir(os.path.dirname('/home/taberu/Imágenes/img\_tesis/somnoliento/'))):

        try:

            im = cv2.imread('/home/taberu/Imágenes/img\_tesis/somnoliento/'+c)

            pim = pi.procesarImagen(im)

            cara = d.deteccionFacial(pim)

            if cara == None:

                print "No hay cara"

            else:

                print i

                ds.appendLinked(cara.flatten(),10)

        except:

            pass

    trainer = BackpropTrainer(red, ds)

    trainer.trainUntilConvergence()

    NetworkWriter.writeToFile(red, 'rna\_somnolencia.xml')

def entrenarAtento(red):

    ds = SupervisedDataSet(4096,1)

    for i,e in enumerate(os.listdir(os.path.dirname('/home/taberu/Imágenes/img\_tesis/atento/color/'))):

        print e

        try:

            im3 = cv2.imread('/home/taberu/Imágenes/img\_tesis/atento/color/'+e)

            pim3 = pi.procesarImagen(im3)

            cara3 = d.deteccionFacial(pim3)

            if cara3 == None:

                print "No hay cara"

            else:

                print i

                ds.appendLinked(cara3.flatten(),10)

        except:

            pass

    for i,e1 in enumerate(os.listdir(os.path.dirname('/home/taberu/Imágenes/img\_tesis/atento/bn/'))):

        print e1

        try:

            im4 = cv2.imread('/home/taberu/Imágenes/img\_tesis/atento/bn/'+e1)

            cara4 = d.deteccionFacial(im4)

            if cara4 == None:

                print "No hay cara"

            else:

                print i

                ds.appendLinked(cara4.flatten(),10)

        except:

            pass

    trainer = BackpropTrainer(red, ds)

    trainer.trainUntilConvergence()

    NetworkWriter.writeToFile(red, 'rna\_atento.xml')

def entrenarOperador(red):

    ds = SupervisedDataSet(4096,1)

    for i,e in enumerate(os.listdir(os.path.dirname('/home/taberu/Imágenes/img\_tesis/operador/color/'))):

        print e

        try:

            im3 = cv2.imread('/home/taberu/Imágenes/img\_tesis/operador/color/'+e)

            pim3 = pi.procesarImagen(im3)

            cara3 = d.deteccionFacial(pim3)

            if cara3 == None:

                print "No hay cara"

            else:

                print i

                ds.appendLinked(cara3.flatten(),10)

        except:

            pass

    for i,e1 in enumerate(os.listdir(os.path.dirname('/home/taberu/Imágenes/img\_tesis/operador/bn/'))):

        print e1

        try:

            im4 = cv2.imread('/home/taberu/Imágenes/img\_tesis/aoperador/bn/'+e1)

            cara4 = d.deteccionFacial(im4)

            if cara4 == None:

                print "No hay cara"

            else:

                print i

                ds.appendLinked(cara4.flatten(),10)

        except:

            pass

    trainer = BackpropTrainer(red, ds)

    trainer.trainUntilConvergence()

    NetworkWriter.writeToFile(red, 'rna\_operador.xml')

Módulo de video **video.py** es sencillo compuesto por 3 funciones, “capturarVideo” se encarga de seleccionar la cámara con la que se va a trabajar, en este caso se asigna el valor 0 (cero) a la función “VideoCapture” ya que el sistema utilizara solo una cámara conectada; establece el tamaño del video a obtener en 320 x 240 y por último retorna la cámara obtenida.

La función “obtenerVideo” se encarga de leer la cámara, retornando el número de la cámara y los frames del video. Por último, la función “mostrarVideo” muestra una ventana con el nombre y el video, esta función fue usada durante la fase desarrollo y solo se utilizará para dar una muestra de las funcionalidades del sistema.

import cv2

def capturarVideo():

    camara = cv2.VideoCapture(0)

    camara.set(3, 320)

    camara.set(4, 240)

    if not camara.isOpened():

        print("No se puede abrir la camara")

    return camara

def obtenerVideo(camara):

    val, frame = camara.read()

    return val, frame

def mostrarVideo(nombre,frame):

    cv2.imshow(nombre, frame)

El módulo principal **refs.py** pertenece al archivo refs.py, nombrado de esta forma por el acrónimo de “Reconocimiento del estado Facial de Somnolencia”. Este módulo es el que contiene cada uno de los pasos que el sistema sigue desde la obtención del video hasta la generación de la alerta auditiva, también es en donde están todas las clases y métodos instanciados. El código está estructurado de la siguiente forma:

En el primer bloque contiene los métodos, paquetes y clases inicializadas a ser utilizados.

import os

import cv2

import paralelo as p

import procesarImagen as pi

import deteccion as d

import redneuronal as rn

import video as v

import entrenar as e

from alarma import Alarma

from pybrain.tools.xml.networkreader import NetworkReader

Luego de se declara el módulo principal que será llamado al inicializarse el sistema. Primero se inicializan y se asignan a una variable cada una de las clases y módulos.

def main():

    a = Alarma()

    #Crear Red Neuronal

    red1 = rn.crearRN()

red2 = rn.crearRN()

red3 = rn.crearRN()

Una vez inicializada las variables, se verifica la existencia de los archivos con la extensión “xml” que contiene a las redes neuronales entrenadas a ser utilizadas, en caso de no encontrarlas, estás son entrenadas hasta la convergencia. En caso de comprobar la existencia de los archivos “xml”, se asigna el valor leído de dicho archivo a las variables “red\_somnolencia”, “red\_atento” y “red\_operador”.

    path = os.path.dirname(\_\_file\_\_)

    if os.path.isfile(path + '/rna\_somnolencia.xml'):

        red\_somnolencia = NetworkReader.readFrom('rna\_somnolencia.xml')

    else:

        e.entrenarSomnolencia(red1)

        red\_somnolencia = NetworkReader.readFrom('rna\_somnolencia.xml')

    if os.path.isfile(path + '/rna\_atento.xml'):

        red\_atento = NetworkReader.readFrom('rna\_atento.xml')

    else:

        e.entrenarAtento(red2)

        red\_atento = NetworkReader.readFrom('rna\_atento.xml')

if os.path.isfile(path + '/rna\_operador.xml'):

        red\_operador = NetworkReader.readFrom('rna\_operador.xml')

    else:

        e.entrenarAtento(red3)

        red\_operador = NetworkReader.readFrom('rna\_operador.xml')

Una vez finalizada la inicialización de las variables, se procede a buscar la cámara conectada al dispositivo con la función capturarVideo del método “video”, en caso de no encontrar ninguna se generará la alarma que indica que la cámara no fue encontrada. Si no hay cámara disponible, el sistema no podrá funcionar.

 try:

        camara = v.capturarVideo()

    except:

        a.noCamara()

Luego de obtener la cámara con la que se va a trabajar, mientras el módulo siga activo se procede con el comienzo del sistema de reconocimiento. Como un video está compuesto de una secuencia de imágenes mostradas por segundo y la cámara envía un torrente de dichas imágenes, se necesita obtener cada una de esas imágenes del video obtenido para poder ser procesadas, por esta razón cada imagen del video es asignada a la variable “frame”. Una vez obtenida el frame, éste es enviado a ser procesado por procesarImagen del método procesarImagenes, el valor retornado es asignado a la variable “improcesada”

    while True:

        #Obtener Video

        val, frame = v.obtenerVideo(camara)

        #Procesar imagenes del video

        improcesada = pi.procesarImagen(frame)

Luego de haber procesado y optimizado la calidad de la imagen, ya está en óptimas condiciones para ser procesada por la función deteccionFacial perteneciente al módulo “detección”, este retornará el área de la imagen perteneciente al rostro que fue detectado. Si no se encuentra ninguna cara en el video, se generará una alerta auditiva notificando la ausencia del mismo.

Al encontrar el rostro del operador, el valor retornado es una matriz que contiene los valores del rostro detectado y es asignada a la variable “cara”, luego, se necesita pasar los valores obtenidos a las redes neuronales para detectar el estado tanto de somnolencia como de atención. Pero antes se debe transformar los valores de la matriz “cara” en un vector para que se pueda tener fácil acceso a los pixeles de la imagen representados por cada valor de la matriz, para esto se utiliza la función “flatten()”.

Las redes neuronales deben ser estimuladas con la cantidad de valores con las que fueron inicializadas, en este caso, los valores de entrada son los píxeles perteneciente la imagen del rostro encontrado. Los valores obtenidos de las redes neuronales son asignados a las variables “Somnolencia”, “Atención” y “Operador” respectivamente.

        cara = d.deteccionFacial(improcesada)

        if cara == None:

            a.deteccionNula()

        else:

            Somnolencia = rn.estimularRN(red\_somnolencia,cara.flatten())

Atencion = rn.estimularRN(red\_atento,cara.flatten())

Operador = rn.estimularRN(red\_operador,cara.flatten())

Si el valor asignado a la variable “Operador” es menor a 0.5 o un valor cercano a 0 es porque la cara detectada por el algoritmo de detección facial no fue identificada como operador registrado en el sistema

if Operador < 0.5:

a.alertar("Desconocido")

El paso final del sistema de reconocimiento para el estado facial de somnolencia en los operadores de CCTV es la discriminación del estado facial según los valores que fueron obtenidos por las redes neuronales, pero estos valores por si solos no indican el estado real, para ellos se utilizó la lógica difusa para obtener el estado facial resultante que genere las notificaciones auditivas respectivas. Una vez finalizado, el sistema se paralizara por un lapso de 1 minuto para obtener los datos nuevamente de la siguiente foto.

         estado = a.motorDifuso(Somnolencia,Atencion)

a.alertar(estado)

sleep(60)

***Estudio de Factibilidad***

Este análisis permitió determinar la disponibilidad de los recursos necesarios para la ejecución del sistema propuesto, tales como recursos financieros, económicos, técnicos y sociales. Caracterizado por la recopilación de información relevante sobre el desarrollo del sistema experto para el reconocimiento de signos faciales de somnolencia o sueño en operadores de cctv del departamento de seguridad del C.C. el Dorado Barinas y en base a esto tomar la mejor decisión, si procede su estudio, desarrollo o implementación dentro de la empresa.

Para realizar el estudio de factibilidad fue necesario determinar la infraestructura tecnológica, la capacidad técnica que implica el desarrollo del sistema, así como los costos, beneficios y el grado de aceptación de dicho sistema en la empresa. Los aspectos tomados en cuenta para este estudio fueron clasificados en tres áreas, las cuales se describen a continuación:

***Factibilidad Técnica***

Es de gran importancia para el desarrollo de un proyecto realizar un estudio de factibilidad para determinar los recursos necesarios como herramientas, equipo y otros que son necesarios para efectuar las actividades o procesos que requiere todo proyecto, se realizó el estudio de factibilidad técnica, para conocer las características tanto de hardware como de software.

A continuación se describen los elementos de hardware y software que son necesarios para la solución del problema.

**Cuadro 27.**

**Factibilidad Técnica Hardware - Cliente**

|  |
| --- |
| **Factibilidad Técnica Hardware - Cliente** |
| Memoria RAM 1GB o Superior |
| Disco duro Sata 120 GB o Superior |
| Procesador inter (Pentium Dual 2.8 GHz o Superior) |

***Nota:*** Adamo Ondina (2014).

**Cuadro 28.**

**Factibilidad Técnica Software – Cliente**

|  |
| --- |
| **Factibilidad Técnica Software – Cliente** |
| Sistema Operativo Windows |
| Lenguaje de Programación Python |
| Lenguaje C |

***Nota:*** Adamo Ondina (2014).

***Factibilidad Económica***

Dentro de este mismo contexto, se presenta el estudio que dio como resultado la factibilidad económica del desarrollo de un sistema inteligente para el reconocimiento de signos faciales de somnolencia o sueño en operadores de cctv del departamento de seguridad del C.C. el Dorado Barinas, es aquí donde se estiman el costo económico del proyecto, que deben ser calculados en función de los costos de los equipos utilizados para la realización del sistema, en este caso es de cero bolívares ya que se cuenta con el computador y por ende no fue necesaria su compra.

**Cuadro 29.**

**Factibilidad Económica**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Factibilidad Económica** | | | |
| **Materiales** | **Cantidad** | **Precio** |
| Computador portátil | 01 | ------ |
| **TOTAL** | **0 BSF** | |

***Nota:*** Adamo Ondina (2014).

***Factibilidad Operativa***

Así mismo, la factibilidad operativa se refiere a todos aquellos recursos donde interviene algún tipo de proceso, que depende de algún tipo de actividad humana que participen durante la ejecución del proyecto, será de gran importancia para el buen funcionamiento sistema inteligente para el reconocimiento de signos faciales de somnolencia o sueño en operadores de cctv del departamento de seguridad del C.C. el Dorado Barinas, en cada uno de su procesos, puede ser utilizado por cualquier departamento de seguridad, ya que es un sistema de fácil utilización y con un gran beneficio para el departamento y sus operadores.

**Fase 4. Pruebas**

En esta fase se demostrará la funcionabilidad del sistema propuesto a través de las pruebas realizadas.

Mediante la realización de pruebas durante el desarrollo del sistema en una PC de 1GB de memoria RAM y CPU Atom de 1.8 MHz, en la primera iteración se utilizó la detección facial y la detección ocular, teniendo 3 redes neuronales, 1 red para la detección del estado facial, 1 red para la detección de estado atento y 1 red para la detección ocular. Como resultado de esta prueba se obtuvo que el resultado obtenido en cuanto al tiempo de reacción no fue el deseado, teniendo un retraso de hasta 40 segundos en generar la alarma del estado de somnolencia. El sistema consumía 75mb aproximadamente de memoria RAM y utilizaba el CPU al 100% de su capacidad.

Se procedió a realizar la refactorización del código para optimizar los tiempos de reacción del sistema al estado de somnolencia, en esta segunda iteración se procedió a utilizar el procesamiento paralelo creando una clase nueva llamada “paralelo.py”. Se decidió utilizar como hilos cada una de las redes neuronales para compartir los recursos del cpu y así poder procesarse al mismo tiempo para poder reducir el tiempo de procesamiento. El sistema consumí la misma cantidad de recurso pero el tiempo de reacción al detectarse el estado de somnolencia en vez de reducirse, aumentó de 40 segundos a 90 segundos aproximadamente. Debido a que la segunda prueba falló, se decidió refactorizar el código por segunda vez eliminando los hilos del multiprocesamiento.

Para la tercera iteración, se volvió a refactorizar el código decidiendo así eliminar la red neuronal perteneciente a la detección del estado de los ojos, ya que al no ser la cámara de muy buena calidad y al no poseer luz infraroja que permitiera detectar la pupila del operador sin la dependencia de los niveles de luminosidad, no era posible detectar tan fácilmente los ojos cuando había poca luminosidad, generando así resultados no deseados. El archivo perteneciente al procesamiento paralelo “paralelo.py” fue eliminado por no ser útil al sistema, también fue eliminado el archivo “rna\_ojos.xml” perteneciente a la red neuronal entrenada del estado de los ojos.

En esta tercera iteración y segunda refactorización, solo se utilizaron las 2 redes neuronales pertenecientes a la detección del estado de somnolencia y a la detección del estado de atención sin los hilos de multiprocesamiento paralelo, se seleccionaron los audios pertenecientes a cada alerta auditiva que se adaptara más al sistema con sonidos suaves que evitara alterar los nervios del operador al momento de comenzar a ejecutarse.

El resultado obtenido de esta tercera prueba en su fase de implementación fue satisfactorio, utilizando como recursos entre 45mb y 50mb de memoria RAM, en cuanto al uso del CPU utiliza solo lo necesario para el procesamiento de la detección del estado de facial de somnolencia y no el 100% como resultó de las pruebas anteriores.

La reducción del uso de los recursos se debió a que el proceso perteneciente a la red neuronal que detectaba el estado de los ojos hacía que el proceso se convirtiera en un proceso “zombie” el cual bloqueaba los recursos del CPU sin realizar ningún procesamiento. La eliminación de la detección ocular no es limitativa para próximas investigaciones ya que se podrá realizar un una mayor capacidad de procesamiento del dispositivo y una cámara que alta resolución que utilice luz infrarroja.

Una vez realizada las pruebas de funcionamiento del sistema, se procedió a realizar las pruebas de implantación en una laptop Vit, de 3 Gb de memoria RAM, procesador Intel core duo de 2.8 MHz, sistema operativo Windows 7 Ultimate y cámara de 2.0 mega píxeles. Esta prueba dio como resultado 2 segundos de retraso en el tiempo de reacción al detectar el estado de somnolencia en el operador, lo cual se puede catalogar este resultado como el deseado y satisfactorio, permitiendo así la generación de alertas sonoras en el momento adecuado

**Conclusiones y Recomendaciones**

**Conclusiones**

En los últimos años han incrementado las cifras de desastres en centros comerciales a causa de las fallas en el sistema de seguridad, los operadores o vigilantes de estos centros comerciales presentan signos de somnolencia recurrentemente, debido al estrés de la vida moderna y las nuevas rutinas diarias de las personas que se enfocan en el trabajo dejando a un lado el descanso necesario para tener una buena salud física y mental. En base a esta situación se ha desarrollado una herramienta capaz de velar por la seguridad de las personas que hacen vida en estos centros comerciales, mediante el monitoreo constante de los estados faciales de somnolencia en los operadores del sistema de cctv para que los alerte de manera oportuna cuando estos estados se presentan por tiempo prolongado, evitando que descuiden sus labores de vigilancia, para poder brindarles un mayor grado de seguridad a las personas que conviven en estos centros.

Al necesitar un dispositivo portátil se encontró en el computador una herramienta útil que cumplió con los requisitos mínimos de portabilidad y procesamiento necesario para la investigación, además del hardware, para el desarrollo de software se utilizó el lenguaje Python y la librería OpenCV principalmente por la facilidad de uso y el rápido desarrollo que se adapta a los preceptos de la metodología de la programación extrema.

En cuanto a los resultados obtenidos de la implantación del sistema para el reconocimiento del estado facial de somnolencia se concluye que el pc portátil vit posee óptimas condiciones con las funciones básicas de reconocimiento facial lo cual permitió cumplir con los objetivos planteados y desarrollados en esta investigación.

Una vez finalizado el análisis y la discusión de los resultados, se puede concluir que el sistema de reconocimiento del estado facial de somnolencia en operadores de cctv, cumplió con los objetivos formulados para la presente investigación así como la factibilidad de portabilidad del dispositivo para su uso en cualquier tipo de cuarto de seguridad y generando las alertas sonoras en el momento oportuno de los estados detectados.

**Recomendaciones**

De acuerdo con el estudio realizado y los resultados obtenidos, a continuación se plantean las siguientes recomendaciones:

Se recomienda a los usuarios mantener encendido el computador mientras esté operando los monitores de seguridad.

Colocar el dispositivo detrás del monitor para que pueda obtener la imagen del rostro de forma frontal para poder reconocer el estado activo del rostro, en caso contrario se producirá la alarma de “distraído” debido a que detectará el patrón de “falta de atención al monitor”.

Mientras esté utilizando el dispositivo de reconocimiento del estado facial de somnolencia no se podrá utilizar lentes obscuros ya que el sistema no estará en la capacidad de reconocer el rostro. Los lentes de uso diario no causarán problemas en el reconocimiento.

Evitar la obstrucción del rostro para evitar la generación de la alarma de “Detección Nula”.

Una vez se haya activado la alarma por somnolencia, se recomienda tomarse una bebida o algo que lo devuelva al estado de alerta.

En caso de que la alarma se vuelva a activar en un plazo no mayor de 5 minutos, se recomienda avisar a un compañero capacitado y autorizado para que lo apoye en su labor mientras descansa un poco, o se bebe algo que lo ayude a alertarse.

Se recomienda utilizar un dispositivo con mejor capacidad de procesamiento para que el sistema pueda generar respuestas en tiempo real y sin retrasos.

Para las futuras investigaciones en el campo del reconocimiento del estado facial de somnolencia, si los recursos del dispositivo no son limitados, se recomienda estudiar el estado y posición de los ojos, conteo de bostezos y pestañazos para dar generar un resultado más exacto e intuitivo del estado de somnolencia del conductor.

En caso de ser desarrollado y usado por empresas, se recomienda anexar un módulo que permita enviar un mensaje telefónico o un correo electrónico a la empresa o al supervisor de seguridad con la notificación del estado de somnolencia del operador.

**Referencias**

Acharya, T. y Ray, A (2005). *Image Processing. Principles and applications.* New Jersey, USA: Editorial Wiley - Interscience.

Arias, F. (2006). *El Proyecto de Investigación.* “*Introducción a la Metodología Científica*”. 5ª ed. Editorial Espíteme. Caracas.

Beazley, D. (2009). *Python Essential Reference*. Boston, USA: 4ta Edición. Pearson Education, Inc.

Hernández S., R.; Fernández C., C. y Baptista L., P. (2003) *Metodología de la investigación.* Editorial Mc Graw Hill. Distrito Federal México. Interamericana Editores, S.A. de C.V

Hutchinson T. (1990). *Eye movement detector with improved calibration and speed.* U.S. Patente 4.950.069.

Kröse, B. y Smagt, P. (1996). *An Introduction to Neural Networks*. The University of Amsterdam, Amsterdam, Holland.

Norwegian Petroleum Directorate (2001). *Principles for Alarm System Design.* Norwegian Petroleum Directorate, Oslo, Noruega.

Ley de los Derechos Culturales Educativos. (1999, Diciembre 6). *Capítulo VI. Constitución de la República Bolivariana de Venezuela.*

Ley Especial contra Delitos Informáticos. (2001, Octubre 30). *Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela* 37.313.

Li S. y Jain A. (2006). *Handbook of Face Recognition*. New York, USA: Editorial Springer.

Instituto Universitario Politécnico “Santiago Mariño”. (2006). *Manual de Trabajo de Especial de Grado.*

Real Academia Española (2009). *Diccionario de la lengua española*(Libro en línea) 22va edición. Madrid, España: Editorial Espasa - Calpe. Disponible: http://www.rae.es/rae.html. (Consulta: 2014, Mayo 11).

Shih, F (2010). *Image Processing and Pattern Recognition: Fundamentals and Techniques***.** New Jersey, USA: Editorial Wiley - Interscience.

Tamayo, M. (1999) *“El proyecto de Investigación”.* (3ra. Ed.). Ciudad: Santa Fe de Bogotá, ICFES.

Vaish, R. (2009). *Face Recognition in Video Stream.* University of California, Santa Cruz, USA.

Wasserman P. (1989). *Neural Computing: Theory and Practice*. Scottsdale, USA: Editorial Coriolis Group.

Zhao, S. (2008).*Face Analysis under Near Infrared Illumination***.** Berlin, Germany: Editorial CuvillierVerlag