



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

TEMA:

**Diseño de un sistema de procesamiento de imágenes mediante
programación de instrumentación virtual LabView**

AUTOR:

Valverde Delgado, Wilson Adolfo

Trabajo de Titulación previo a la obtención del grado de
INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

TUTOR:

Zamora Cedeño, Néstor Armando

Guayaquil, Ecuador

12 de Septiembre del 2016



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr.
Valverde Delgado, Wilson Adolfo como requerimiento para la obtención
del título de **INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**.

TUTOR

Zamora Cedeño, Néstor Armando

DIRECTOR DE CARRERA

Heras Sánchez, Miguel Armando

Guayaquil, a los 12 del mes de Septiembre del año 2016



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Valverde Delgado, Wilson Adolfo**

DECLARÓ QUE:

El trabajo de titulación “**Diseño de un sistema de procesamiento de imágenes mediante programación de instrumentación virtual LabView**” previo a la obtención del Título de **Ingeniero en Telecomunicaciones**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 12 del mes de Septiembre del año 2016

EL AUTOR

VALVERDE DELGADO, WILSON ADOLFO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

AUTORIZACIÓN

Yo, **Valverde Delgado, Wilson Adolfo**

Autorizó a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: “**Diseño de un sistema de procesamiento de imágenes mediante programación de instrumentación virtual LabView**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 12 del mes de Septiembre del año 2016

EL AUTOR

VALVERDE DELGADO, WILSON ADOLFO

REPORTE DE URKUND

URKUND

Documento [TT Wilson Valverde.docx](#) (D21552778)

Presentado 2016-08-30 23:30 (-05:00)

Presentado por fernandopm23@hotmail.com

Recibido edwin.palacios.ucsg@analysis.orkund.com

Mensaje Revisión trabajo de titulación de Valver de Wilson [Mostrar el mensaje completo](#)

1% de esta aprox. 17 páginas de documentos largos se componen de texto presente en 3 fuentes.

Lista de fuentes		Bloques
+	Categoría	Enlace/nombre de archivo
+	>	TT RFID Cristian Jativa.docx
+		ttdutan24082016.pdf
+		TRABAJO DE TITULACION 1.docx
+		Trabajo de Titulacion-Zambrano Jose- Cabrera J...
+		tesis - 2016v1.docx

0 Advertencias. Reiniciar Exportar Compartir

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES TEMA:

Diseño

de un sistema de procesamiento de imágenes mediante programación de instrumentación virtual LabView

AUTOR:

Valverde Delgado, Wilson Adolfo

Trabajo de Titulación previo a la obtención del grado de INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES TUTOR: Zamora Cedeño, Néstor Armando Guayaquil, Ecuador 12 de Septiembre del 2016 UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

DEDICATORIA

Primero quiero dedicar el presente trabajo de titulación a Dios, ya que me ha fortalecido para continuar la lucha y lograr obtener el grado de Ingeniero en Telecomunicaciones. También, va dedicado a mis padres, Adolfo Vinicio Valverde Zambrano y Aura Margarita Delgado Solórzano, ya que sin ellos no hubiese sido posible cumplir con mis objetivos tanto en lo personal como en lo educativo.

A mis hermanos, Jessica Patricia Valverde Delgado y Adolfo Vinicio Valverde Delgado, porque siempre me alentaron a seguir y gracias a eso no he desistido en el intento final de ser Ingeniero en Telecomunicaciones.

EL AUTOR

VALVERDE DELGADO WILSON ADOLFO

AGRADECIMIENTO

A los docentes de la Carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones, a los directivos, secretarías y personal administrativo, gracias por enseñarme y por siempre mostrar buenos modos en la atención a los estudiantes de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo.

EL AUTOR

VALVERDE DELGADO WILSON ADOLFO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

NÉSTOR ARMANDO ZAMORA CEDEÑO
PROFESOR

f. _____

MANUEL DE JESÚS ROMERO PAZ
DECANO O DIRECTOR DE CARRERA

f. _____

LUIS VICENTE VALLEJO SAMANIEGO
COORDINADOR DEL ÁREA

f. _____

EDWIN FERNANDO PALACIOS MELÉNDEZ
OPONENTE

Índice General

Índice de Figuras	XI
Resumen	XIV
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	15
1.1. Introducción.....	15
1.2. Antecedentes.	16
1.3. Definición del Problema.....	16
1.4. Justificación del Problema.....	17
1.5. Objetivos del Problema de Investigación.....	17
1.5.1. Objetivo General.....	17
1.5.2. Objetivos Específicos.....	17
1.6. Idea a defender.	18
1.7. Metodología de Investigación.....	18
CAPÍTULO 2: FUNDAMENTOS TEÓRICOS DEL PROCESAMIENTO DE IMÁGENES	21
2.1. ¿Qué es el Procesamiento Digital de Imágenes?	21
2.2. El muestreo y cuantificación.	23
2.3. Interpolación o cambio del tamaño de imágenes.....	26
2.3.1. Algoritmo no adaptativo: Interpolación Nearest Neighbor.	28
2.3.2. Algoritmo no adaptativo: Interpolación bilineal.	29
2.3.3. Algoritmo no adaptativo: Interpolación bicúbica.	30
2.4. Aliasing y mejora de la imagen.....	31
2.5. Procesamiento de mejora de imagen.	33
2.5.1. Procesamiento de imágenes de la cadena de formación de imágenes.....	33
2.5.2. Mejoras de contraste de imágenes.	34
2.5.2.1. Histograma de escala de grises.....	34
2.5.2.2. Expansión de contraste.	37
2.6. Componentes de un sistema de procesamiento de imágenes.....	40
2.7. Procesamiento de Imágenes.....	41
2.8. Plataformas de simulación para procesamiento de imágenes.	42

CAPÍTULO 3: DESARROLLO Y EVALUACIÓN	46
3.1. Desarrollo del sistema de procesamiento de imágenes en LabView.	46
3.2. Reconocimiento de imágenes: cara o rostro.....	48
3.3. Reconocimiento de imágenes: figuras geométricas.....	55
3.4. Reconocimiento de imágenes: distancia.	60
3.5. Reconocimiento de imágenes: colores.	63
CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	66
4.1. Conclusiones.....	66
4.2. Recomendaciones.....	66
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68

Índice de Figuras

Capítulo 2

Figura 2. 1: Muestreo de una señal analógica.	23
Figura 2. 2: Muestreo de una imagen	24
Figura 2. 3: Versiones cuantificadas de una señal analógica.....	26
Figura 2. 4: Representación de la interpolación Nearest Neighbor	28
Figura 2. 5: Representación de la interpolación bilineal.	29
Figura 2. 6: Representación de la interpolación bicúbica.	30
Figura 2. 7: Valores de muestreo para que ocurra aliasing y evitar aliasing. 31	
Figura 2. 8: Problema de aliasing utilizando limitación de banda de filtro pasa bajo.....	32
Figura 2. 9: Diagrama de bloques del tratamiento de imágenes para mejorar la calidad de imágenes	33
Figura 2. 10: Representación del histograma en escala de grises de imágenes.	35
Figura 2. 11: Representación del histograma en escala de grises para escenas de brillo y contraste.....	35
Figura 2. 12: Gráfica de la función de mapeo.	36
Figura 2. 13: Transformación de inversión de contraste.	37
Figura 2. 14: Mejoramiento de imagen de bajo contraste.	39
Figura 2. 15: Sistema básico para procesamiento de imágenes.	40
Figura 2. 16: Sistema básico para procesamiento de imágenes.	41
Figura 2. 17: Ventana principal del programa MatLab R2013a.	43
Figura 2. 18: Ventana principal de Simulink de MatLab R2013a.	43
Figura 2. 19: Ventana principal de GUIDE de MatLab R2013a.	44
Figura 2. 20: Ventana principal de LabWindows.	45
Figura 2. 20: Logotipo del programa de instrumentación virtual, LabView. ..	45

Capítulo 3

Figura 3. 1: Guide del menú principal para el procesamiento de imágenes. 46	
Figura 3. 2: Diagramas de bloque del menú principal para el sistema de procesamiento de imágenes.....	47

Figura 3. 3: Instrumento virtual para el procesamiento de un rostro.....	48
Figura 3. 4: Declaración de memoria cache.....	48
Figura 3. 5: Sub VI para adquisición de imágenes.....	49
Figura 3. 6: Selección de la fuente de adquisición por cámara web (cam0). 49	
Figura 3. 7: Selección de adquisición continua con procesamiento en línea.	50
Figura 3. 8: Selección de configuración de atributos de cámaras.	51
Figura 3. 9: Conversión de video a datos para su análisis.	51
Figura 3. 10: Sub VI para el asistente de visión.	52
Figura 3. 11: Ventana del sub VI del asistente de visión.....	52
Figura 3. 12: Coincidencia de patrones del procesamiento de funciones de visión artificial.	53
Figura 3. 13: Imagen del rostro para su análisis usando el asistente de visión.	54
Figura 3. 14: Configuración de la coincidencia de patrones.	54
Figura 3. 15: Área del rostro para análisis de patrones de coincidencias.	55
Figura 3. 16: Instrumento virtual para el procesamiento de figura geométricas.	56
Figura 3. 17: Selección de la región para reconocimiento de una figura geométrica.....	58
Figura 3. 18: Selección de región de no reconocimiento de una figura geométrica.....	58
Figura 3. 19: Configuración del delimitador para la coincidencia de patrones.	59
Figura 3. 20: Posición y movimiento del objeto geométrico.....	59
Figura 3. 21: Instrumento virtual para el procesamiento de medición entre objetos.....	60
Figura 3. 22: Sub VI del asistente de visión para distancia entre dos objetos.	61
Figura 3. 23: Procesamiento de la función máquina artificial para medir distancia entre dos bordes de objetos.....	61
Figura 3. 24: Selección del objeto para medir la distancia entre los bordes. 62	
Figura 3. 25: Ventana de selección de control de Clamp.	62
Figura 3. 26: Instrumento virtual para el reconocimiento de colores.	63

Figura 3. 27: Localización de colores en una imagen.	64
Figura 3. 28: Configuración de localización de colores.	64
Figura 3. 29: Selección de la región en una imagen de acuerdo al color.	65

Resumen

En la actualidad el procesamiento de señales e imágenes son muy utilizados para diferentes aplicaciones en el área de las telecomunicaciones y electrónica en control y automatismo. Existen otras aplicaciones robustas como el procesamiento de señales biomédicas, señales sísmicas, entre otras. Durante la búsqueda de información, se encontraron diferentes artículos de investigación y tesis, en la que realizaban el procesamiento de señales e imágenes utilizando, MatLab/Simulink y LabView. Matemáticamente, se consideraron ciertos elementos que fundamentan el trabajo de titulación. Las herramientas de simulación, como MatLab y LabView, son necesarias para diseñar sistemas de procesamientos de señales e imágenes digitales. La plataforma escogida fue LabView, que dispone de diversas librerías de los sub VIs (instrumentos virtuales). En cada uno de los diseños (sub VIs), se utilizaron los instrumentos de adquisición y asistente de visión. Estos dos VIs realizan el reconocimiento de imágenes, como, el rostro, figura geométrica, distancia entre los bordes de imágenes.

Palabras claves: *IMÁGENES, VÍDEO, ADQUISICIÓN DE IMÁGENES, PROCESAMIENTO DIGITAL, PATRONES DE RECONOCIMIENTO, LABVIEW.*

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. Introducción.

De acuerdo a (Kehtarnavaz & Kim, 2005) el procesamiento digital de señales (*Digital Signal Processing, DSP*) ha experimentado un crecimiento considerable en las últimas dos décadas, debido principalmente a la disponibilidad y los avances tecnológicos en los procesadores de señales digitales (*Digital Signal Processors, DSPs*).

Hoy en día, los sistemas DSP, tales como teléfonos celulares y módems de alta velocidad se han convertido en una parte integral de nuestras vidas. El procesamiento de Imágenes, es una técnica para mejorar imágenes en bruto recibidos de cámaras/sensores colocados en los satélites, sondas espaciales y aeronaves o imágenes tomadas en condiciones normales de la vida cotidiana y espacio para diversas aplicaciones.

Varias técnicas han sido desarrolladas para el procesamiento de imágenes durante los últimos cuatro o cinco décadas. La mayoría de las técnicas fueron desarrolladas para mejorar imágenes obtenidas de las naves espaciales no tripuladas, sondas espaciales y los vuelos militares de reconocimiento. Los sistemas de procesamiento de imágenes son cada vez más populares debido a la fácil disponibilidad de computadoras personales robustas, dispositivos de memoria de gran tamaño, software gráfico, entre otros.

Por ejemplo, LabVIEW constituye un entorno de programación que permite diseñar y analizar un sistema DSP en un tiempo más corto en comparación con los entornos de programación basados en texto. La programación gráfica de LabVIEW, se denomina instrumentos virtuales (VIs). MatLab, es una herramienta de análisis y visualización de datos que ha sido diseñado como ayuda para resolver matrices y operaciones de matrices.

MatLab, tiene excelentes capacidades gráficas, y su propio lenguaje de programación. Una de las razones por las que MatLab se ha convertido en una herramienta tan importante, es porque utiliza un conjunto de programas de Matlab diseñados para soportar una tarea en particular. Estos conjuntos de programas se denominan **toolbox** (cuadro de herramientas), y en lo particular nos interesa utilizar el **toolbox** de procesamiento de imágenes.

1.2. Antecedentes.

El procesamiento de imágenes, es un tema que se estudia e investiga en la formación de Ingenieros en Telecomunicaciones, así como también, en grados académicos de Maestrías y en líneas de investigación para proyectos de investigación.

1.3. Definición del Problema.

En la formación de Ingenieros en Telecomunicaciones se trataron asignaturas como Señales y Sistemas, así como también el Procesamiento de Señales Digitales, pero sin mucho énfasis en el tratamiento y

procesamiento de imágenes. Tampoco se encontraron trabajos de titulación de pregrado y posgrado, que se relacionen al procesamiento de imágenes. Por tales motivos, surge la necesidad de diseñar un sistema de procesamiento de imágenes a través de programación de instrumentación virtual LabView.

1.4. Justificación del Problema.

El presente trabajo de titulación consiste en desarrollar un sistema de procesamiento de imágenes utilizando programación C de instrumentación virtual, y que también será de gran ayuda para desarrollar otros proyectos utilizando los programas LabView y LabWindows, y también MatLab/Simulink.

1.5. Objetivos del Problema de Investigación.

1.5.1. Objetivo General.

Diseñar un sistema de procesamiento de imágenes mediante programación de instrumentación virtual LabView.

1.5.2. Objetivos Específicos.

- Describir el estado del arte relacionado al procesamiento de imágenes y de la herramienta de programación virtual LabView.
- Desarrollar los entornos de programación C para instrumentación virtual del sistema de procesamiento de imágenes.
- Evaluar los diferentes entornos realizados en el sistema de procesamiento de imágenes.

1.6. Idea a defender.

El desarrollo del sistema de procesamiento de imágenes mediante el software LabView permitirá que los estudiantes de la unidad de titulación, puedan proponer trabajos de titulación utilizando esta herramienta de programación para simular el procesamiento de imágenes en tiempo real, pero sin la necesidad de dispositivos de altos costos.

1.7. Metodología de Investigación.

La investigación, es conocer, transformar la tradición y el rutinario quehacer hacia nuevas visiones de mundo contextualmente realistas (Vargas Cordero, 2009). En un intento de abordar las diferencias entre la investigación cuantitativa y cualitativa, muchas fuentes fueron revisadas y sintetizadas en un estudio comparativo de los dos enfoques. Por ejemplo, (Routio, 2007) explica que en un estudio comparativo, de dos o más objetos o casos son examinados. Estos dos objetos pueden ser similares en algunos aspectos y diferentes en otros y las diferencias suelen ser el enfoque de la exploración.

Gran parte de la investigación en ingeniería busca identificar cómo se dan los resultados (es decir, un fallo mecánico), estos determinan mediante la reducción de las causas posibles de un conjunto discreto de indicadores o variables. Los métodos cuantitativos son una buena opción para los enfoques deductivos, en el que una teoría o hipótesis justifica las variables, la declaración de propósito y la dirección de las preguntas de investigación van estrechamente definidos.

Los métodos cuantitativos son una buena opción para los enfoques deductivos, en el que una teoría o hipótesis justifica las variables, la declaración de propósito y la dirección de las preguntas de investigación estrechamente definidos.

La hipótesis en estudio como el fraseo de las preguntas de investigación gobiernan cómo se recopilarán los datos (es decir, una encuesta desarrollada localmente, instrumento comercial, o las calificaciones finales del curso), así como el método de análisis estadístico utilizado para examinar los datos. En este caso no aplica la hipótesis, sino más bien defender el propósito del trabajo de titulación.

Para estudios empíricos de las ciencias e ingeniería, en específico el campo de la programación, implica el aprendizaje sobre la práctica actual y la evaluación de posibles mejoras en la misma. Tales estudios se pueden caracterizar en tres áreas generales:

- a) Las técnicas de investigación actuales, herramientas y prácticas.
Estos tienden a actuar como evaluaciones de las prácticas actuales y sugieren posibles necesidades de herramientas y técnicas que mejoren el estado actual de la técnica:
- b) La investigación de tendencias en el tiempo, estos estudios son a la vez descriptivos y predictivos, donde las tendencias existentes se pueden utilizar para identificar los temas importantes que se plantean en Ingeniería de Software;

- c) La evaluación de la evolución del software propuesto se acerca.
A continuación las mejoras propuestas de las técnicas, herramientas
y prácticas se evalúan en la práctica.

CAPÍTULO 2: FUNDAMENTOS TEÓRICOS DEL PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

2.1. ¿Qué es el Procesamiento Digital de Imágenes?

Según (Gonzalez & Woods, 2002, p. 1) las imágenes se definen como una función, $f(x, y)$, donde x e y son coordenadas espaciales y f la amplitud en cualquier punto (x, y) , denominada intensidad o nivel gris de la imagen en ese punto. Cuando x , y , y los valores de amplitud de f son todas cantidades discretas finitas, éstas se conocen como imagen digital de la imagen.

El procesamiento de imágenes, es un método para realizar algunas operaciones en una imagen, con el fin de obtener una imagen mejorada o para extraer información útil de ella. Es un tipo de procesamiento de señales en el que la entrada, es una imagen y la salida, puede ser de imagen o de características/funciones asociadas con esa imagen.

El procesamiento digital de la imagen se refiere al procesamiento de imágenes digitales por medio de un ordenador digital. (Gonzalez & Woods, 2002, p. 1). Hoy en día, el procesamiento de imágenes es una de las tecnologías en rápido crecimiento. Se forma el área central de investigación dentro de las disciplinas de ingeniería y ciencias de la computación también. Para (Delrieux, Ramoscelli, & Chiaradía, 2001, p. 1) el procesamiento de imágenes implica la manipulación e interpretación de imágenes digitales con la ayuda de una computadora.

(Gonzalez & Woods, 2002, p. 1) manifiesta que una imagen digital se compone de un número finito de elementos, cada uno de los cuales tiene un lugar y un valor particular. Por lo tanto, podemos decir que el procesamiento de imágenes incluye, básicamente, los siguientes tres pasos:

- a. Importación de la imagen a través de herramientas de adquisición de imágenes;
- b. Análisis y la manipulación de la imagen;
- c. Producción en el que resultado puede ser alterado imagen o informe que se basa en el análisis de imágenes.

Hay dos tipos de métodos utilizados para el procesamiento de imágenes a saber, analógicos y digitales. El procesamiento de imagen analógica se puede utilizar para las copias duras como las impresiones y fotografías. Los analistas de imágenes utilizan diversos fundamentos de la interpretación durante el uso de estas técnicas visuales.

Las técnicas de procesamiento de imágenes digitales ayudan en la manipulación de las imágenes digitales mediante el uso de computadoras. Las tres fases generales que todos los tipos de datos tienen que someterse durante el uso de la técnica digital son pre-procesamiento, mejoramiento, y visualización de la extracción de información.

2.2. El muestreo y cuantificación.

Para llegar a ser adecuado para el procesamiento digital, una función de la imagen $f(x,y)$ debe ser digitalizada en el espacio y en amplitud. Típicamente, un captador de fotogramas o digitalizador se utiliza para muestrear señales analógicas (véase la figura 2.1) y cuantificar la señal de vídeo analógica. Por lo tanto, con el fin de crear una imagen la cual es digital, hay que convertir los datos continuos en forma digital. Hay dos etapas en las que se realiza:

- a) Muestreo, y
- b) Cuantificación.

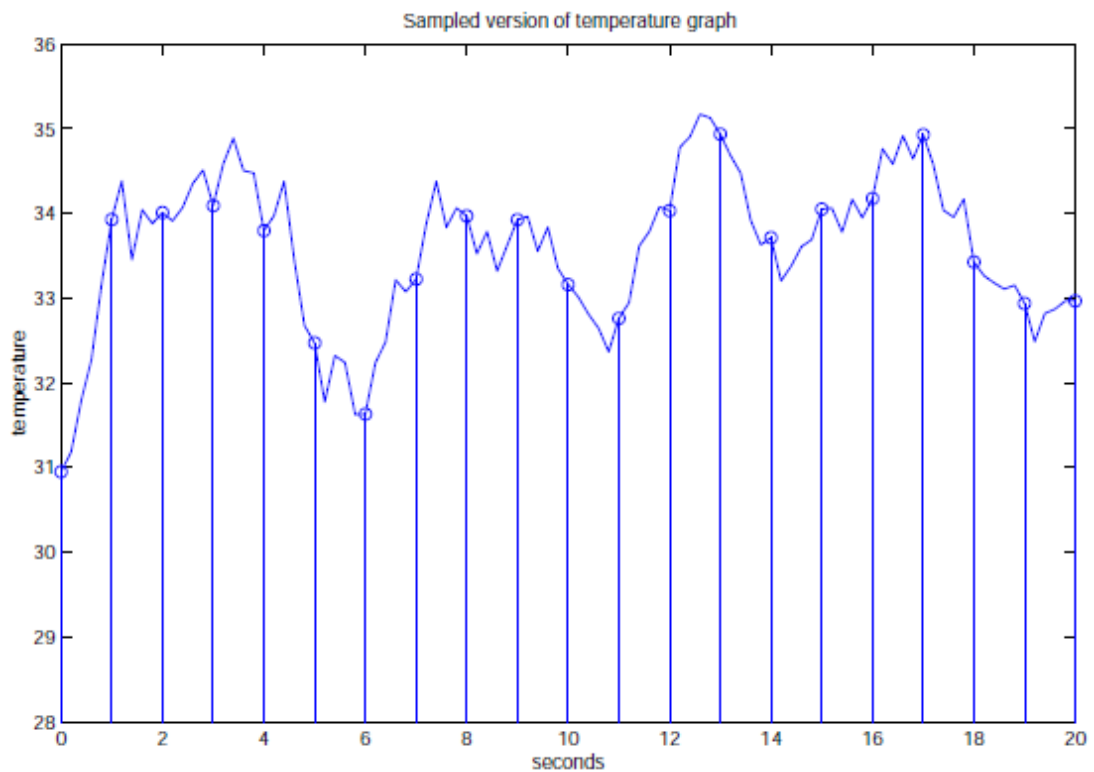


Figura 2. 1: Muestreo de una señal analógica.
Fuente: (Kulkarni, 2012, Capítulo 5)

La tasa de muestreo determina la resolución espacial de la imagen digitalizada, mientras que el nivel de cuantificación determina el número de niveles de gris en la imagen digitalizada (Platero, 2010, p. 94). Una magnitud de la imagen muestreada se expresa como un valor digital en el procesamiento de imágenes, tal como se muestra en la figura 2.2.

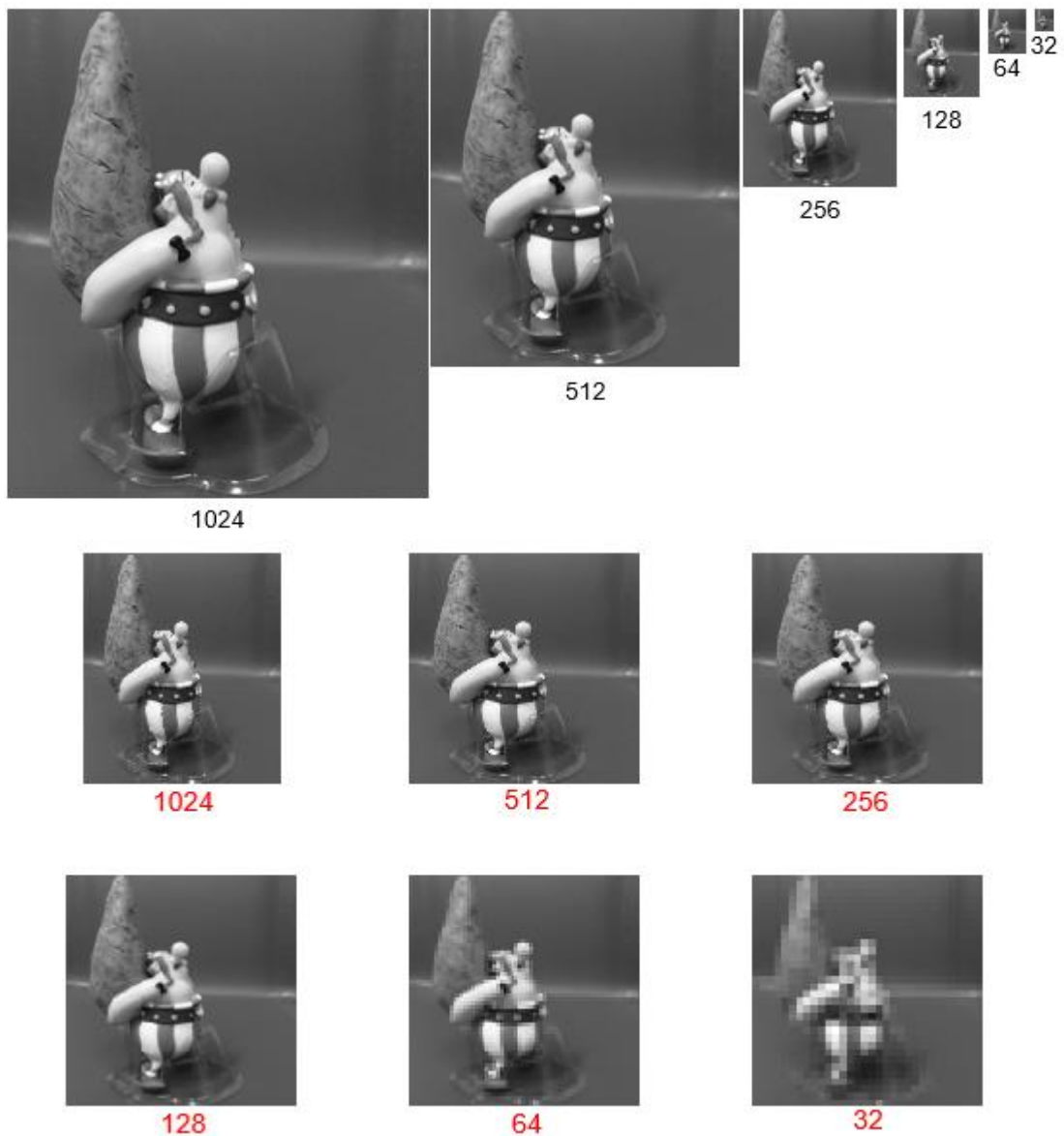


Figura 2. 2: Muestreo de una imagen
Fuente: (Kulkarni, 2012, Capítulo 5)

(Kulkarni, 2012) indica que, para el muestreo, se utiliza el célebre teorema de muestreo, también llamado muestreo de Shannon o muestreo de Shannon-Whitaker-Kotelnikov. Aunque (Moreno, Martínez, Nakano, & Pérez, 2014, p. 138) indican que para muestreos compresivos, el modelo tradicional de Shannon-Nyquist-Whitaker-Kotelnikov, es sustituido por el modelo disperso, donde las señales son representadas utilizando un número pequeño de proyecciones lineales no adaptativas presentes en el dominio de alguna transformada.

La transición entre valores continuos de la función de imagen y de su equivalente digital se denomina la cuantificación. El número de niveles de cuantificación debe ser lo suficientemente alta para la percepción humana de los detalles finos de sombreado de la imagen. La aparición de falsos contornos es el principal problema en la imagen que se ha cuantificado con niveles de brillo insuficiente. En la figura 2.3 se muestra cuatro versiones cuantificadas de señales analógicas.

Finalmente, se puede concluir que hay dos etapas claves en el procesamiento digital de imágenes, que son el muestreo y la cuantificación que fueron definidas brevemente. La mayoría de trabajos de fin de carrera, de titulación e investigaciones encontradas, han realizado implementaciones del procesamiento de imágenes utilizando hardware y software (plataformas de programación) como MatLab y LabView.

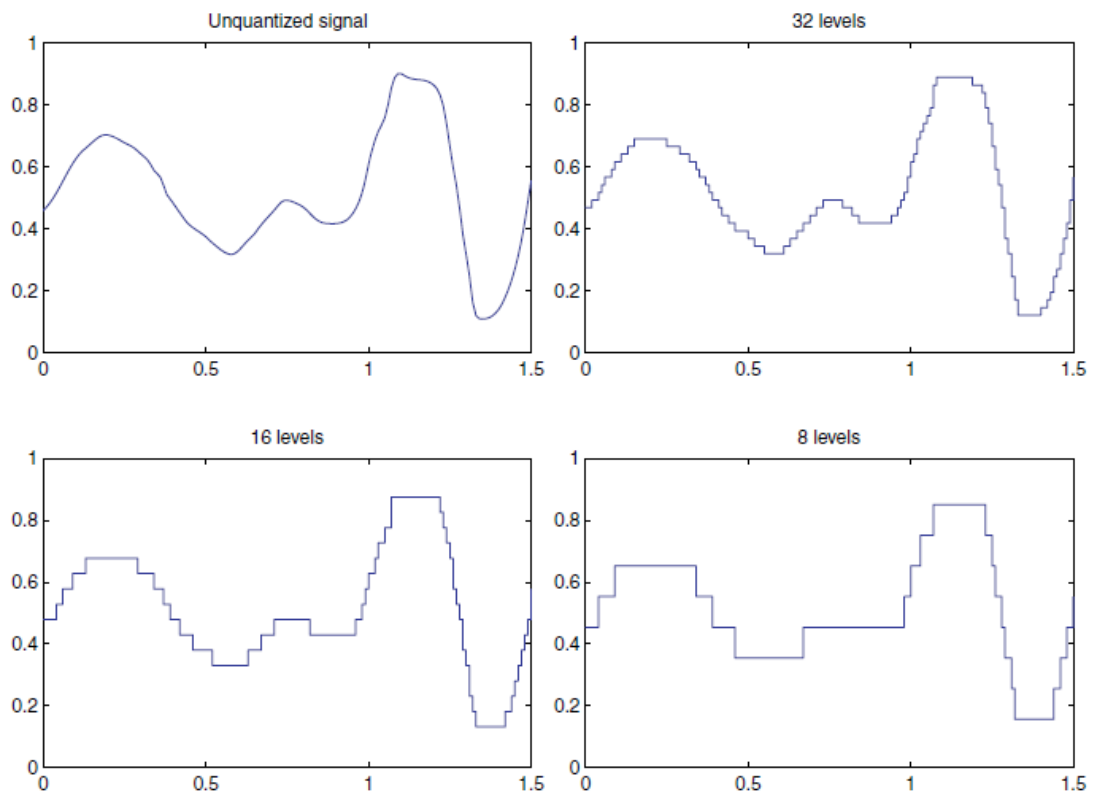


Figura 2. 3: Versiones cuantificadas de una señal analógica.
Fuente: (Kulkarni, 2012, Capítulo 5)

2.3. Interpolación o cambio del tamaño de imágenes.

Para (Coca-Rodríguez & Lorenzo-Ginori, 2014, p. 98) la interpolación se ha de entender como un proceso en el que se incrementa la velocidad de muestreo de la imagen digital, la determinación de los valores de intensidad para los nuevos píxeles que se insertarán dentro de las originales.

La interpolación de imagen se produce cuando cambiamos el tamaño o distorsionamos imágenes de una cuadrícula de píxeles a otro. Cambiar el tamaño de la imagen, es necesario cuando se necesita para aumentar o disminuir el número total de píxeles, mientras que puede ocurrir cuando se está corrigiendo la distorsión de la lente o la rotación de una imagen de

reasignación. El zoom, se refiere a aumentar la cantidad de píxeles, por lo que cuando uno se acerca una imagen, se verá con más detalle.

La interpolación funciona mediante el uso de datos conocidos para estimar los valores en puntos desconocidos. La interpolación de imagen trabaja en dos direcciones, y trata de lograr una mejor aproximación de la intensidad de un píxel en función de los valores en píxeles circundantes. Los algoritmos de interpolación comunes pueden agruparse en dos categorías: adaptable y no adaptable.

Los métodos adaptativos cambian dependiendo de lo que están interpolando, mientras que los métodos no adaptativos tratan a todos por igual píxeles. Los algoritmos de interpolación no adaptativos que necesitamos para la aplicación de los métodos de evaluación en ellos, son los tres más ampliamente utilizados: vecino más próximo (nearest neighbor), bilineal (bilinear), bicúbica (bicubic), estriado (spline) y otros. Los algoritmos adaptativos incluyen muchos algoritmos propietarios de software con licencia, tales como: Qimage, PhotoZoom Pro y Genuine Fractals.

Muchas cámaras digitales compactas pueden realizar tanto un zoom óptico y uno digital. Una cámara realiza un zoom óptico moviendo la lente de zoom de modo que aumenta la ampliación de la luz. Sin embargo, un zoom digital degrada la calidad simplemente interpolando la imagen. A pesar de que la foto con zoom digital contiene el mismo número de píxeles, el detalle es

claramente mucho menos que con el zoom óptico. A continuación, se describen brevemente las técnicas de interpolación (vecino más cercano, bilineal, bicúbica) que se discutirán con ejemplos visuales.

2.3.1. Algoritmo no adaptativo: Interpolación Nearest Neighbor.

Para (Fadnavis, 2014, p. 70) este algoritmo es una interpolación sencilla. En este método cada píxel de salida interpolado se le asigna el valor del punto de muestra más cercano a la imagen de entrada. De manera similar, (Prajapati, Naik, & Mehta, 2012, p. 6) indica que este método es muy simple y requiere menos cálculo, ya que usan píxeles del vecino más cercano para cubrir puntos interpolados. En la figura 2.4 se muestra la comparación entre una imagen original y la imagen mediante interpolación del vecino más cercano (nearest neighbor).

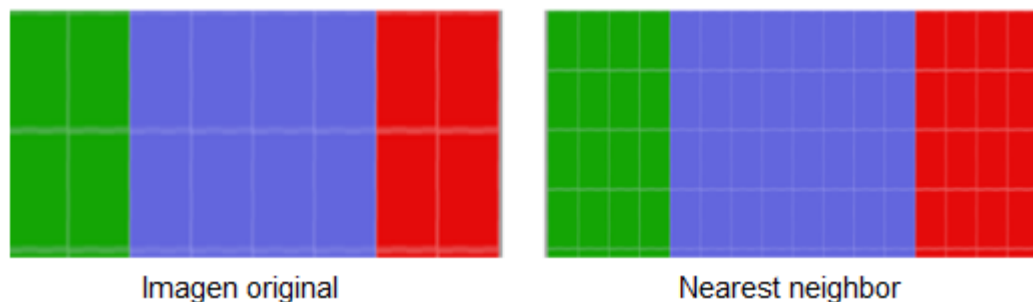


Figura 2. 4: Representación de la interpolación Nearest Neighbor
Fuente: (Prajapati et al., 2012, p. 7)

El núcleo de interpolación para cada dirección para este método es:

$$h(x) = \begin{cases} 0 & |x| > 0,5 \\ 1 & |x| < 0,5 \end{cases}$$

La respuesta de frecuencia del núcleo del vecino más cercano es:

$$H(\omega) = \text{sinc}\left(\frac{\omega}{2}\right)$$

Aunque este método es muy eficiente, la calidad de imagen es muy pobre. Es debido a que la transformada de Fourier de una función rectangular, es equivalente a una función sinc; con su ganancia en la banda de paso se cae rápidamente. Además, tiene los lóbulos laterales prominentes que están en la escala logarítmica.

2.3.2. Algoritmo no adaptativo: Interpolación bilineal.

En el artículo publicado por (Fadnavis, 2014, p. 70) indica que la interpolación bilineal, es utilizada para conocer la posición aleatoria de la media ponderada de los cuatro píxeles más cercanos a las coordenadas de entrada especificada, y asigna ese valor a las coordenadas de salida. Es decir, que las interpolaciones bilineales se llevan a cabo en una dirección y la dirección perpendicular. El núcleo de interpolación se da como:

$$u(x) = \begin{cases} 0 & |x| > 1 \\ 1 - |x| & |x| < 1 \end{cases}$$

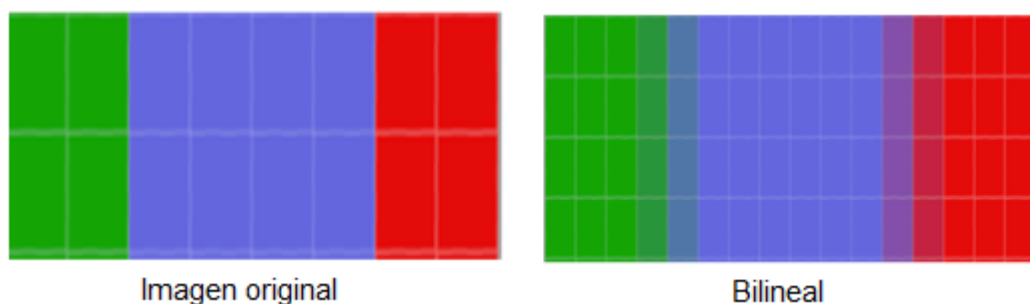


Figura 2. 5: Representación de la interpolación bilineal.
Fuente: (Prajapati et al., 2012, p. 7)

Donde x es la distancia entre dos puntos a interpolar. Para la interpolación bilineal, una sola área espacial nueva surge, causada por el modesto filtro pasa bajo que utiliza la interpolación bilineal.

2.3.3. Algoritmo no adaptativo: Interpolación bicúbica.

En el artículo publicado por (Fadnavis, 2014, p. 71) sostiene que la interpolación bicúbica es el avance sobre la interpolación cúbica en dos dimensiones de cuadrícula regular. La superficie interpolada, es más suave que las superficies obtenidas por métodos de interpolación bilineal e interpolación de vecino más cercano. Para (Prajapati et al., 2012, p. 7) en este método, el punto interpolado se llena de dieciséis píxeles más cercanos al promedio ponderado de las entradas especificadas, tal como se muestra en la figura 2.6.

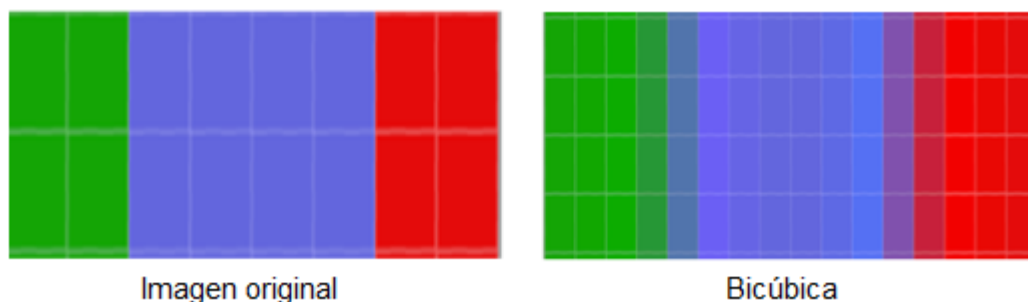


Figura 2. 6: Representación de la interpolación bicúbica.
Fuente: (Prajapati et al., 2012, p. 7)

Para (Fadnavis, 2014, p. 71) la interpolación cúbica asigna valores a las coordenadas de salida, los cuatro primeros de una sola dimensión. Por interpolación bicúbica (interpolación de convolución cúbica en dos dimensiones), el número de puntos de la rejilla necesarios para evaluar la

función de interpolación es de 16, dos puntos de la rejilla a cada lado del punto bajo consideración para ambas direcciones horizontal y perpendicular. El núcleo de convolución bicúbica interpolación es:

$$W(x) = \begin{cases} (a + 2)|x|^3 - (a + 3)|x|^2 + 1 & |x| \leq 1 \\ a|x|^3 - 5a|x|^2 + 8a|x| - 4a & 1 < |x| < 2 \\ 0 & \text{demás} \end{cases}$$

2.4. Aliasing y mejora de la imagen.

El muestreo digital de cualquier señal, ya sea sonido, fotografías digitales, o de otro tipo, pueden dar lugar a señales aparentes a frecuencias muy por debajo de cualquier cosa presente en la señal original. El aliasing también conocido como <<solapamiento>> (Romberg & Johnson, 2005), se produce cuando una señal es muestreada con un valor muy bajo de la frecuencia más alta presente en la señal tal como se muestra en la figura 2.7.

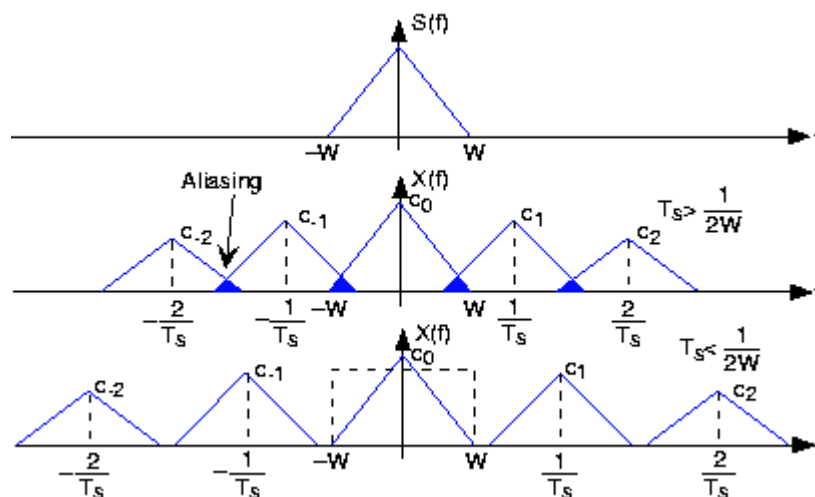


Figura 2. 7: Valores de muestreo para que ocurra aliasing y evitar aliasing.
Fuente: (Romberg & Johnson, 2005)

Por ejemplo, las señales con frecuencias superiores a la mitad de la frecuencia de muestreo tienen que ser separados para evitar la creación de

señales a frecuencias que no están presentes en el sonido original. De esta manera el equipo de grabación de sonido digital contiene filtros pasa bajos que eliminan cualquier señal por encima de la mitad de la frecuencia de muestreo.

En general, un muestreador es un sistema lineal, por ejemplo, si una entrada es una suma de sinusoides, la salida será una suma de sinusoides en la muestra. Esto sugiere que si la entrada no contiene frecuencias por encima de la frecuencia de Nyquist, entonces será posible reconstruir cada una de las componentes sinusoidales de las muestras. Esta es una afirmación intuitiva del teorema de muestreo de Nyquist-Shannon.

El antialiasing también conocido como suavizado, es un proceso que intenta minimizar la aparición de bordes diagonales solapados. El suavizado da la apariencia de bordes suaves y una mayor resolución, tal como se ilustra en la figura 2.8. Su acción consiste en tomar en cuenta la cantidad de un borde ideal que se superpone píxeles adyacentes.



Figura 2. 8: Problema de aliasing utilizando limitación de banda de filtro pasa bajo.
Fuente: (Romberg & Johnson, 2005)

2.5. Procesamiento de mejora de imagen.

Las técnicas de mejora de la imagen han sido ampliamente utilizadas en muchas aplicaciones del procesamiento de imágenes, donde la calidad subjetiva de las imágenes es importante para la interpretación humana. El contraste, es un factor importante en cualquier evaluación subjetiva de la calidad de la imagen. El contraste, es creado por la diferencia de luminancia reflejada a partir de dos superficies adyacentes. En otras palabras, el contraste es la diferencia en las propiedades visuales que hace que un objeto distinguible de otros objetos y el fondo.

2.5.1. Procesamiento de imágenes de la cadena de formación de imágenes.

La salida del sensor digital es una "verdadera" imagen digital que consiste en una matriz de valores de recuento digital, con cada valor que represente el brillo, o nivel de gris, de un píxel en la imagen. El procesamiento de imágenes, se emplea generalmente en la cadena de formación de imágenes para mejorar la eficacia de los datos de imagen, tal como se muestra en la figura 2.9.

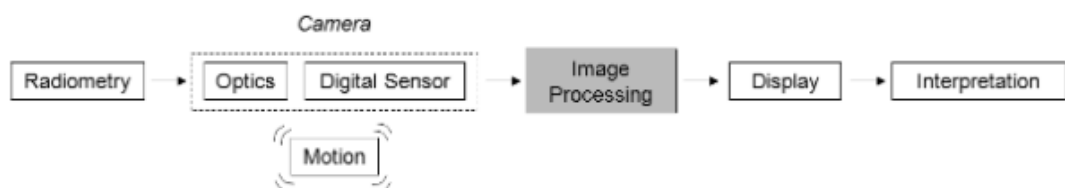


Figura 2. 9: Diagrama de bloques del tratamiento de imágenes para mejorar la calidad de imágenes

Fuente: (Romberg & Johnson, 2005)

Aunque el procesamiento de imágenes es un campo muy amplio que incluyen la compresión, detección de características y su clasificación, para lo cual esta sección nos centramos sobre los métodos de procesamiento comunes que se utilizan para mejorar la calidad visual de la imagen.

2.5.2. Mejoras de contraste de imágenes.

Las mejoras de contraste optimizan la perceptibilidad de los objetos en la escena mediante la mejora de la diferencia de brillo entre los objetos y de sus antecedentes. Las mejoras de contraste se realizan normalmente como un tramo de contraste seguido por una mejora tonal, aunque ellas se podrían llevar a cabo en un solo paso. Un tramo de contraste mejora las diferencias de brillo uniforme en todo el rango dinámico de la imagen, mientras que las mejoras tonales mejoran las diferencias de brillo en la sombra (oscuro), tonos medios (grises), o regiones de alta luminosidad (brillante) a expensas de las diferencias de brillo en otras regiones.

2.5.2.1. Histograma de escala de grises.

La mayoría de los métodos de mejora de contraste hacen uso del histograma de escala de grises, creado por el recuento del número de veces que cada valor de escala de grises en la imagen, a continuación, dividiendo por el número total de píxeles en la imagen para crear una distribución del porcentaje de cada en escala de grises en la imagen, tal como se muestra en la figura 2.10.

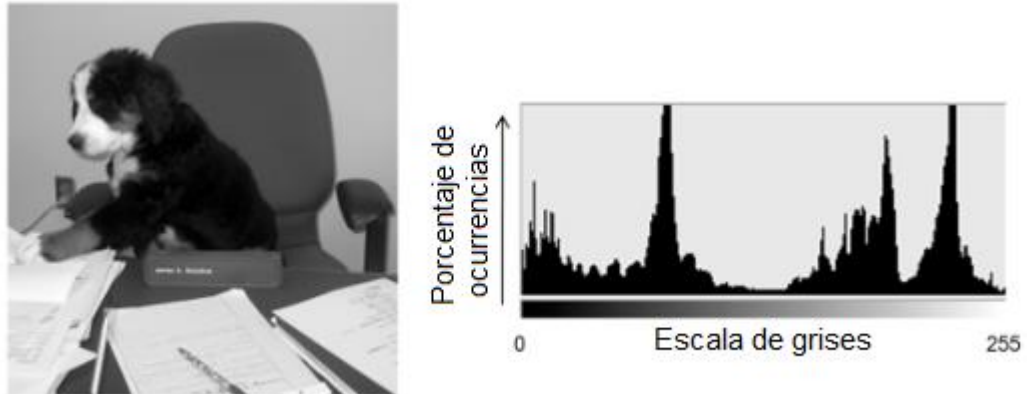


Figura 2. 10: Representación del histograma en escala de grises de imágenes.
Fuente: (Romberg & Johnson, 2005)

El histograma de escala de grises describe la distribución estadística de los niveles de gris en la imagen, pero no contiene ninguna información espacial sobre la imagen. En la figura 2.11 se muestran las características de un histograma en escala de grises para escenas oscuras y claras (brillantes), así como para escenas de alto y bajo contraste.

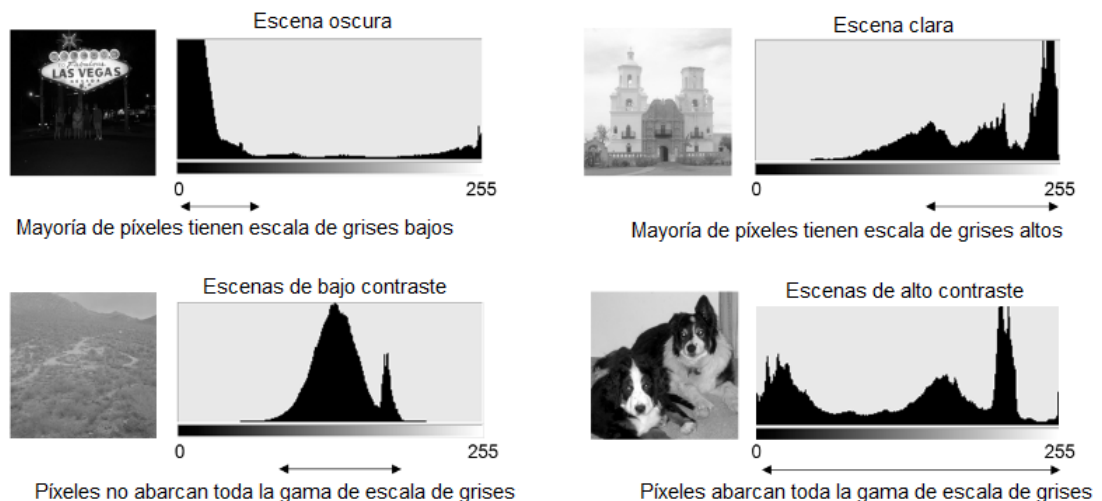


Figura 2. 11: Representación del histograma en escala de grises para escenas de brillo y contraste.

Fuente: (Romberg & Johnson, 2005)

Los procesos de mejoramiento de contraste ajustan el brillo relativo y la oscuridad de los objetos en la escena para mejorar su visibilidad. El contraste

y tono de la imagen se puede cambiar mediante la asignación de escalas de grises de la imagen a los nuevos valores a través de transformar un gris. La función de mapeo reasigna la escala de grises GL actual a una nueva escala de grises GL' , tal como se muestra en la figura 2.12.

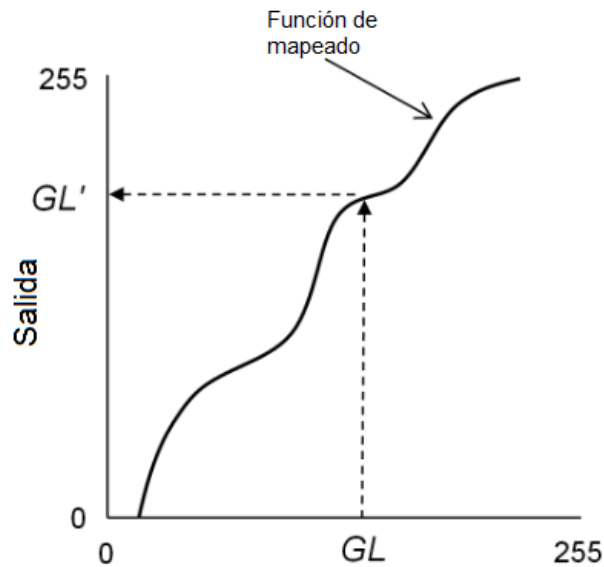


Figura 2. 12: Gráfica de la función de mapeo.
Fuente: (Romberg & Johnson, 2005)

Un ejemplo muy sencillo de transformación de escala de grises, es la inversión de contraste, en el que se crea una nueva imagen $g'(x, y)$ de la imagen $g(x, y)$ por la transformada.

$$g'(x, y) = 255 - g(x, y)$$

En la figura 2.13 se muestra la transformación de inversión de contraste, creando así una imagen negativa. Algo similar, a una película fotográfica que captura una imagen negativa que después produce una imagen positiva cuando se realiza una impresión.

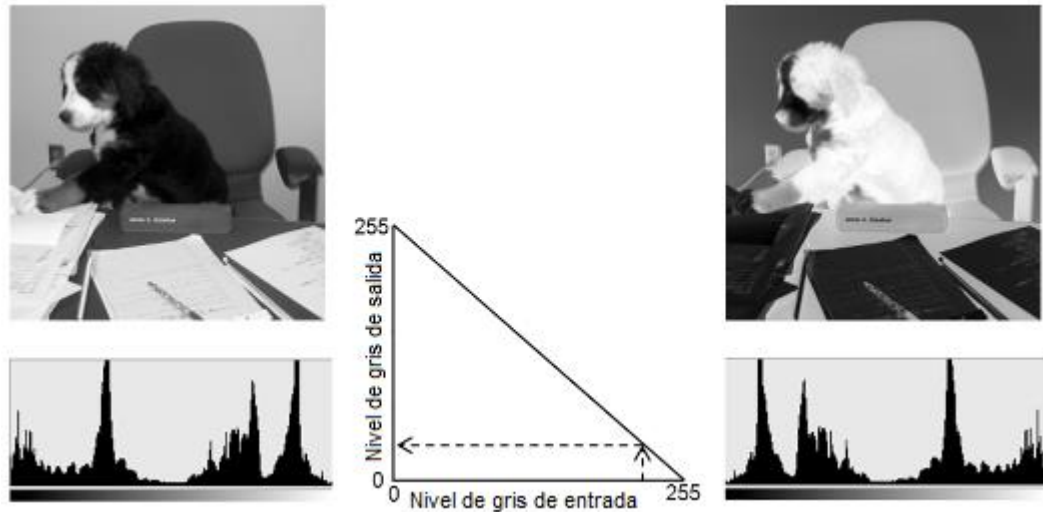


Figura 2. 13: Transformación de inversión de contraste.
Fuente: (Romberg & Johnson, 2005)

En general, la transformación de inversión de contraste se utiliza comúnmente para que rayos X e imágenes infrarrojas sean más fáciles de interpretar a las personas no capacitadas. De la figura 2.13, se observa que el histograma de escala de grises de la imagen de salida, es una imagen especular del histograma de escala de grises de la imagen de entrada.

2.5.2.2. Expansión de contraste.

En esta sección se describirá la expansión de contraste, en la que una imagen de alto contraste abarca toda la gama de valores de niveles de gris; por lo tanto, una imagen de bajo contraste se puede transformar en una imagen de alto contraste por reasignación o estiramiento de los valores de nivel de gris, de tal manera que el histograma abarca el rango completo. El estiramiento de contraste se refiere a menudo como el ajuste de rango dinámico (DRA).

La expansión de contraste simple es una transformación lineal que mapea el nivel de gris más bajo GL_{min} en la imagen a 0 y el valor más alto GL_{max} en la imagen a 255 (para una imagen de 8 bits), con todos los demás niveles de grises reasignados linealmente entre 0 y 255, para producir una imagen de alto contraste que abarca toda la gama de niveles de gris. Esta transformación lineal está dada por la siguiente expresión:

$$g'(x, y) = INT \left\{ \frac{255}{GL_{max} - GL_{min}} [g(x, y) - GL_{min}] \right\}$$

Donde, la función INT devuelve el valor entero. Si deseamos volver a asignar la imagen a un rango de escala de gris definido por un nuevo mínimo GL'_{min} y un nuevo máximo GL'_{max} . La transformación lineal (véase la figura 2.14) se puede generalizar para:

$$g'(x, y) = INT \left\{ \frac{GL'_{max} - GL'_{min}}{GL_{max} - GL_{min}} [g(x, y) - GL_{min}] + GL'_{min} \right\}$$

La transformación lineal para la mejora de contraste se propaga los valores de escala de gris de manera uniforme sobre el rango de contraste completo; por lo tanto, la forma relativa del histograma permanece sin cambios, pero se ensancha para cubrir el rango. El estiramiento del histograma crea espacios o brechas distribuidos uniformemente entre los valores de escala de gris en la imagen.

Es importante considerar que, aunque la transformación lineal incrementa el contraste de la imagen, los pasos entre los valores de escala

de gris pobladas incrementan el contraste, así, que puede dar lugar a objetos de contorno visibles en la imagen, tal como se muestra en la figura 2.14.

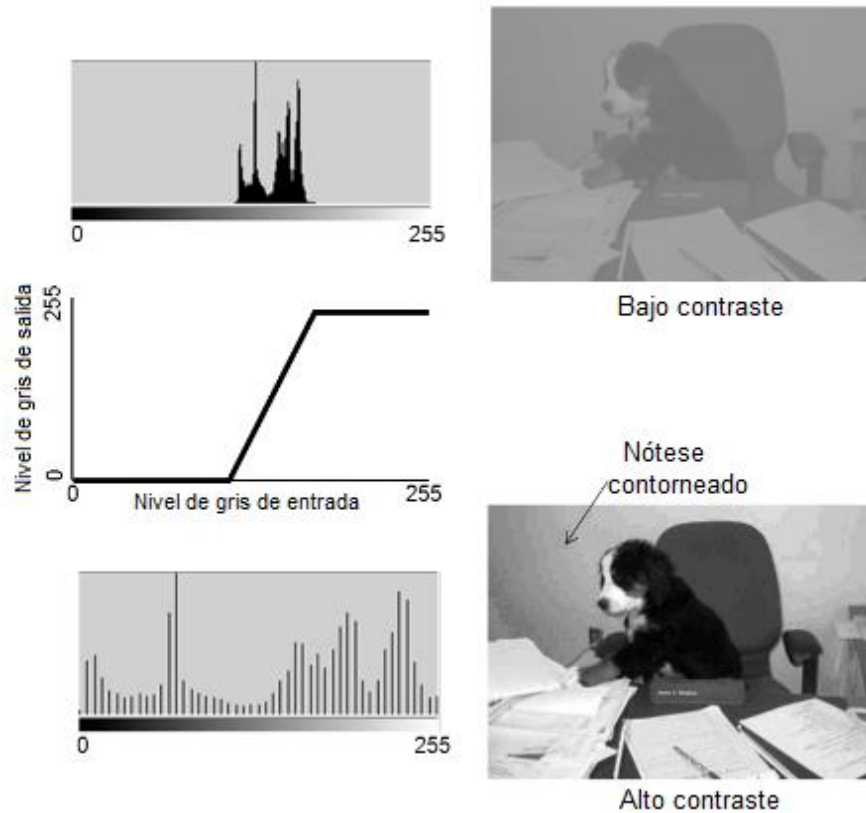


Figura 2. 14: Mejoramiento de imagen de bajo contraste.
Fuente: (Romberg & Johnson, 2005)

Podemos mejorar el contraste adicional si sustituimos GL'_{min} y GL'_{max} en la ecuación anterior, con los puntos que penetran en el histograma de escala de grises, con $P_{min} > GL'_{min}$ penetra en el extremo inferior y $P_{max} < GL'_{max}$ penetra en el extremo superior. La transformación de escala de gris viene dada por:

$$g'(x, y) = INT \left\{ \frac{(GL'_{max} - GL'_{min})}{P_{max} - P_{min}} [g(x, y) - P_{min}] + GL'_{min} \right\}$$

2.6. Componentes de un sistema de procesamiento de imágenes

Un sistema de procesamiento de imagen puede consistir en una fuente de luz que ilumina la escena, un sistema de sensor (por ejemplo, una cámara de vídeo), un capturador de fotogramas que puede ser utilizado para recoger imágenes y un ordenador que almacena los paquetes de software, tales como MatLab/Simulink, LabWindows y LabView, que son muy necesarios para el procesamiento de imágenes recogidas.

Algunas interfaces de E/S, monitor de ordenador y los dispositivos de salida (por ejemplo, impresoras) también pueden ser incluidos. En la figura 2.15 se muestra un sistema de procesamiento de imagen. La mayoría de procesamientos de imágenes son necesarias las cámaras fotográficas y de video, que permitan la adquisición de imágenes.



Figura 2. 15: Sistema básico para procesamiento de imágenes.
Fuente: (Silva Bustillos & Gárate Pirela, 2013)

2.7. Procesamiento de Imágenes.

Para (Platero, 2010) las imágenes digitales son consideradas como señales discretas bidimensionales, las cuales son procesadas por sistemas discretos o filtros. En la mayoría de textos de procesamiento de imágenes, se revisan las señales discretas que son procesadas a través de filtros discretos.

Las imágenes se generaron a partir de la combinación de una fuente iluminante y la reflexión de la energía de la fuente. En general, las imágenes pueden ser de bidimensionales (2D) o tridimensionales (3D), en función de los sensores y las metodologías utilizadas para adquirir imágenes. Por ejemplo, un conjunto de imágenes cardiovasculares en 2D se pueden apilar para formar una imagen 3D utilizando un algoritmo de correspondencia automática.

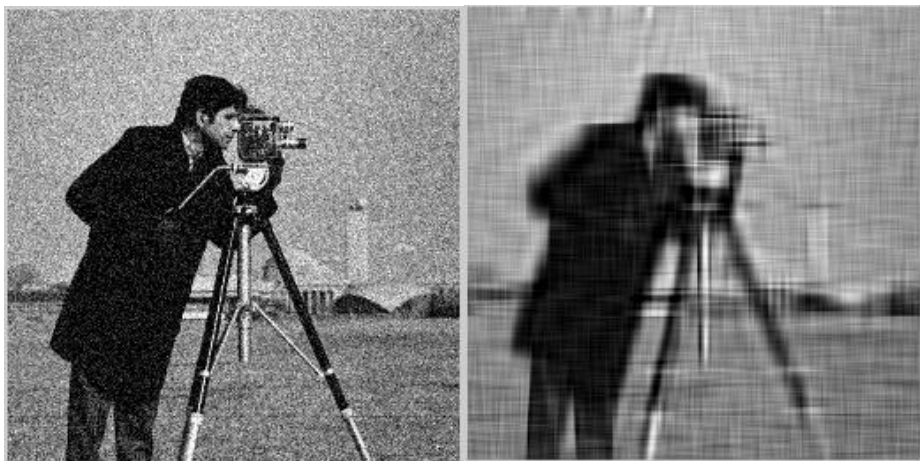


Figura 2. 16: Sistema básico para procesamiento de imágenes.
Fuente: (Platero, 2010)

En la figura 2.16 se muestra la eliminación del ruido en imágenes, el inconveniente es que se degradará la imagen. A continuación, se muestra el código en MatLab para la representación de la figura 2.16.

```
>> imagen=imnoise(imread('cameraman.tif'));imshow(imagen);
>> V=fft2(double(imagen));V(128-120:128+120,128-120:128+120)=0;
>> imshow(uint8(iff2(V)));|
```

La adquisición de imágenes se puede categorizar a un solo sensor, barras de sensores y redes a base de sensores. Por ejemplo, un fotodiodo está hecho de un solo sensor (véase la figura 2.16). La tomografía computarizada, utiliza bandas de sensores para medir la absorción de rayos X que penetra en el cuerpo humano, este sistema se muestra en la figura 2.17.

2.8. Plataformas de simulación para procesamiento de imágenes.

Para el procesamiento de señales e imágenes se utilizan varias plataformas de simulación, entre los más recomendados, se encuentran los programas comerciales con fines académicos, tales como: MatLab, LabWindows y LabView. Existen otras plataformas comerciales para el procesamiento de imágenes, desarrollados por investigadores y por empresas en las cuales los costos también son altos.

MatLab, permite generar diferentes imágenes y procesarlas mediante algoritmos creados en Script de MatLab R2013a (véase en la figura 2.17), o utilizando Simulink (programación en diagramas de bloques, véase en la figura 2.18) y desarrollando interfaces gráficas de usuario (GUIDE), tal como se muestra en la figura 2.19.

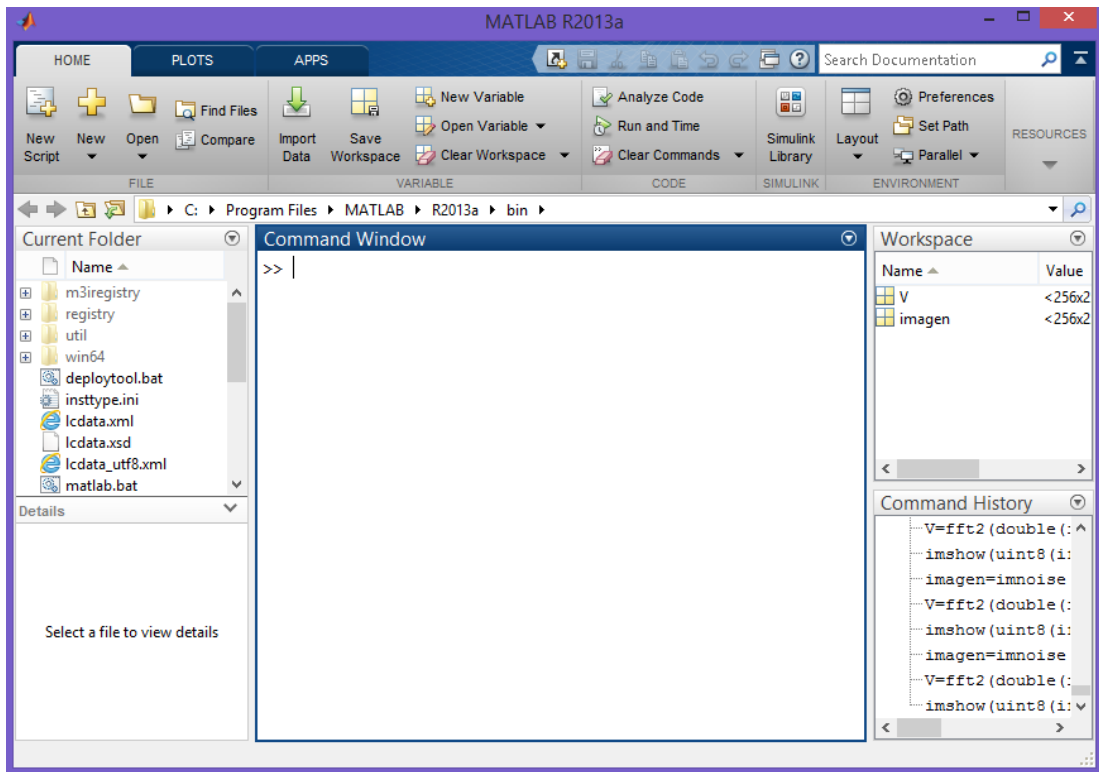


Figura 2. 17: Ventana principal del programa MatLab R2013a.
Elaborado por: Autor.

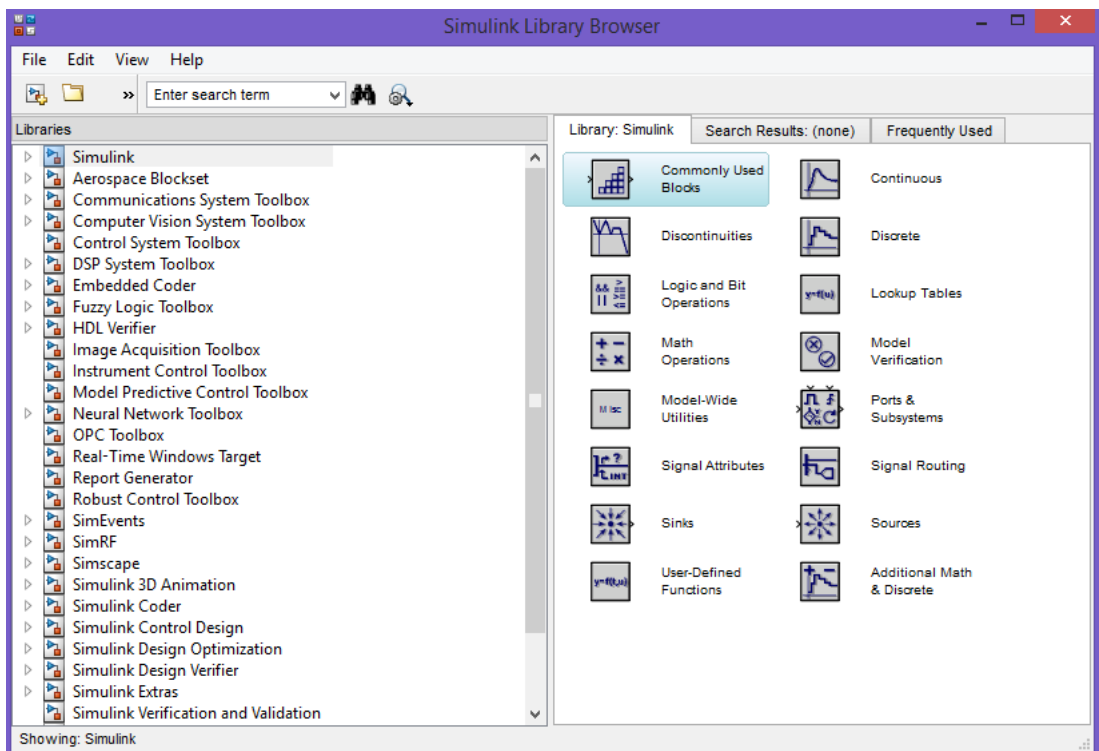


Figura 2. 18: Ventana principal de Simulink de MatLab R2013a.
Elaborado por: Autor.

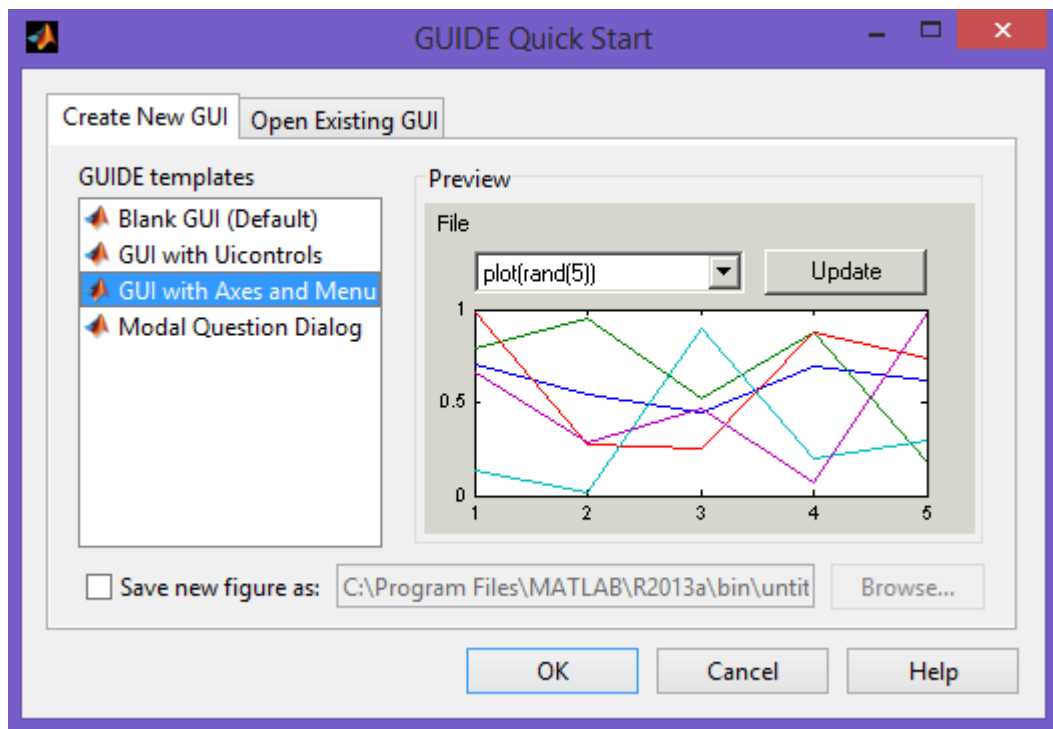


Figura 2. 19: Ventana principal de GUIDE de MatLab R2013a.
Elaborado por: Autor.

También, existen programas de instrumentación virtual desarrollados por la empresa National Instrument. En la figura 2.20 se muestra la ventana principal de LabWindows que es un entorno de programación C para instrumentación virtual, también conocido como CVI (C for Virtual Instrument). Podemos ver rápidamente, que la ventana se descompone en seis partes que son: (1) árbol de proyectos, (2) librería de instrumentos virtuales, (3) región de la ventana de confinamiento, (4) región de depuración, (5) región de salida, y (6) navegador del código fuente.

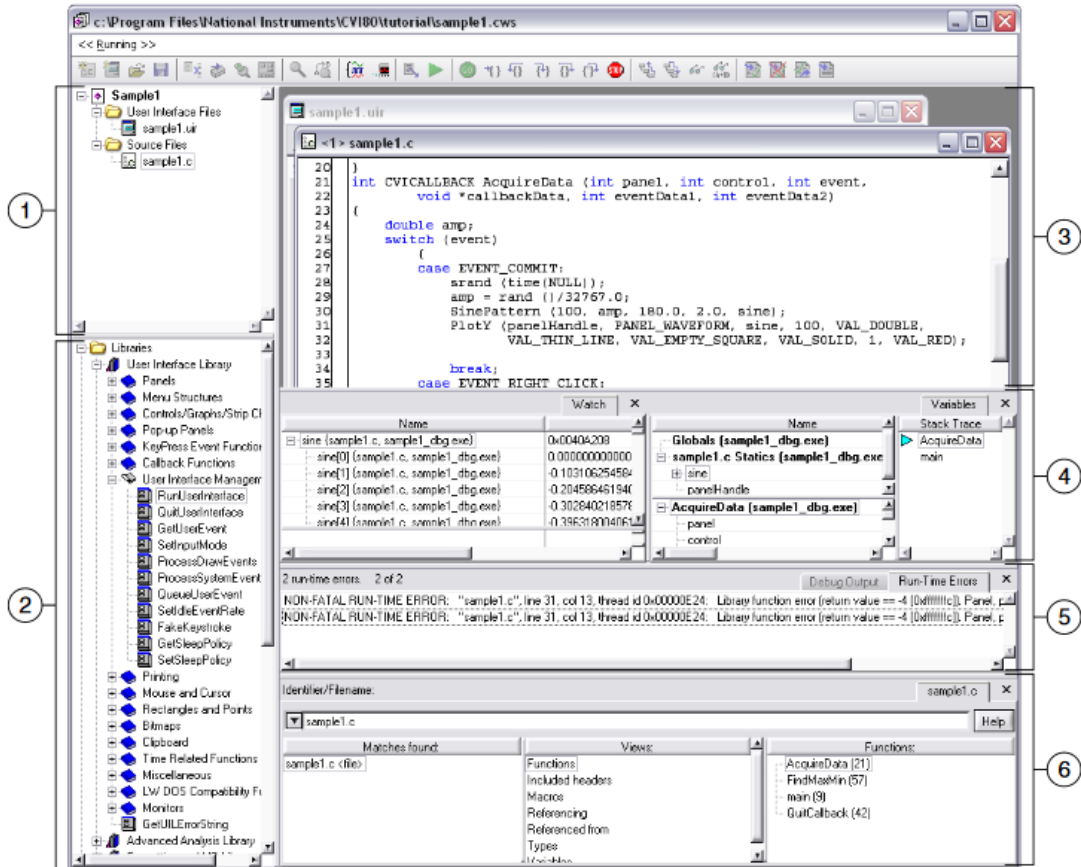


Figura 2. 20: Ventana principal de LabWindows.

Elaborado por: Autor.

Otra plataforma similar sería LabVIEW (véase el logotipo en la figura 2.21), programa mejorado de instrumentación virtual.



Figura 2. 21: Logotipo del programa de instrumentación virtual, LabVIEW.

Elaborado por: Autor.

CAPÍTULO 3: DESARROLLO Y EVALUACIÓN

3.1. Desarrollo del sistema de procesamiento de imágenes en LabView.

Para realizar el sistema de procesamiento como Guide fue desarrollado en LabView. La figura 3.1 muestra el menú principal del sistema, en que se realiza el procesamiento de imágenes, son cuatro aplicaciones que fueron desarrollados, que son: distancia, colores, figuras y rostro.



Figura 3. 1: Guide del menú principal para el procesamiento de imágenes.
Elaborado por: Autor.

En la figura 3.2 se muestra el diseño de los VIs para los cuatro procesos mostrados en la figura 3.1, en las siguientes secciones se describen cada uno de los VIs desarrollados.

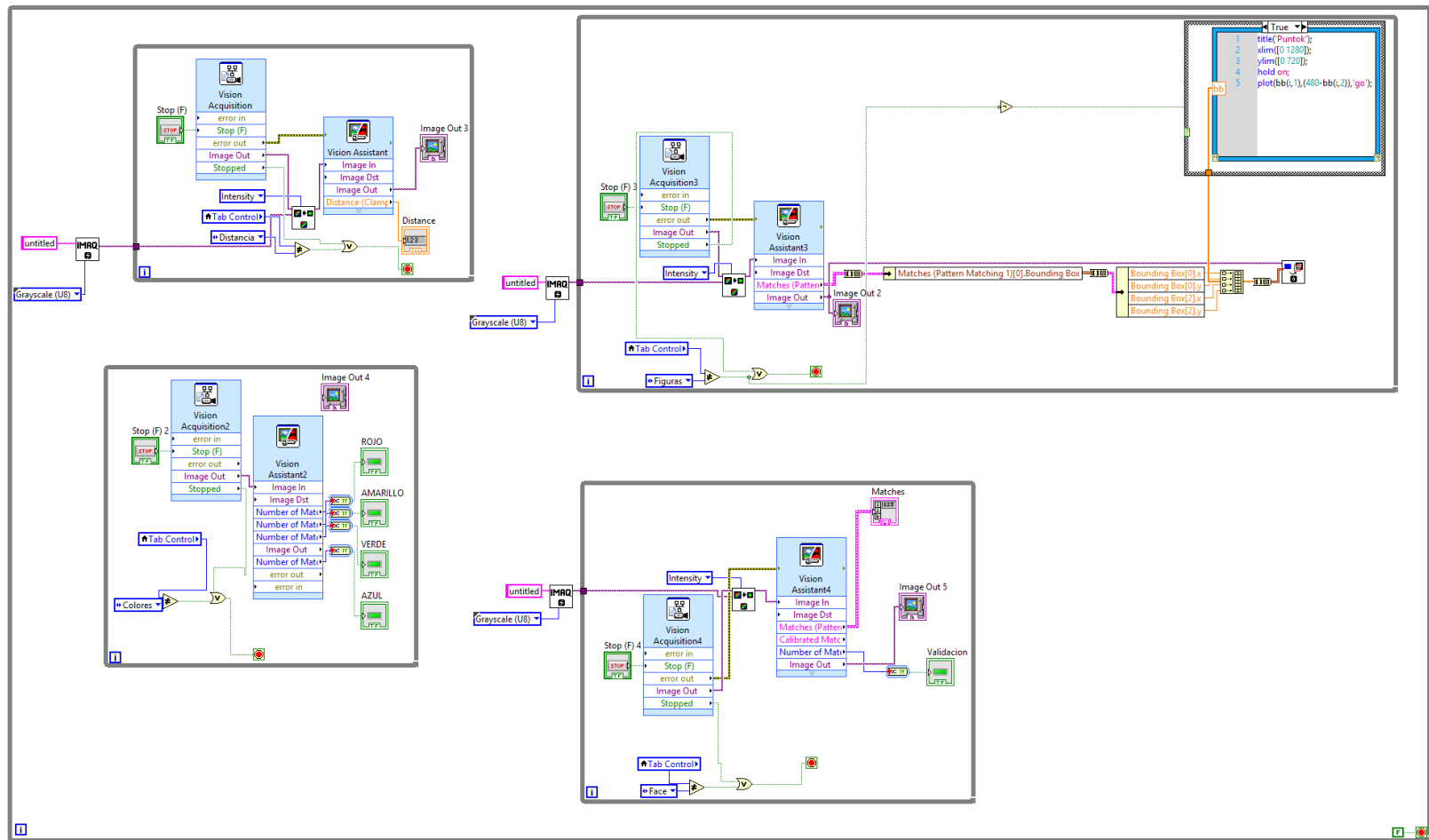


Figura 3. 2: Diagramas de bloque del menú principal para el sistema de procesamiento de imágenes.
Elaborado por: Autor.

3.2. Reconocimiento de imágenes: cara o rostro.

En esta sección se realiza el diseño en LabView para el reconocimiento de imágenes, en este caso se escogió la imagen de un rostro o cara. En la figura 3.3 se muestra los pasos o etapas para procesar el rostro o cara de una persona.

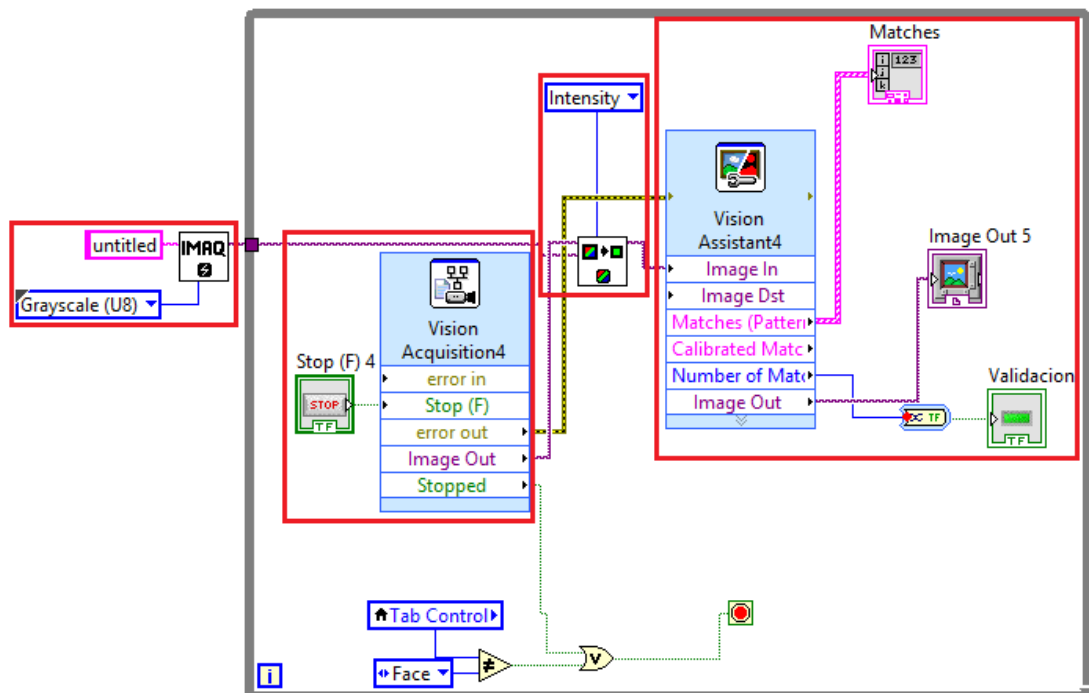


Figura 3. 3: Instrumento virtual para el procesamiento de un rostro.
Elaborado por: Autor

Paso 1: se procede a declarar el espacio de memoria cache donde se guardará momentáneamente los bits de la imagen que se muestra en la figura 3.4.

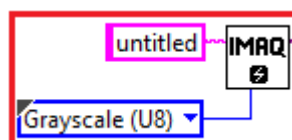


Figura 3. 4: Declaración de memoria cache.
Elaborado por: Autor

Paso 2: se escoge el sub VI denominado *Vision Acquisition* (adquisición de video o imágenes) que se comporta como un controlador o driver tal como se muestra en la figura 3.5.

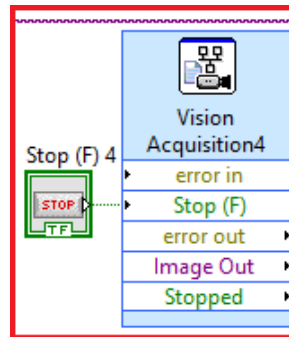


Figura 3. 5: Sub VI para adquisición de imágenes.
Elaborado por: Autor

Posteriormente, configuramos el dispositivo de cámara a usar, así como su resolución y tamaño de imagen, en este caso cam0 (ver figura 3.6), el número de cámaras dependerá de los dispositivos conectados al computador.

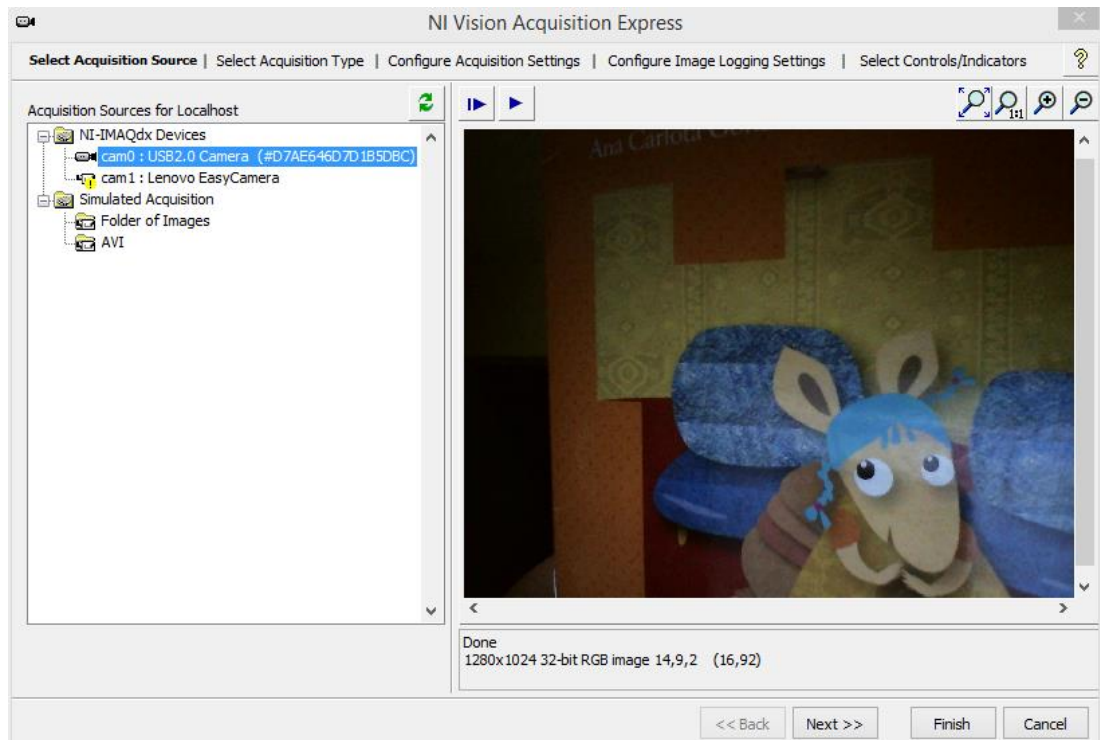


Figura 3. 6: Selección de la fuente de adquisición por cámara web (cam0).
Elaborado por: Autor.

Posteriormente, se escoge seleccionamos el tipo de adquisición, que para este caso sería la adquisición continua con procesamiento en línea tal como se muestra en la figura 3.7. Esto permite generar un bucle while y al iniciar tome datos indefinidamente hasta detener el programa.

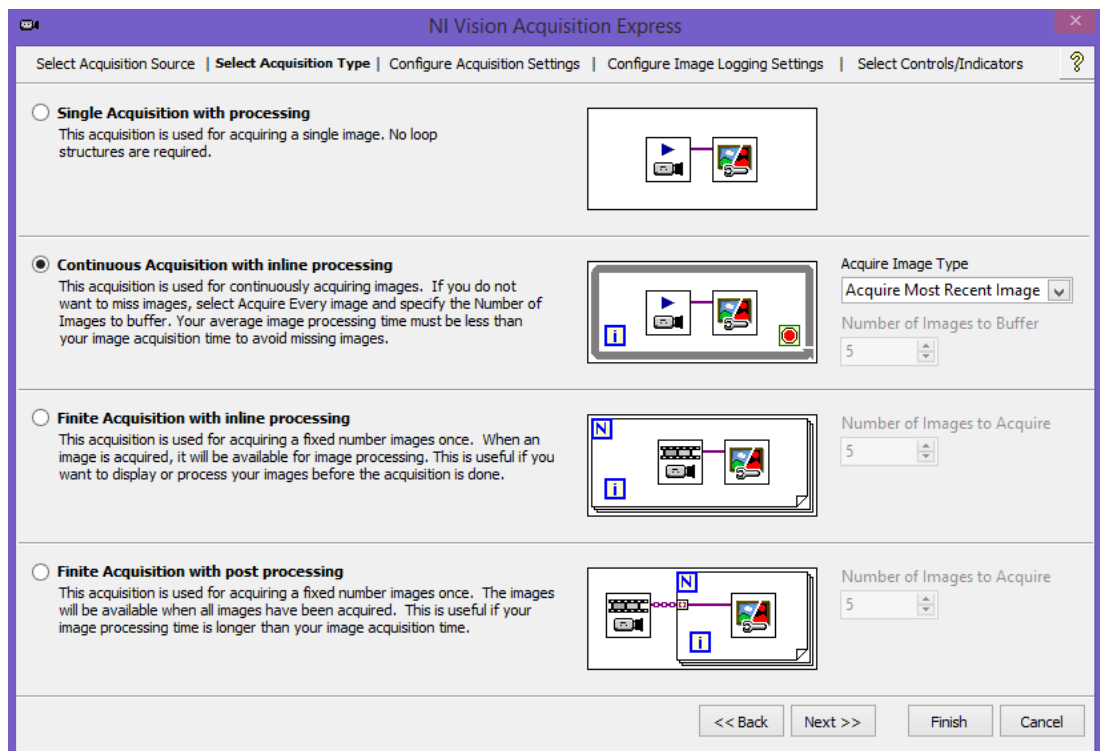


Figura 3. 7: Selección de adquisición continua con procesamiento en línea.
Elaborado por: Autor.

En la siguiente ventana (véase la figura 3.7) se procede a configurar los atributos de la adquisición por la cámara, el mismo que permite procesar imágenes y también configurar las dimensiones que en este caso es 1280x720. Una vez realizada la selección de medidas y la resolución de acuerdo a la cámara a usarse, dar click en finish para finalizar el proceso del paso 2.

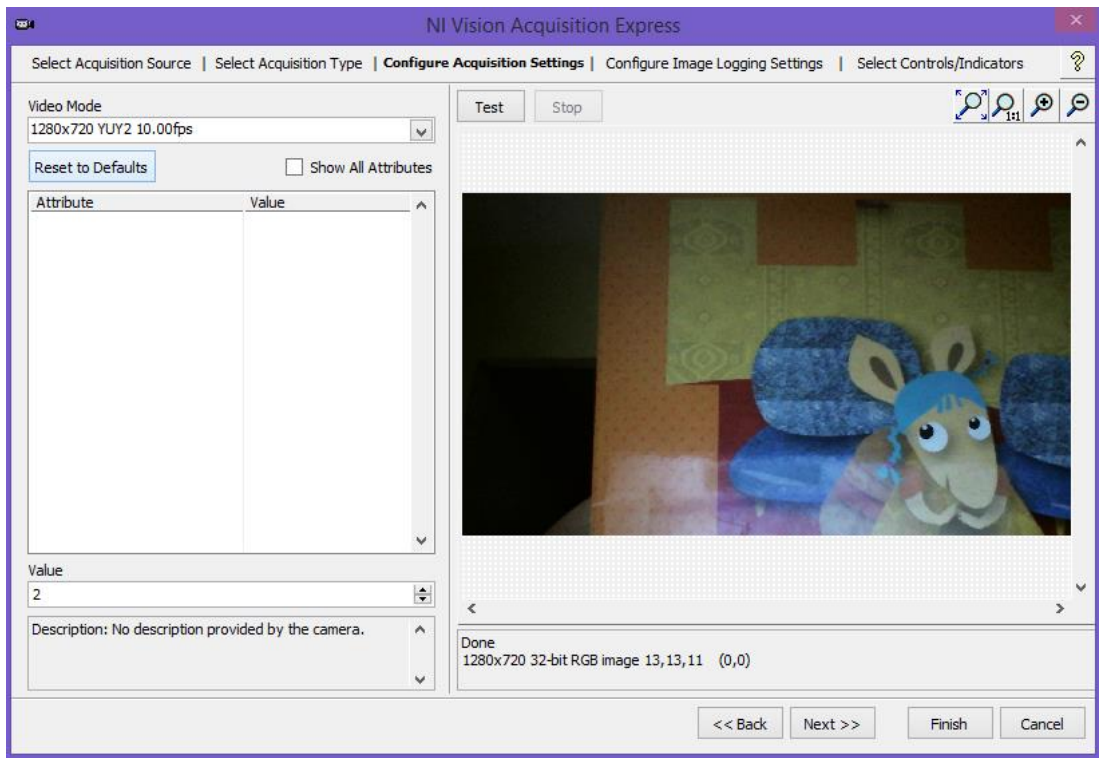


Figura 3. 8: Selección de configuración de atributos de cámaras.
Elaborado por: Autor.

Paso 3: El siguiente Sub VI (véase la figura 3.9) permite la conversión del video a un dato que pueda ser analizado.

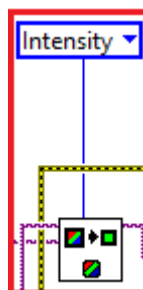


Figura 3. 9: Conversión de video a datos para su análisis.
Elaborado por: Autor.

Paso 4: De la figura 3.10 se ejecuta la comparación de patrones en este caso pixeles los cuales se comparan a una base de imágenes de rostros, el cual debe tener similitud o parentesco.

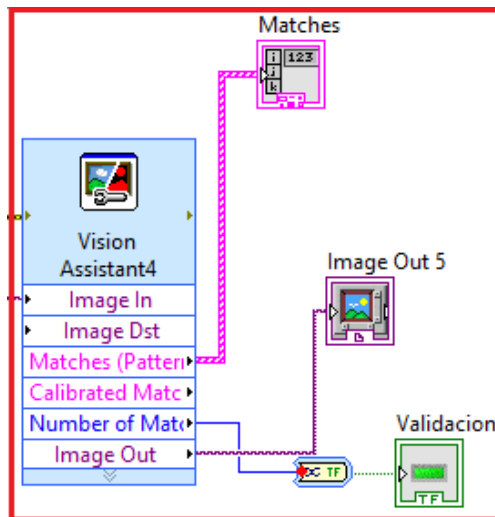


Figura 3. 10: Sub VI para el asistente de visión.

Elaborado por: Autor.

A continuación, configuramos el sub VI del asistente de visión (*Vision Assistance*) que se muestra en la figura 3.11, se puede observar la función de procesamiento de imágenes (*Processing functions: Image*).

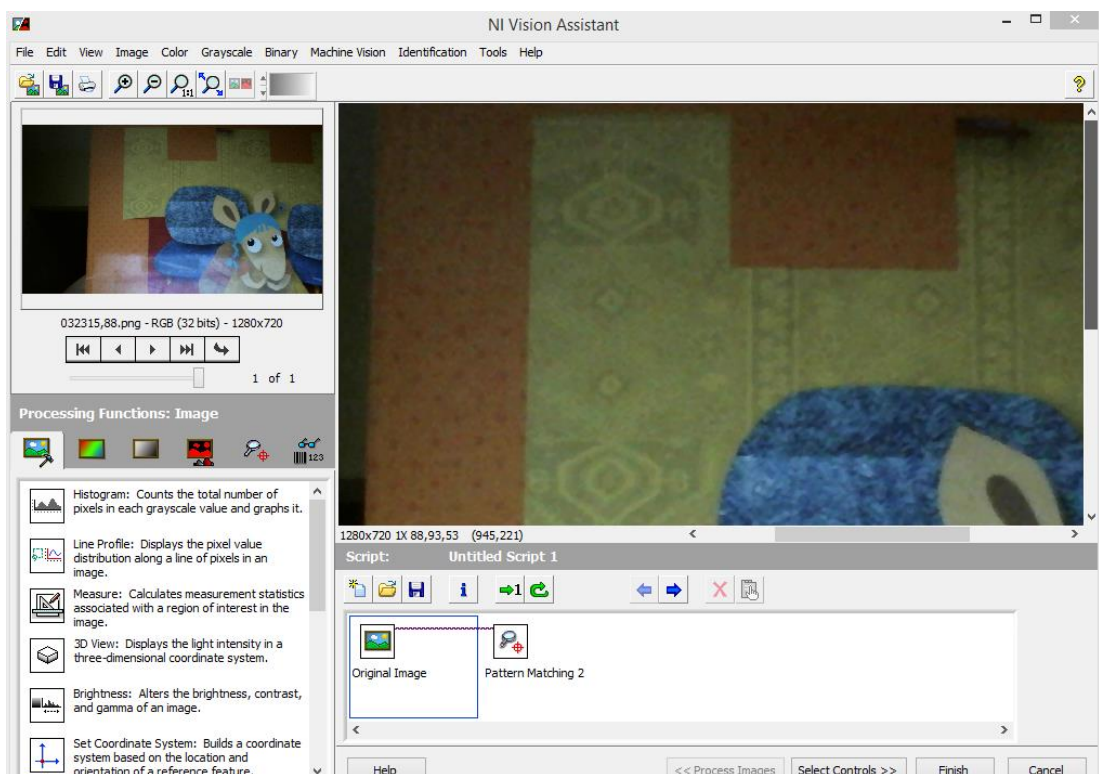


Figura 3. 11: Ventana del sub VI del asistente de visión.

Elaborado por: Autor.

Ahora, seleccionamos la función de procesamiento de visión artificial (*Processing functions: Machine Vision*) y se escogerá la coincidencia de patrones (*Pattern Matching*) para comprobar la presencia de un modelo en toda la imagen o en una región de interés que se designe en el campo de visión de la cámara de video basados en su intensidad.

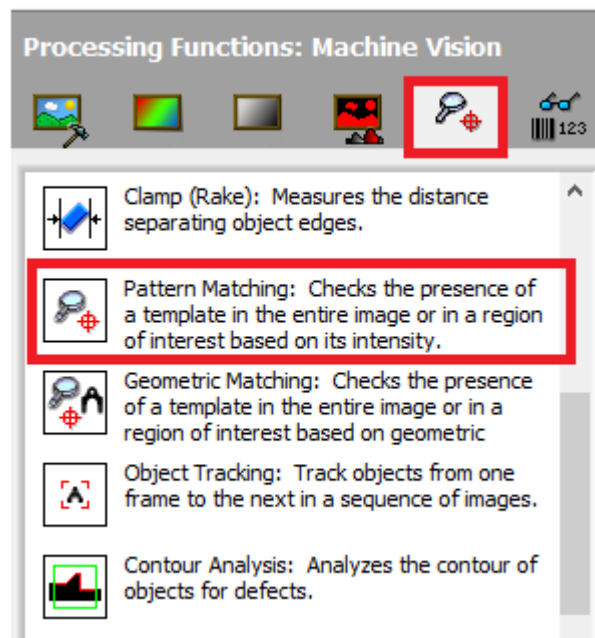


Figura 3. 12: Coincidencia de patrones del procesamiento de funciones de visión artificial.

Elaborado por: Autor.

Posteriormente, a la selección de coincidencia de patrones escogemos el área que se desea analizar, hay que tomar en cuenta que esta área es donde se realizará el análisis y se guardará la cara del sujeto tal como se muestra en la figura 3.13.

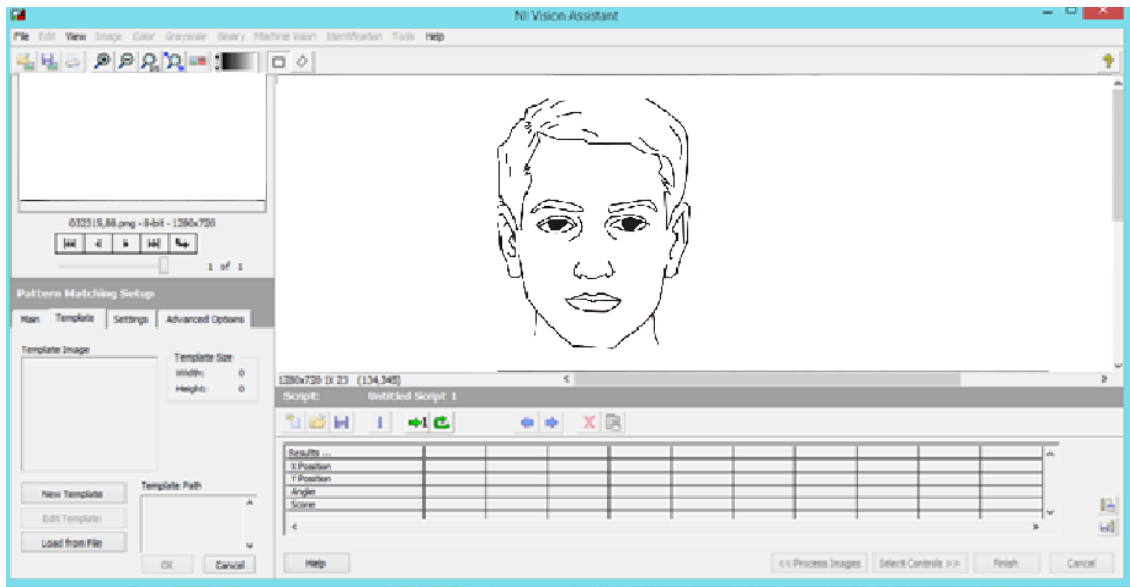


Figura 3. 13: Imagen del rostro para su análisis usando el asistente de visión.
Elaborado por: Autor.

De la imagen 3.13 vamos al modelo o plantilla (*template*) de imagen y seleccionamos *New Template* (ver figura 3.14), este permite seleccionar un espacio específico siempre que se tenga grabado una imagen de la cara.

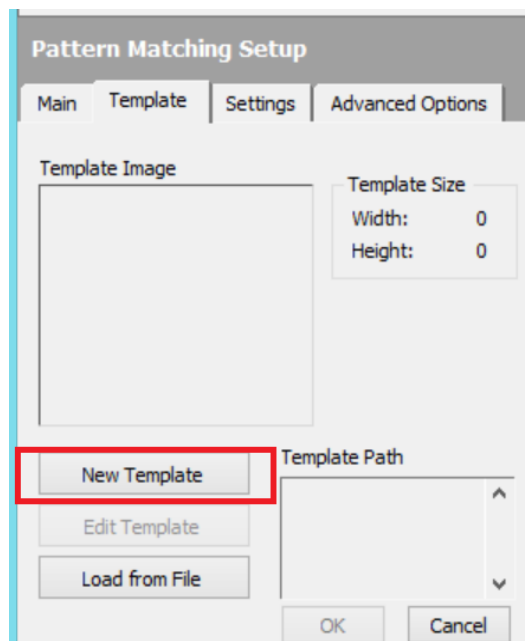


Figura 3. 14: Configuración de la coincidencia de patrones.
Elaborado por: Autor.

Seleccionar el objeto que se desea identificar, para este caso la cara de la persona. El programa encontrará coincidencias de patrones de la imagen seleccionada (ver figura 3.15) siempre que volvamos a iniciar la captura de video.

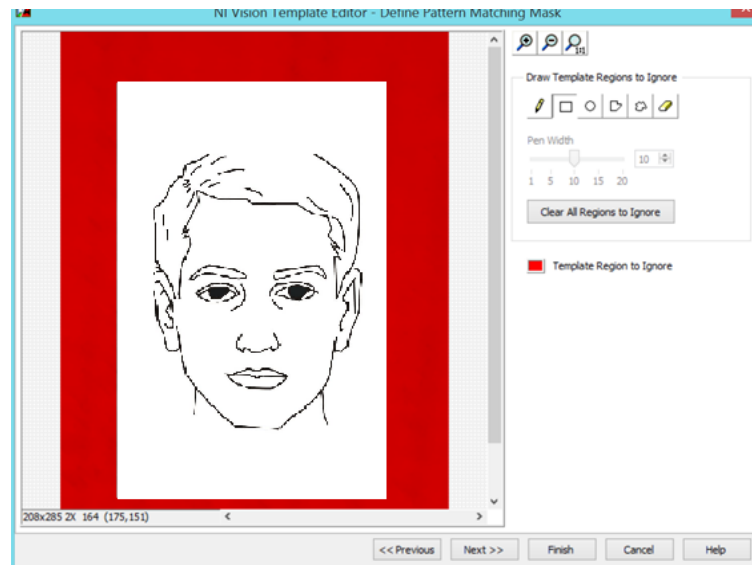


Figura 3. 15: Área del rostro para análisis de patrones de coincidencias.
Elaborado por: Autor.

Una vez realizado los cuatro pasos para el procesamiento del rostro por coincidencia de patrones, se puede proceder a la ejecución desde el menu principal.

3.3. Reconocimiento de imágenes: figuras geométricas.

El diseño de esta aplicación, sirve para reconocer objetos. El mismo que consta de 6 pasos (ver figura 3.16), y que esto permita el reconocimiento de figuras geométricas. De manera similar a la sección 3.2, los primeros 4 pasos del diseño anterior (sección 3.2) utilizan los mismos sub VI.

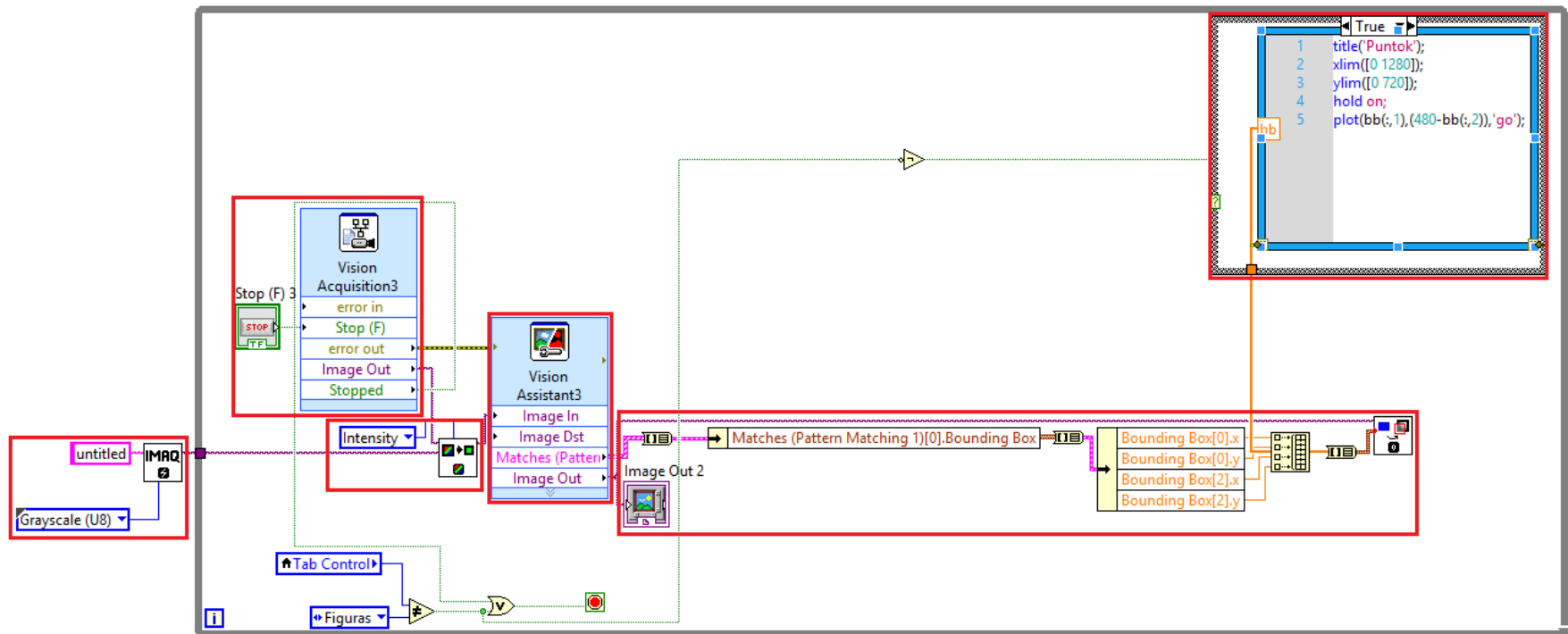


Figura 3. 16: Instrumento virtual para el procesamiento de figura geométrica.
Elaborado por: Autor.

Paso 1: el procedimiento para declaración de memoria cache (ver figura 3.4) es similar a la sección 3.2.

Paso 2: este proceso es idéntico a la adquisición de imágenes o videos (ver figura 3.5) tratada en la sección 3.2. Después, se configuran los parámetros tal como en la figura 3.6, como se mencionó anteriormente el número de cámaras dependerá de cuantos dispositivos estén conectados al computador. Posteriormente, se configura la adquisición continua con procesamiento en línea (véase la figura 3.7) para generar un bucle while e inicie tomando datos indefinidamente hasta detener el programa. Finalmente, la figura 3.8 muestra la ventana de calidad que se desea procesar la imagen y la configuración de las dimensiones en este caso 1280x720.

Paso 3: el procedimiento para la conversión de video a datos (ver figura 3.9) es similar a la sección 3.2 y que permita su análisis respectivo.

Paso 4: al igual que el paso 4 de la sección 3.2, repetimos el mismo procedimiento de las figuras 3.10 a 3.12, que permite la comparación de patrones en este caso píxeles los cuales se comparan a una base con base de datos de objetos y mostrará su vector (x, y) en la imagen. Para esto, se debe seleccionar visión artificial y coincidencia de patrones. En la figura 3.14 se muestra como crear un nuevo template para asignar el patrón de la figura que se desea encontrar. Después, seleccionamos cualquier objeto (véase la figura 3.17) que se desea identificar, para este caso la imagen geométrica.

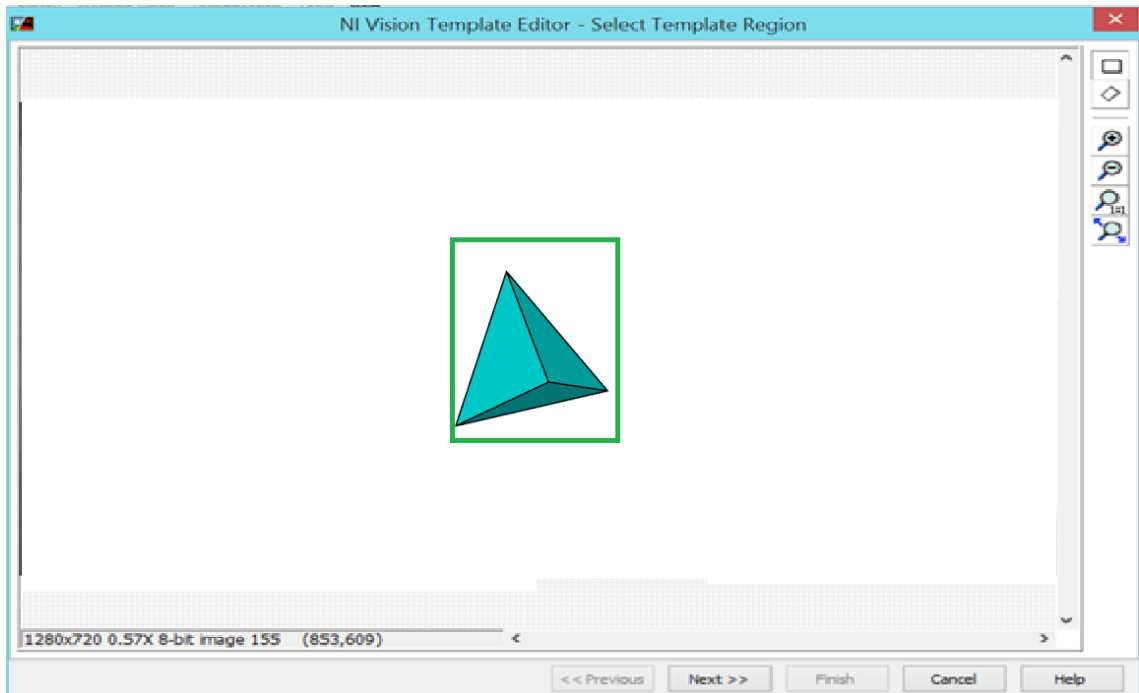


Figura 3. 17: Selección de la región para reconocimiento de una figura geométrica.
Elaborado por: Autor.

Posteriormente, se procede a seleccionar las regiones que se desea ignorar y que marcan de color rojo, tal como se muestra en la figura 3.18.

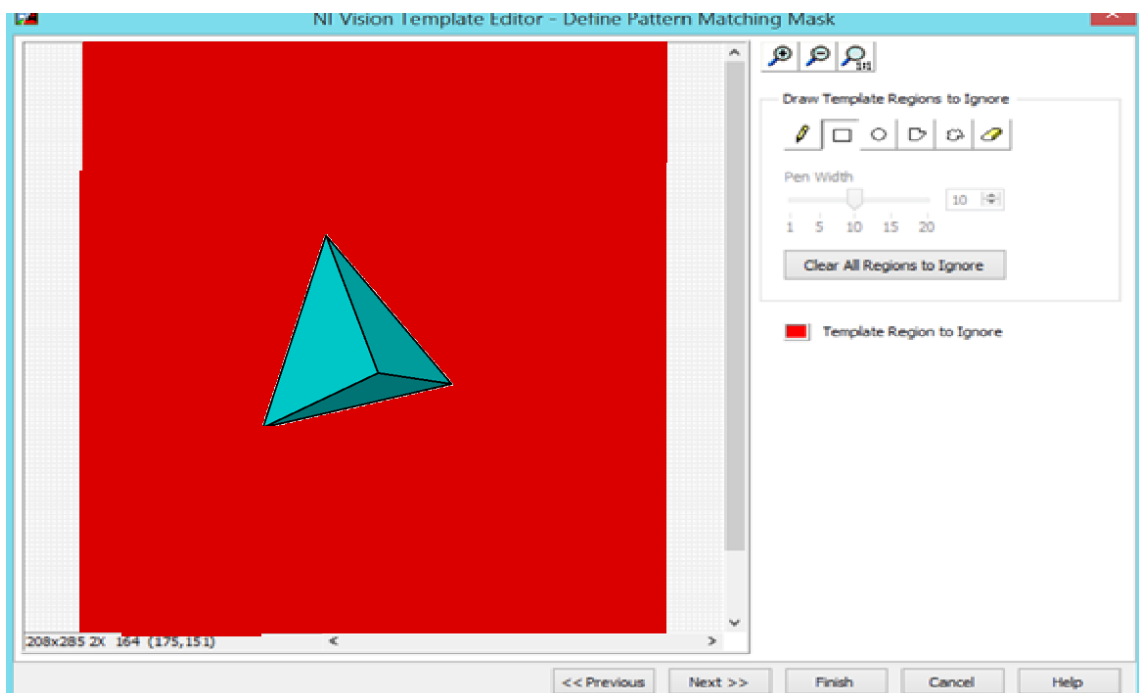


Figura 3. 18: Selección de región de no reconocimiento de una figura geométrica.
Elaborado por: Autor.

Paso 5: en esta etapa se analizará el vector, en donde se encuentra la imagen para poder usarlo en una serie de arreglos a través del math-script de LabView. Para separar entre vectores (x, y), es necesario utilizar el agrupamiento (*cluster*) de delimitadores (ver figura 3.19) para un dato en específico.

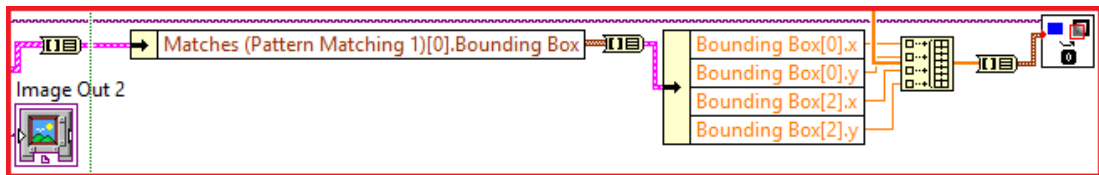


Figura 3. 19: Configuración del delimitador para la coincidencia de patrones.
Elaborado por: Autor.

Paso 6: la figura 3.20 muestra la posición y movimiento de un objeto geométrico en un punto del área de trabajo mediante el ploteo en math-script.

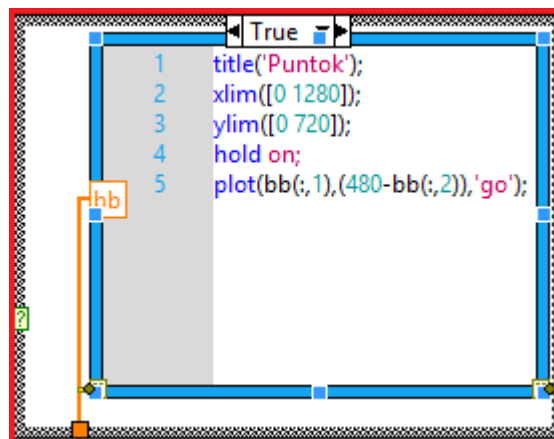


Figura 3. 20: Posición y movimiento del objeto geométrico.
Elaborado por: Autor.

Con los pasos realizados, se logró con los instrumentos virtuales de LabView reconocer una imagen geométrica a través de la adquisición de imágenes usando la cámara de una pc o laptop.

3.4. Reconocimiento de imágenes: distancia.

En esta sección se desarrolla el VI para el procesamiento de imágenes para obtener la distancia entre dos objetos, tal como se muestra en la figura 3.21 los sub VIs logra medir la distancia entre dos puntos o franjas en dos objetos. Lo que permite esto, es la cámara de video que capta dos objetos y a través del diseño se mide la distancia entre dos objetos.

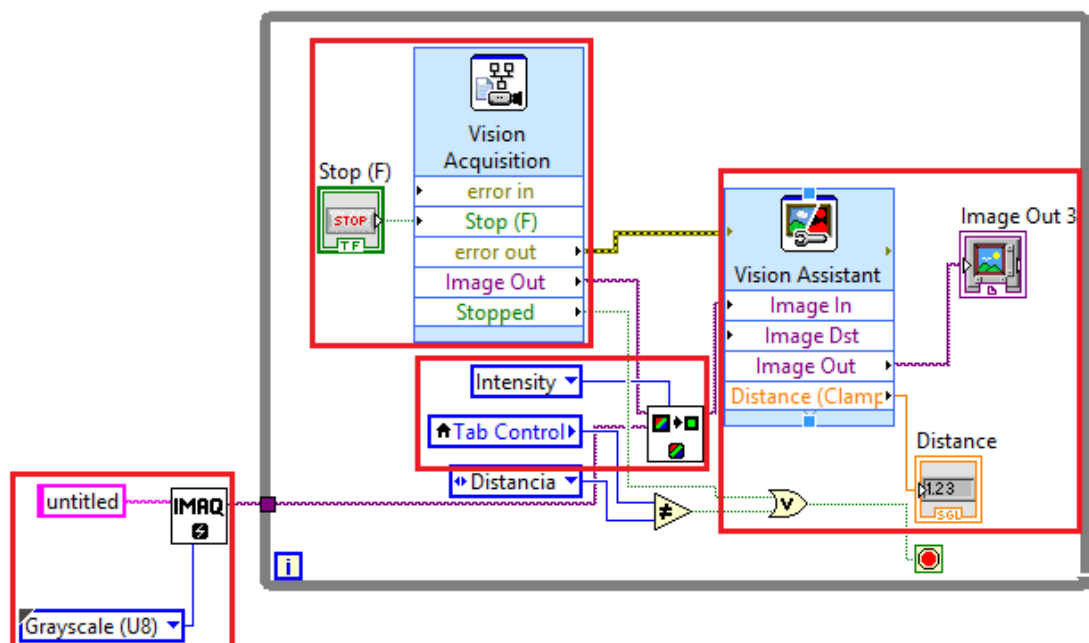


Figura 3. 21: Instrumento virtual para el procesamiento de medición entre objetos.
Elaborado por: Autor.

El proceso consta de 4 pasos, muy similares a la de las secciones 3.2 y 3.3. Para realizar los pasos indicados revisar las figuras 3.4 al 3.11 de la sección 3.2. Aunque, el paso 4 hay una pequeña diferencia con respecto a la figura 3.10. Se puede observar en la figura 3.22 que el sub VI está agregado la variable distancia (*distance*) y el bloque de visualización de imágenes para el VI.

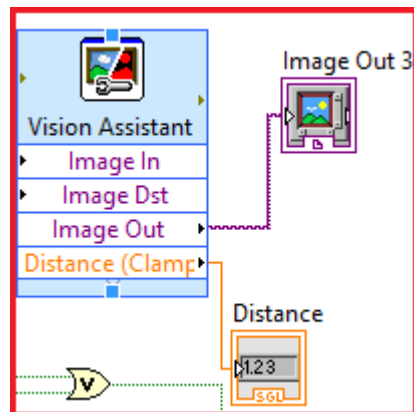


Figura 3. 22: Sub VI del asistente de visión para distancia entre dos objetos.
Elaborado por: Autor.

En la figura 3.23 se muestra el procesamiento de la función máquina artificial y escogemos *Clamp (Rake)*, que permite medir la distancia que separa los bordes de dos objetos.

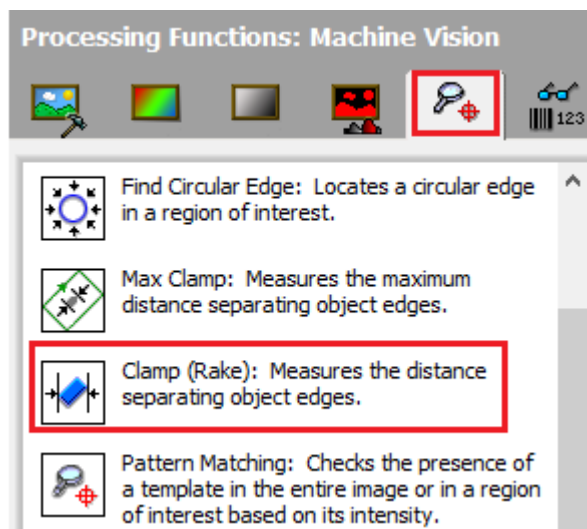


Figura 3. 23: Procesamiento de la función máquina artificial para medir distancia entre dos bordes de objetos.
Elaborado por: Autor.

En la ventana de la figura 3.24 se observa un objeto en el cual se muestra el espacio entre los bordes y que servirá para análisis respectivo de una imagen o video.

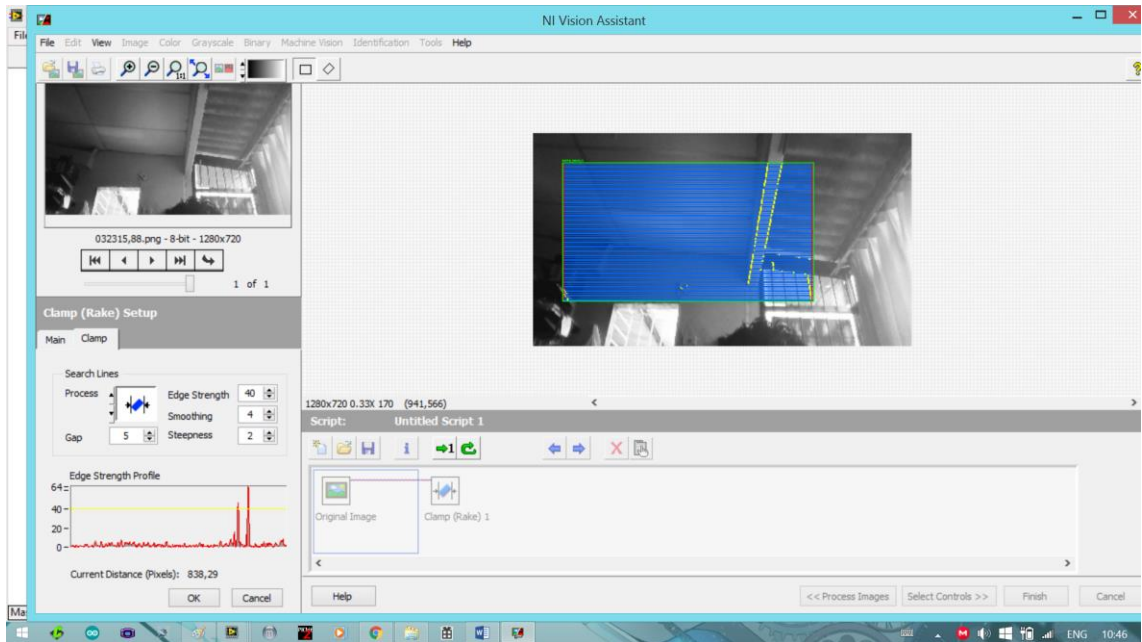


Figura 3. 24: Selección del objeto para medir la distancia entre los bordes.
Elaborado por: Autor.

Antes de finalizar el proceso, seleccionamos *Select Controls* y activamos en el indicador de salida, la opción *Distance* para visualizar la distancia en la aplicación desarrollada.

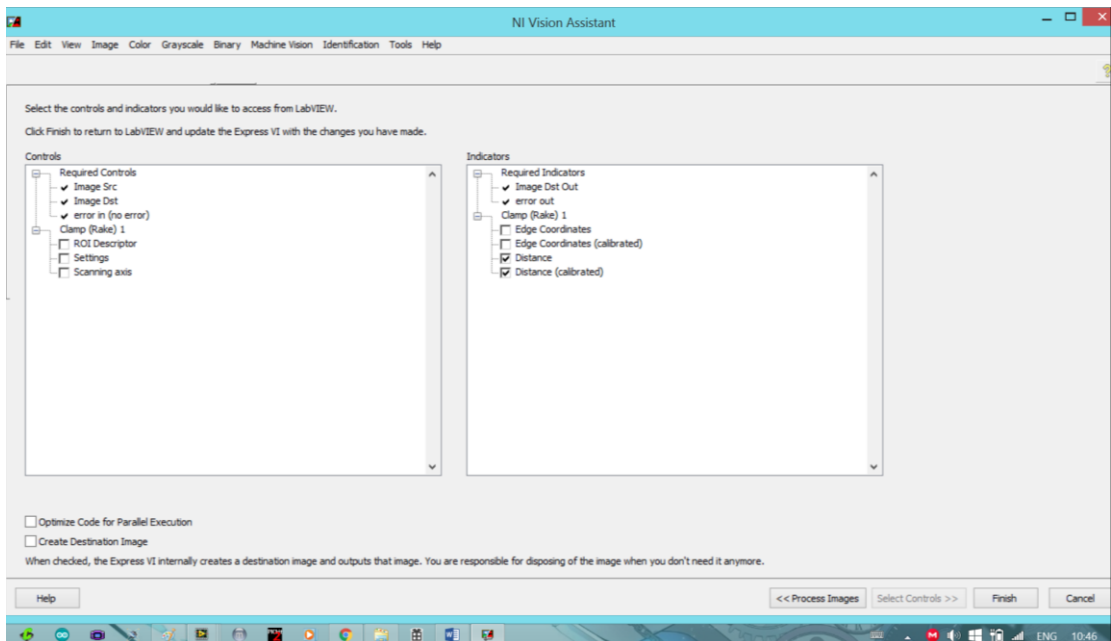


Figura 3. 25: Ventana de selección de control de Clamp.
Elaborado por: Autor.

3.5. Reconocimiento de imágenes: colores.

En esta sección se diseña el VI para reconocimiento de colores en imágenes. El diseño utiliza los sub VIs de adquisición y asistente de visión. Adicionalmente, se incluye variables de reconocimiento de colores: rojo, amarillo, verde y azul. Estas variables durante el procesamiento de imágenes sirven para reconocer colores previamente configurados.

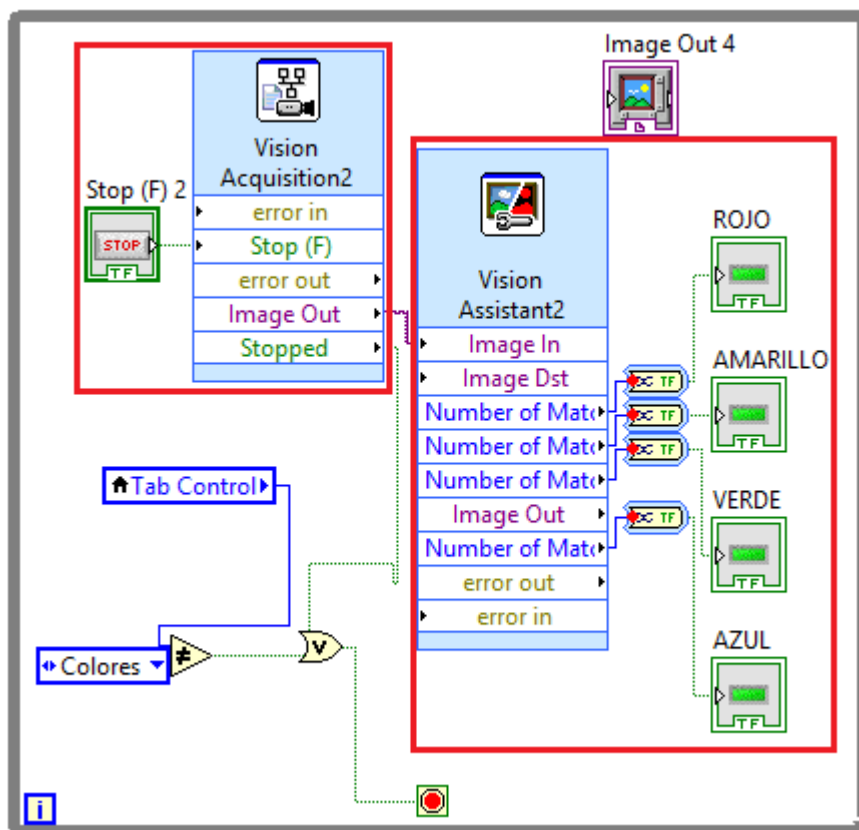


Figura 3. 26: Instrumento virtual para el reconocimiento de colores.
Elaborado por: Autor.

La configuración del asistente de visión es igual a las secciones 3.2, 3.3 y 3.4. En la figura 3.27 se muestra los patrones de localización de colores, el mismo permite comparar una imagen capturada previamente.

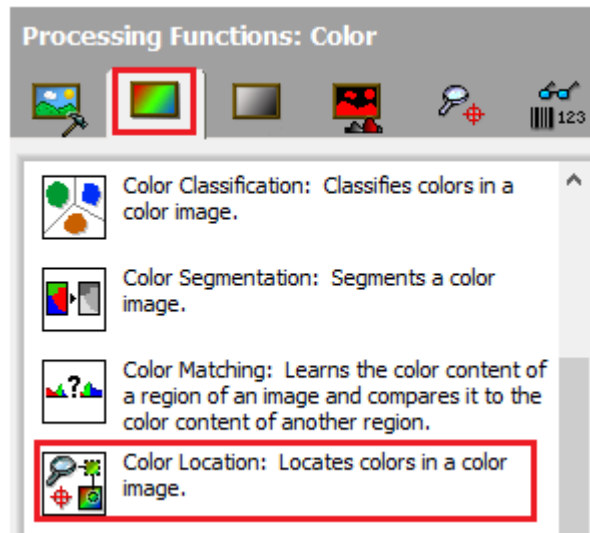


Figura 3. 27: Localización de colores en una imagen.
Elaborado por: Autor.

Para guardar el patrón de colores que se desea localizar, damos click en *Create Template* (ver figura 3.28) donde seleccionamos el lugar y área específica de la muestra de color (ver figura 3.29).

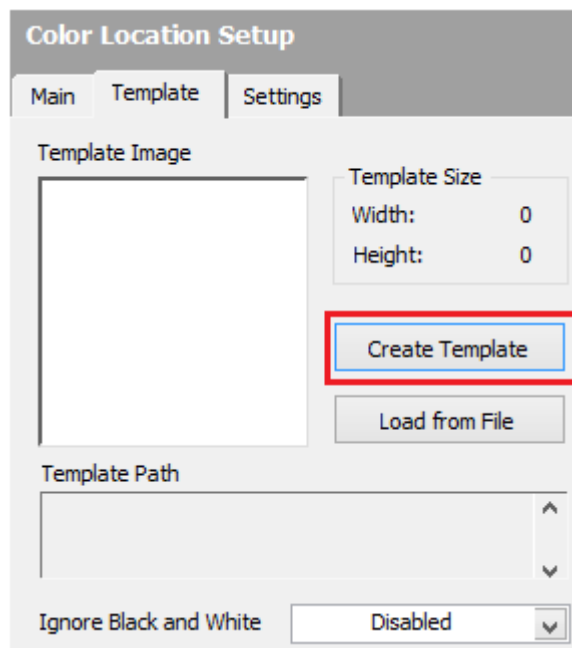


Figura 3. 28: Configuración de localización de colores.
Elaborado por: Autor.

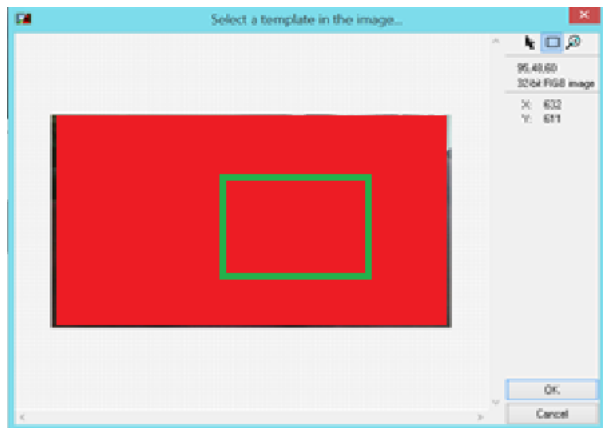


Figura 3. 29: Selección de la región en una imagen de acuerdo al color.
Elaborado por: Autor.

CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1. Conclusiones.

- Mediante la descripción de los fundamentos teóricos se pudo comprobar que tan importantes son el muestreo y la cuantificación, también lo que es la modificación del tamaño de imágenes (interpolación) utilizando algoritmos no adaptativos, así como la interpolación, sin dejar de lado el mejoramiento de imágenes.
- Se aprendió el uso del programa LabView, que es una herramienta de simulación robusta, el mismo permite realizar procesamiento no solo imágenes. Las ventajas de usar LabView, es que dispone de una librería de instrumentos virtuales.
- Se logró utilizar dispositivos adicionales para interactuar con las cuatro simulaciones realizadas en LabView, permitiendo el procesamiento de imágenes

4.2. Recomendaciones.

- Adquirir otros instrumentos de National Instrument muy necesarios en la formación de ingenieros en telecomunicaciones, para que puedan ser utilizados en los laboratorios de la Facultad de Educación Técnica para el desarrollo.

- Utilizar esta herramienta en otro trabajo de titulación, que permita ser implementado en un robot explorador para el reconocimiento de personas sobrevivientes en desastres naturales como el ocurrido en abril.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Coca-Rodríguez, A., & Lorenzo-Ginori, J. V. (2014). Effects of Interpolation on Segmentation in Cell Imaging. *Computación y Sistemas*, 18(1), 97–109. <http://doi.org/10.13053/CyS-18-1-2014-021>

Delrieux, C., Ramoscelli, G., & Chiaradía, D. (2001). Visualización y procesamiento de imágenes satelitales. Presentado en III Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. Recuperado a partir de <http://hdl.handle.net/10915/21753>

Fadnavis, S. (2014, octubre). Image Interpolation Techniques in Digital Image Processing: An Overview. *International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA)*, 4(10), 70–73.

Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2002). *Digital image processing (2nd ed)*. Upper Saddle River, N.J: Prentice Hall.

Kehtarnavaz, N., & Kim, N. (2005). *Digital signal processing system-level design using LabVIEW*. Oxford: Newnes.

Kulkarni, S. R. (2012). ELE 201: Information Signals - Course Notes. Recuperado el 17 de junio de 2016, a partir de <https://www.princeton.edu/~cuff/ele201/kulkarni.html>

Moreno, R. G., Martínez, M. A., Nakano, M., & Pérez, H. M. (2014). Desarrollo de Algoritmos para Muestreo Compresivo Aplicado a Señales de Audio. *Información tecnológica*, 25(5), 137–146. <http://doi.org/10.4067/S0718-07642014000500019>

Platero, C. (2010). Procesamiento Digital de Imágenes [Robótica y Visión Artificial]. Recuperado el 17 de junio de 2016, a partir de

<http://www.elai.upm.es/webantigua/spain/Asignaturas/Robotica/ApunteesVA/cap3ProcesadoImagv1.pdf>

Prajapati, A., Naik, S., & Mehta, S. (2012). Evaluation of Different Image Interpolation Algorithms. *International Journal of Computer Applications*, 58(12), 6–12. <http://doi.org/10.5120/9332-3638>

Romberg, J., & Johnson, D. (2005, Agosto). Aliasing. Recuperado el 28 de junio de 2016, a partir de <http://cnx.org/contents/YTI6PdRc@3/Aliasing>

Routio, P. (2007). Comparative Study. Recuperado el 8 de julio de 2016, a partir de <http://www.uiah.fi/projekti/metodi/172.htm>

Silva Bustillos, R., & Gárate Pirela, J. (2013). Desarrollo de una interfaz bioelectrónica para establecer comunicación eléctrica con poblaciones neuronales. *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, 28(4), 35–47.

Vargas Cordero, Z. (2009). La investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Educación*, 33(1), 155–165.



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **VALVERDE DELGADO, WILSON ADOLFO** con C.C: # 0802595876 autor del Trabajo de Titulación: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES MEDIANTE PROGRAMACIÓN DE INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL LABVIEW** previo a la obtención del título de **INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 12 de Septiembre de 2016

f. _____

Nombre: VALVERDE DELGADO, WILSON ADOLFO

C.C: 0802595876

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	DISEÑO DE UN SISTEMA DE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES MEDIANTE PROGRAMACIÓN DE INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL LABVIEW.		
AUTOR(ES)	VALVERDE DELGADO, WILSON ADOLFO		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	M. Sc. EDWIN F. PALACIOS MELÉNDEZ		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería en Telecomunicaciones		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero en Telecomunicaciones		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	12 de Septiembre de 2016	No. DE PÁGINAS:	69
ÁREAS TEMÁTICAS:	Análisis de Señales y Sistemas, Procesamiento Digital de Señales e Instrumentación Virtual,		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Imágenes, vídeo, Adquisición de imágenes, Procesamiento digital, Patrones de reconocimiento, LabView.		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):			
<p>En la actualidad el procesamiento de señales e imágenes son muy utilizados para diferentes aplicaciones en el área de las telecomunicaciones y electrónica en control y automatismo. Existen otras aplicaciones robustas como el procesamiento de señales biomédicas, señales sísmicas, entre otras. Durante la búsqueda de información, se encontraron diferentes artículos de investigación y tesis, en la que realizaban el procesamiento de señales e imágenes utilizando, MatLab/Simulink y LabView. Matemáticamente, se consideraron ciertos elementos que fundamentan el trabajo de titulación. Las herramientas de simulación, como MatLab y LabView, son necesarias para diseñar sistemas de procesamientos de señales e imágenes digitales. La plataforma escogida fue LabView, que dispone de diversas librerías de los sub VIs (instrumentos virtuales). En cada uno de los diseños (sub VIs), se utilizaron los instrumentos de adquisición y asistente de visión. Estos dos VIs realizan el reconocimiento de imágenes, como, el rostro, figura geométrica, distancia entre los bordes de imágenes.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-6-2438131 +593-9-94181406	E-mail: wilson.valverde@outlook.es	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN: COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE	Nombre: Palacios Meléndez Edwin Fernando		
	Teléfono: +593-9-68366762		
	E-mail: edwin.palacios@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			