

CAPITULO 5

AUTOMATIZACION DEL PROCESO

5.1 VISION ARTIFICIAL

La Visión Artificial describe la deducción automática de las estructuras y propiedades de un mundo tridimensional, posiblemente dinámico, a partir de una o varias imágenes dimensionales de él.

5.1.1 INTRODUCCIÓN AL PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

El conjunto de técnicas que permite modificar una imagen digital con el objetivo de mejorarla o extraer de ella información se conoce como procesamiento digital de imágenes.

5.1.2 DEFINICIONES

- **Visión por computadora.-** Consiste en la adquisición, procesamiento, clasificación y reconocimiento de imágenes digitales.
- **Píxel.-** Elemento básico de una imagen (picture element).
- **Imagen.-** Arreglo bidimensional de píxeles con diferente intensidad luminosa (escala de gris).

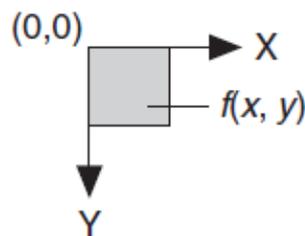


Figura 5.1. Pixel

Si la intensidad luminosa de cada píxel se representa por n bits, entonces existirán 2^n escalas de gris diferentes.

Matemáticamente, una imagen se representa por $r = f(x, y)$, donde r es la intensidad luminosa del píxel cuyas coordenadas son (x, y) . Matemáticamente, un sistema para procesar imágenes se representa como $g(x, y) = T[f(x, y)]$.

- **Brillo.**- Indica si un área está más o menos iluminado.
- **Tono.**- Indica si un área parece similar al rojo, amarillo, verde o azul o a una proporción de ellos.
- **Luminosidad.**- Brillo de una zona respecto a otra zona blanca en la imagen.
- **Croma.**- Indica la coloración de un área respecto al brillo de un blanco de referencia.
- **Espacio RGB.**- se basa en la combinación de tres señales de luminancia cromática distinta: rojo, verde, azul (*Red, Green, Blue*). La forma más sencilla de obtener un color específico es determinar la cantidad de color rojo, verde y azul que se requiere combinar para obtener el color deseado, ver la Figura 5.2; para lo cual se realiza la suma aritmética de las componentes: $X = R + G + B$, gráficamente representada por un cubo.

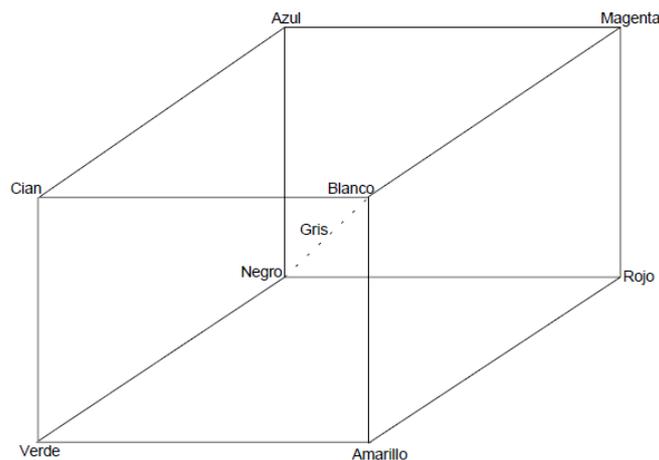


Figura 5.2 Distribución del color

En la recta que une el origen con el valor máximo se encuentran ubicados los grises (escala de gris) debido a que sus tres componentes son iguales. Cuando una cámara adquiere una imagen a color, para cada píxel en color se tienen en realidad 3 componentes, una para cada uno de los colores básicos (rojo, verde y azul); la ganancia máxima para cada componente corresponde a la longitud de onda de los tres colores básicos.

- **Color** Un color puede definirse como la combinación de tres colores básicos: rojo, verde y azul, y expresarse mediante una tripleta de valores de 0 a 1 (R, G, B), donde R, G y B representan las intensidades de cada uno de los tres

colores básicos rojo, verde y azul, respectivamente. En la siguiente tabla 5.1 se presentan ejemplos de colores definidos mediante estas tripletas.

Tabla 5.1. Tabla de especificación de colores

COLOR	R	G	B
Blanco	1	1	1
Rojo	1	0	0
Amarillo	1	1	0
Verde	0	1	0
Turquesa	0	1	1
Gris	0.5	0.5	0.5
Rojo Oscuro	0.5	0	0
Azul	0	0	1
Aguamarina	0.5	1	0.83
Negro	0	0	0

- **Mapa de color** El mapa de color es una matriz de $n \times 3$, donde cada renglón es una tripleta de colores. El primer renglón corresponde al valor mínimo del eje de color y el último renglón al máximo. Al definir diferentes distribuciones de intensidad de los tres colores básicos, se crean diferentes mapas de color.

5.1.3 HISTOGRAMA DE UNA IMAGEN

Un histograma es un gráfico estadístico que permite representar la distribución de intensidad de los píxeles de una imagen, es decir, el número de píxeles que corresponde a cada intensidad luminosa. Por convención, el histograma representa el nivel de intensidad con coordenadas X que van desde lo más oscuro (a la izquierda) a lo más claro (a la derecha).

De esta manera, el histograma de una imagen con 256 niveles de gris será representado por un gráfico que tenga 256 valores en el eje X y el número de

píxeles de la imagen en el eje Y. Tengamos en cuenta el ejemplo de la siguiente imagen compuesta por niveles de gris:

El histograma y la paleta asociados con la imagen son los siguientes, respectivamente:

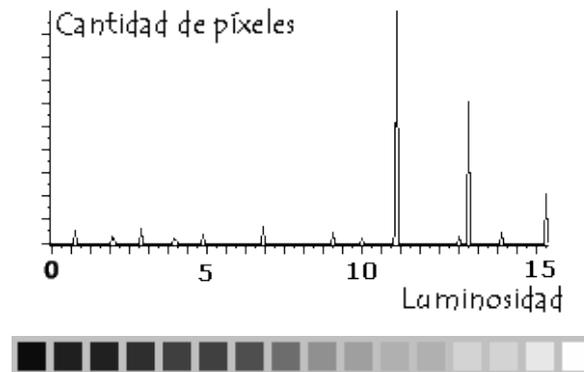


Figura 5.3. Intensidad de grises

El histograma muestra que en la imagen hay más tonos de gris claro que de gris oscuro. El tono de gris más utilizado es el 11 desde la izquierda.

Para las imágenes a color se necesitan varios histogramas. Por ejemplo, para una imagen codificada en RGB hay:

- un histograma que representa la distribución de luminancia,
- tres histogramas que representan la distribución de los valores de los componentes rojo, azul y verde, respectivamente.

5.1.4 RELACIONES ENTRE PÍXELES

Un píxel p con coordenadas (x,y) tiene cuatro vecinos horizontales y verticales, cuyas coordenadas son: $(x+1,y)$, $(x-1,y)$, $(x,y-1)$, $(x,y+1)$. A este conjunto de píxeles se llama vecindad 4 o 4 vecinos de p y se denota por $N_4(p)$, ver la figura 5.4. Nótese que para cada uno de estos píxeles hay una distancia de 1 de p y que en los bordes de la imagen algunos de estos píxeles quedarán fuera de la imagen.

	(x-1,y)	
(x,y-1)	(x,y)	(x,y+1)
	(x+1,y)	

Figura 5.4. Vecindad de $N_4(p)$

Existen también 4 vecinos diagonales de p con coordenadas: $(x+1,y+1)$, $(x+1,y-1)$, $(x-1,y-1)$, $(x-1,y+1)$ y se les denota por $N_D(p)$, ver la figura 5.5. $N_4(p)$ y $N_D(p)$ juntos forman la vecindad 8 denotada por $N_8(p)$.

(x-1,y-1)		(x-1,y+1)
	(x,y)	
(x+1,y-1)		(x+1,y+1)

Figura 5.5. Vecindad de $N_D(p)$

5.2 RUIDO EN IMÁGENES

Todas las imágenes tienen cierta cantidad de ruido, la cual se puede deber a la cámara o al medio de transmisión de la señal. Generalmente el ruido se manifiesta como píxeles aislados que toman un nivel de gris diferente al de sus vecinos. Los algoritmos de filtrado que se verán más adelante permiten eliminar o disminuir este ruido. El ruido puede clasificarse en los siguientes tipos:

- **Gaussiano:** produce pequeñas variaciones en la imagen; generalmente se debe a diferentes ganancias en la cámara, ruido en los digitalizadores, perturbaciones en la transmisión, etc. Se considera que el valor final del píxel

sería el ideal más una cantidad correspondiente al error que puede describirse como una variable aleatoria gaussiana.

- **Impulsional** (sal y pimienta): el valor que toma el píxel no tiene relación con el valor ideal, sino con el valor del ruido que toma valores muy altos o bajos (puntos blancos y/o negros) causados por una saturación del sensor o por un valor mínimo captado, si se ha perdido la señal en ese punto. Se encuentran también al trabajar con objetos a altas temperaturas, ya que las cámaras tienen una ganancia en el infrarrojo que no es detectable por el ojo humano; por ello las partes más calientes de un objeto pueden llegar a saturar un píxel.
- **Multiplicativo**: La imagen obtenida es el resultado de la multiplicación de dos señales.

En la figura 5.6 se muestran los diferentes ruidos afectando a una imagen.

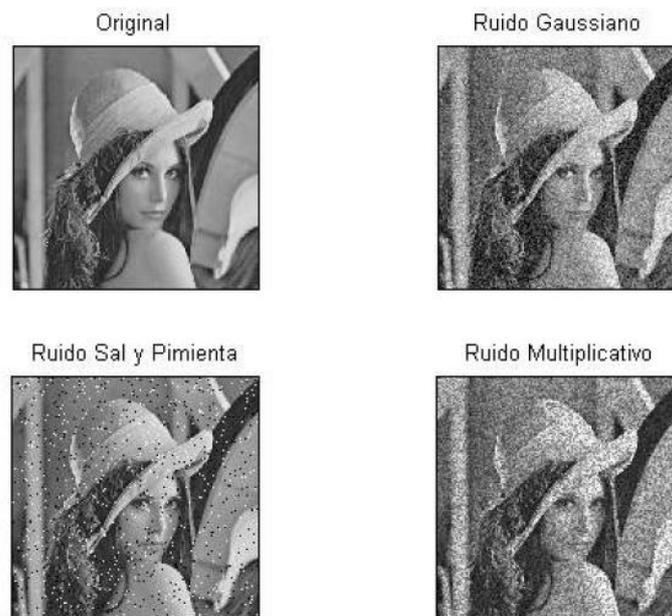


Figura 5.6 Ruidos afectando a una imagen

5.3 PROCESAMIENTO ESPACIAL

El procesamiento espacial está formado por aquellas técnicas que operan directamente sobre los valores de los píxeles de la imagen. Las transformaciones son de la siguiente forma:

$$S(x, y) = F(I(x, y))$$

donde $I(x,y)$ es la imagen original, $S(x,y)$ la imagen resultante y F la transformación.

5.3.1 OPERACIONES ARITMÉTICAS

Las operaciones aritméticas más usadas en procesamiento de imágenes son; suma, resta, multiplicación y división. Para que se pueda llevar a cabo una operación aritmética, ambas imágenes deben ser del mismo tamaño. En la figura 5.7 se muestra la suma de dos imágenes, la cual se realiza de la forma $C(x, y) = A(x, y) + B(x, y)$.



Figura 5.7. Suma de imágenes

También es posible aumentar el brillo a una imagen sumándole un valor constante a cada píxel. En la figura 5.8 se muestra el efecto de sumar un escalar (50) a una imagen, el cual se realiza de la forma $B(x, y) = A(x, y) + a$.



Figura 5.8. Efecto de sumar un escalar

La resta de imágenes consiste en restar de una imagen el valor correspondiente de otra imagen. Esta operación es un paso intermedio en algunos procesamientos más complejos, como la detección de movimiento, etc. La resta, al igual que la suma de imágenes requiere que ambas imágenes sean de igual tamaño. En la figura 5.9 se muestra el efecto de restar una imagen de otra, de la forma $C(x, y) = A(x, y) - B(x, y)$.

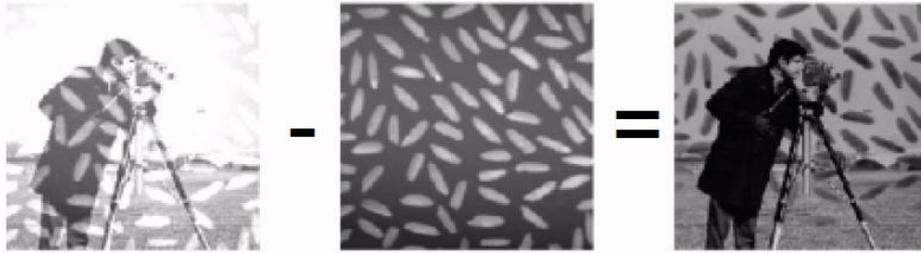


Figura 5.9. Efecto de restar imágenes

En la figura 5.10 se muestra la resta de un escalar (50) a cada píxel de la imagen original, la cual se lleva a cabo de la forma $B(x, y) = A(x, y) - a$.

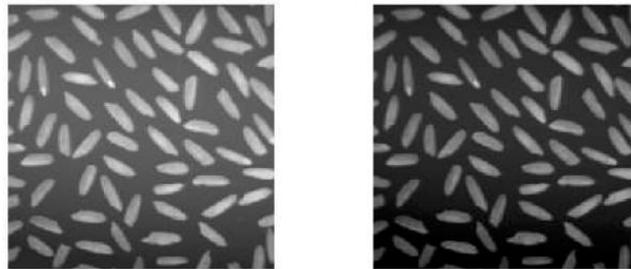


Figura 5.10. Efecto de restar un escalar

En el campo de las imágenes, la multiplicación se puede llevar a cabo, entre dos imágenes del mismo tamaño, multiplicando elemento a elemento cada uno de los píxeles de la imagen, de la forma $C(x, y) = A(x, y) \times B(x, y)$, En la figura 5.11 se muestra la multiplicación de dos imágenes.

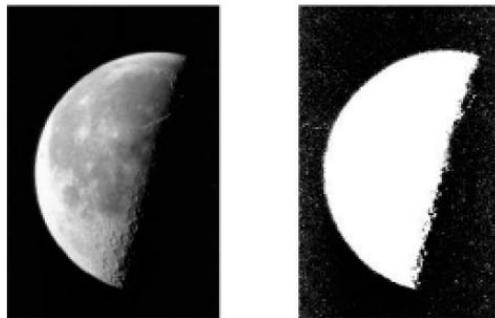


Figura 5.11. Multiplicación de imágenes

Cuando se multiplica cada uno de los píxeles de una imagen por un escalar, se le conoce como escalamiento, el cual se realiza de la siguiente forma $B(x, y) = a \cdot A(x, y)$. Cuando el escalar o constante es menor a 1, se oscurece la imagen y si es mayor a uno aumenta el brillo de la imagen. En la figura 5.12 se muestra el resultado de multiplicar la imagen original por el escalar 1.2



Figura 5.12. Efecto de multiplicar un escalar

La división de imágenes consiste en una división de elemento a elemento, como las demás operaciones vistas anteriormente. La división entre imágenes puede utilizarse para detectar cambios en dos imágenes, sin embargo, en lugar de dar el cambio absoluto de cada píxel, la división da el cambio fraccional o razón de cambio entre los valores de dos píxeles correspondientes. A la división de imágenes también se le conoce como racionalización. En la figura 5.13 se presenta la división entre imágenes, la cual se realiza de la forma $C(x, y) = A(x, y) \div B(x, y)$.



Figura 5.13. División de Imágenes

5.3.2 OPERACIONES LÓGICAS

Las principales operaciones lógicas utilizadas en el procesamiento de imágenes son: AND, OR, NOT, las cuales se aplican solo a imágenes binarizadas. En la figura 5.14 se muestran las operaciones lógicas aplicadas a imágenes binarias.

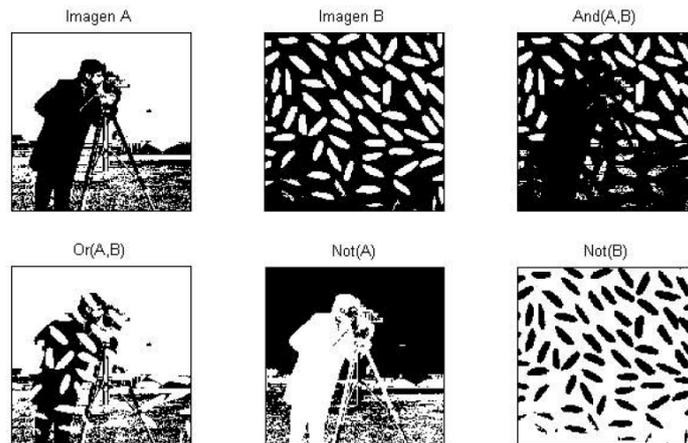


Figura 5.14. Operaciones lógicas aplicadas a imágenes binarias

5.3.3 TRANSFORMACIONES GEOMÉTRICAS

Las transformaciones geométricas modifican las relaciones espaciales entre píxeles; a continuación se presentan algunas.

5.3.3.1 Interpolación

La interpolación es el proceso en el cual se estiman los valores de una imagen en una sección específica, cuando por ejemplo, se cambia el tamaño de una imagen y en la nueva imagen existen más píxeles que en la imagen original.

De forma general, la interpolación de una imagen se presenta como:

$$f(x, y) = \sum \sum g(i, j) h(x - i, y - j)$$

donde: $g(x,y)$ es la imagen original, $f(x,y)$ representa la imagen procesada y $h(x,y)$ es la interpolación. Los siguientes métodos de interpolación son utilizados: interpolación por el vecino más próximo, interpolación bilineal e interpolación bicúbica. Dichos métodos se explicarán más adelante de forma breve. Los tres métodos de interpolación funcionan de forma similar, en cada caso para determinar el valor para un píxel interpolado, se encuentra el punto en la imagen original que corresponde a la imagen interpolada. Se asigna el valor del píxel interpolado calculando el promedio ponderado del conjunto de píxeles hallados en la vecindad de dicho punto. Los tres métodos difieren en el conjunto de píxeles que consideran:

- Vecino más próximo: al píxel interpolado se le asigna el valor del píxel que corresponde
- Interpolación bilineal: el valor del píxel interpolado es el promedio ponderado de los píxeles en la vecindad 2x2 más cercana.
- Interpolación bicúbica: el valor del píxel interpolado es el promedio ponderado de los píxeles presentes en la vecindad 4x4 más cercana.

5.3.3.2 Amplificación/Reducción de imágenes

Para el cambio de tamaño de una imagen (amplificación/reducción) se utiliza un comando de la barra de herramientas de VISION. Este comando permite especificar: el tamaño de la imagen de salida (procesada), el método de interpolación utilizado y el filtro a usar para evitar el efecto alias. El efecto alias se presenta al reducir el tamaño de una imagen. Esto es debido a que se presenta una pérdida de información cuando se reduce el tamaño de una imagen.

En las figuras 5.15 y 5.16 se presenta un ejemplo de amplificación de imágenes usando los métodos de interpolación descritos anteriormente. La interpolación mediante Fourier se expone más adelante.



Figura 5.15. Imagen original

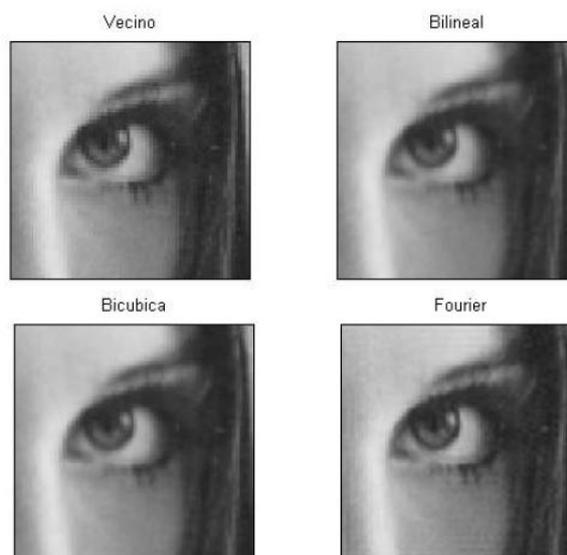


Figura 5.16. Amplificación de la figura 5.15 usando diferentes métodos de interpolación

5.4 PROCESAMIENTO BÁSICO DE IMÁGENES

5.4.1 BINARIZACIÓN DE UNA IMAGEN

La binarización de una imagen consiste en comparar los niveles de gris presentes en la imagen con un valor (umbral) predeterminado. Si el nivel de gris de la imagen es menor que el umbral predeterminado, se le asigna al píxel de la imagen binarizada el valor 0 (negro), y si es mayor, se le asigna un 1 (blanco). De esta forma se obtiene una imagen en blanco y negro. Generalmente se utiliza un umbral de 128 si se trabaja con 255 niveles de gris, pero en algunas aplicaciones se requiere de otro umbral. En la figura 5.17 se muestra un ejemplo de imagen binarizada.



Figura 5.17. Imagen Binarizada

5.4.2 FILTRADO DE UNA IMAGEN

El filtrado es una técnica para modificar o mejorar a una imagen. Por ejemplo, un filtro puede resaltar o atenuar algunas características. El filtrado es una operación de vecindario, en la cual el valor de un píxel dado en la imagen procesada se calcula mediante algún algoritmo que toma en cuenta los valores de los píxeles de la vecindad de la imagen original.

5.4.2.1 Filtros lineales espaciales

El ruido en una imagen es una característica que se desea eliminar, y al ser estas variaciones sobre los niveles de gris, le corresponden las frecuencias altas. Si se

supone que el ruido es una señal que se suma a la señal (imagen) original, el nivel de gris de un píxel puede definirse como la suma del nivel de gris ideal y el ruido:

$$f(x, y) = f_i(x, y) + r(x, y)$$

Aunque el ruido está siempre presente, el que afecte más o menos a un píxel determinado es aleatorio. Si se trata de un ruido Gaussiano, este está definido por una distribución normal de media cero y variancia típica de σ .

5.4.2.2 Filtro pasa baja espacial

Una forma de eliminar el ruido consiste en hacer pasar la imagen por un filtro pasa baja que disminuya la ganancia de las componentes de alta frecuencia. El filtro más sencillo e intuitivo es aquel que tiene coeficientes unitarios en todos los elementos, tal como se muestra a continuación.

Tabla 5.2 Filtro pasa bajo sencillo

1	1	1
1	1	1
1	1	1

Si al resultado se le multiplica por un noveno, se obtiene la media de todos los píxeles, por lo que el ruido disminuye. Sin embargo, este filtro presupone que la influencia de todos los píxeles es igual. Otra consideración es que cuanto más alejado esté el píxel del central, su valor será menor y se obtiene la siguiente máscara:

Tabla 5.3 filtro

1	1	1
1	2	1
1	1	1

Si se desea dar mayor peso al píxel central que a sus vecinos, y a los vecinos tipo 4 que a los de tipo 8, se tiene

1	2	1
2	4	2
1	2	1

En general se tiene:

Tabla 5.4 Filtro pasa bajo general

1	b	1
b	b ²	b
1	b	1

5.4.2.3 Filtrado por la mediana

El filtrado por la mediana permite eliminar el ruido tipo sal y pimienta, es decir, elimina puntos blancos y negros presentes en la imagen. En una secuencia de números x_1, x_2, \dots, x_n la mediana es aquel valor que cumple que $(N-1)/2$ elementos tienen un valor menor o igual a ella y que $(N-1)/2$ tiene un valor mayor o menor que la mediana. La mediana se obtiene ordenando las intensidades de los píxeles de menor a mayor, y el píxel que se encuentra en $(N-1)/2$ es la mediana, tal como se muestra en la figura 5.18. A continuación se muestra como el filtrado por la mediana puede eliminar un valor.

vecindad de x = [0,0,0,0,255,0,0,0,0]

vecindad de x = [0,0,0,0,0,0,0,0,255]

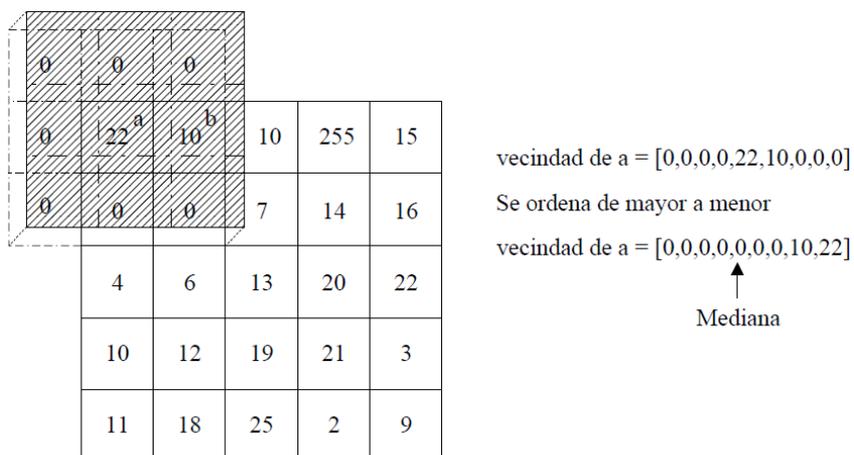


Figura 5.18. Mediana de a y obtención de la mediana

5.5 REALCE DE BORDES

El realce de bordes en una imagen tiene un efecto opuesto a la eliminación de ruido; consiste en enfatizar o resaltar aquellos píxeles que tienen un valor de gris diferente al de sus vecinos. Cabe resaltar que si la imagen contiene ruido, su efecto se multiplicará, por lo que se recomienda primero eliminar el ruido. En la figura 5.19 se muestra un ejemplo de realce de contornos.



Figura 5.19. Realce de contornos

5.5.1 DETECCIÓN DE CONTORNOS

La detección de contornos es un paso intermedio en el reconocimiento de patrones en imágenes digitales. En una imagen, los contornos corresponden a los límites de los objetos presentes en la imagen. Para hallar los contornos se buscan los lugares en la imagen en los que la intensidad del píxel cambia rápidamente, generalmente usando alguno de los siguientes criterios:

- Lugares donde la primera derivada (gradiente) de la intensidad es de magnitud mayor que la de un umbral predefinido.
- Lugares donde la segunda derivada (laplaciano) de la intensidad tiene un cruce por cero.

En el primer caso se buscarán grandes picos y en el segundo cambios de signo, tal como se muestra en la figura 5.20.

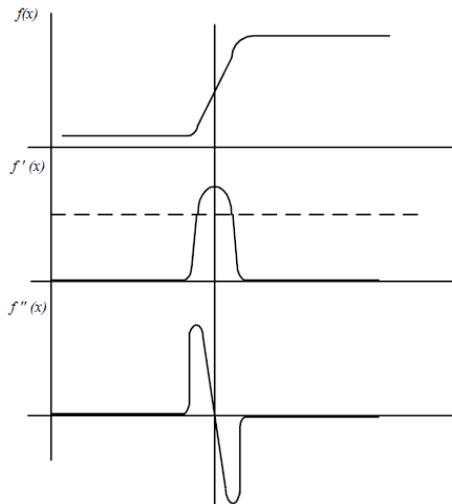


Figura 5.20 Grafico de detección de contornos

5.6 ILUMINACIÓN

La iluminación es el aspecto más decisivo de cualquier aplicación de visión artificial. Eligiendo la técnica adecuada de iluminación se puede lograr un aumento en la exactitud, en la fiabilidad del sistema y en su tiempo de respuesta. Es un error muy serio y costoso asumir que se puede compensar una iluminación inadecuada con un algoritmo. Se han utilizado distintas estrategias de iluminación dependiendo de las necesidades de la aplicación.

5.6.1 TIPOS DE REFLEXION

La luz es reflejada por los objetos de dos maneras llamadas **reflexión especular** y **reflexión difusa**. En la reflexión especular, cada rayo incidente se refleja en una única dirección (los rayos reflejados son paralelos). Una pista de estaño en un circuito o un espejo exhiben reflexión especular. Por otro lado, en la reflexión difusa los rayos incidentes son dispersados en un rango de ángulos salientes. Un pedazo de papel es un reflector difuso.

En realidad, los objetos exhiben todas las clases de conductas entre los extremos de la reflexión especular y la difusa. Los rayos de luz reflejados por una superficie pulida de metal tienen una componente direccional dominante (reflexión especular) pero que es difundida parcialmente por irregularidades de la superficie (reflexión

difusa). El papel presenta algunas propiedades especulares, como se puede comprobar al leer con luz muy intensa. También hay que decir que existen muchos objetos cuyas partes reflejan de manera diferente. Por ejemplo, un conector eléctrico posee pines brillantes (especular) de metal y partes opacas (difusa) de plástico.

5.6.1.1 Reflexiones Especulares.

Las reflexiones especulares son brillantes pero poco confiables. Son brillantes porque la intensidad de la reflexión es comparable con la intensidad de la luz que proviene de la fuente ver Figura 5.21. En muchos casos, las reflexiones especulares saturan al sensor de la cámara. Las reflexiones especulares no son confiables debido a que un pequeño cambio en el ángulo entre la fuente de luz, el objeto y las lentes puede causar que la reflexión especular desaparezca completamente. A menos que estos ángulos estén bien controlados, es mejor evitar la presencia de este tipo de reflexiones. El mejor método para iluminar partes que producen reflexiones especulares es la iluminación difusa.

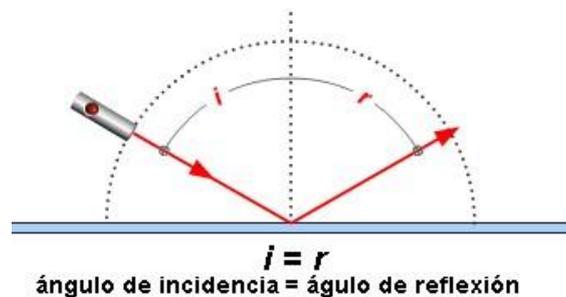


Figura 5.21 Reflexión especular

5.6.1.2 Reflexiones Difusas.

Las reflexiones difusas son tenues pero estables. La intensidad de la reflexión puede ser de 10 a 1000 veces menor que la intensidad de la fuente de luz. La intensidad de la luz reflejada cambia lentamente con el ángulo. Las superficies difusas pueden ser iluminadas correctamente usando fuentes de luz difusas como así también fuentes de luz puntuales.

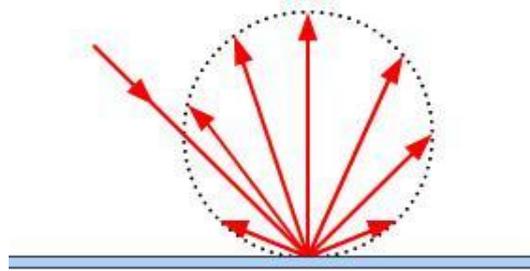


Figura 5.22. Reflexión Difusa

5.6.2 TIPOS DE ILUMINACIÓN

Se utilizan gran variedad de tipos de iluminación dependiendo de la aplicación que se necesite y de las propiedades del objeto a iluminar para los cuales tenemos:

5.6.2.1 Iluminación con Laser

La iluminación mediante láser o luz estructurada se utiliza normalmente para resaltar o determinar la tercera dimensión de un objeto. El método utilizado es colocar la fuente de luz láser en un ángulo conocido con respecto al objeto a iluminar y con respecto a la cámara. Viendo la distorsión de la luz puede interpretarse la profundidad de los objetos a medir. Ver Figura 5.23.

La luz estructurada se utiliza en muchas aplicaciones para obtener la percepción de profundidad y para inspecciones en 3D. Para hacerse una idea, se genera una línea de luz y se visualiza de forma oblicua. Las distorsiones en la línea se traducen en variaciones de altura. Y de aquí se puede desprender los cambios de profundidad o altura de un objeto. Por tanto se puede también determinar la falta o exceso de material, o bien se puede llegar a hacer una reconstrucción en tres dimensiones del objeto.

Los sistemas láser que se comercializan pueden tener diferentes intensidades y longitudes de onda y pueden suministrarse con diferentes patrones: puntos, líneas rectas, circunferencias, cruces, cuadrados, matrices de puntos, y múltiples líneas.



Figura 5.23 Laser

Para obtener la mejor reconstrucción 3D se debe obtener un tamaño de línea lo más delgada posible sobre un fondo con muy baja o nula iluminación.

La mayoría de láseres que se utilizan en visión industrial usan lentes cilíndricas para convertir el punto láser en un patrón. Aunque a primera vista esta sistema parece correcto, la intensidad lumínica a lo largo presenta una forma gaussiana, haciendo la detección mucho más difícil a nivel de software.

5.6.2.2 Iluminación con LED

Para aplicaciones donde no se requiera una gran intensidad de iluminación se puede utilizar la iluminación por LED (Light Emiting Diodes). Los LED proporcionan una intensidad de iluminación relativa a un costo muy interesante, y además tienen una larga vida, aproximadamente 100.000 horas. Otra consideración a tener en cuenta es que sólo requieren un cable de alimentación y no un haz de fibra óptica que en ocasiones es muy delicado. Ver Figura 5.24.



Figura 5.24. Iluminación por LED

La intensidad de la iluminación continua por LED no es tan intensa como otros tipos de iluminación pero actualmente se están introduciendo los LED de alta intensidad que empiezan a proporcionar una iluminación mucho más potente. Si los LED se conectan a un sistema estroboscópico se pueden alcanzar potencias lumínicas muy

similares a los de la luz halógena. Aunque los sistemas con LED más comunes emiten luz de color rojo y se utilizan para aplicaciones monocromas, actualmente se está extendiendo el uso de otros colores como infrarrojo, verde, azul o blanco

5.6.2.3 Iluminación con Fluorescente

Los tubos fluorescentes se usan en muchas ocasiones en aplicaciones de visión artificial, aunque debido a su limitada variedad de formas, también es limitada su utilización. Ver Figura 5.25.

Para las aplicaciones industriales es importante que los fluorescentes funcionen a alta frecuencia al menos a 25kHz. En aplicaciones de visión no pueden utilizarse fluorescentes estándar debido a su efecto de parpadeo, que dependiendo de la velocidad a la que la cámara funcione, puede verse reflejado en la intensidad de la imagen capturada.



Figura 5.25. Fluorescentes

Los tubos fluorescentes estándar no presentan un balance de color uniforme, incorporando longitudes de onda mayoritariamente azules. Para aplicaciones de visión artificial es necesario utilizar fluorescentes con espectro conocido. Así es habitual utilizar en según qué aplicaciones, fluorescentes casi monocromáticos: ultravioletas, amarillos, verdes, azules...

Las fuentes de alimentación que proporcionan electricidad a los fluorescentes pueden venir equipados con fotodiodos, que permiten controlar y regular automáticamente la estabilidad de la luz en todo momento, de forma que cuando la intensidad de la luz del fluorescente disminuye la fuente hace que aumente la potencia hasta devolver la intensidad anterior. La vida media de los tubos fluorescentes es algo superior a las 10000 horas.

5.6.2.4 Iluminación por Fibra Óptica

La iluminación por fibra óptica, es actualmente, la que puede proporcionar la luz más intensa de todos los tipos de iluminación que se utilizan en visión artificial. La idea básica es conducir la luz procedente de una bombilla halógena, o de xenón, que se encuentra en una fuente de iluminación, a través de un haz de fibras ópticas que termina en un adaptador específico para cada tipo de aplicación. Estos adaptadores pueden tener forma circular, lineal, puntual o de panel, y puede ser de distintos tamaños y dimensiones. Ver figura 5.26.

En los haces de fibra óptica hay cierta pérdida de intensidad con relación a la longitud o distancia. Normalmente no se aconseja utilizar haces de fibra óptica de una longitud superior a 5 metros, ya que por una parte se pierde intensidad y por otra el precio se hace un factor determinante. Una de las ventajas de la fibra óptica es que proporciona luz fría, y por tanto es ideal en aplicaciones donde los sistemas que puedan emitir calor sean un inconveniente o también en entornos deflagrantes.



Figura 5.26. Fibra óptica

Las fuentes de iluminación acostumbran a incorporar una bombilla halógena y generalmente incluyen un estabilizador de corriente, con una fuente de alimentación para la lámpara halógena (150W) que se aloja en un espacio donde se conecta el haz de fibra óptica. La potencia de iluminación de la lámpara halógena se controla mediante un reóstato. La vida media de las lámparas halógenas utilizadas con este tipo de iluminación oscila entre 1.000 y 2.000 horas.

5.6.3 TÉCNICAS DE ILUMINACIÓN.

5.6.3.1 Iluminación posterior (backlight).

La iluminación posterior permite delinear el contorno de las piezas, minimiza la visibilidad de gabinetes traslúcidos y permite visualizar perforaciones pasantes. Esta técnica brinda un contraste muy alto y es fácil de implementar. En las imágenes tomadas bajo esta técnica, el fondo (background) aparece uniformemente blanco y el objeto se visualiza mediante su silueta.

Dentro de las técnicas de iluminación posterior se pueden encontrar la difusa y la direccional. En la iluminación posterior difusa (figura 5.27 a) los rayos de luz se transmiten en diversos ángulos, como ya se mencionó. En la iluminación posterior direccional (figura 5.27 b), un colimador hace que todos los rayos de luz se propaguen en direcciones paralelas.

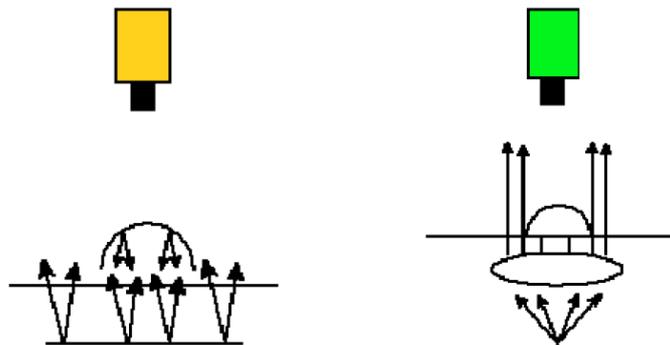


Figura 5.27 a iluminación posterior difusa Figura 5.27 b iluminación posterior direccional

5.6.3.2 Iluminación Frontal Oblicua y Direccional.

La dirección de la iluminación, conocida como el ángulo de incidencia, es el ángulo formado por el plano normal a la superficie y el rayo incidente. Cuando los haces de luz forman un ángulo de 20 grados con la superficie, se puede maximizar el contraste en objetos con relieves de manera que los bordes aparezcan brillantes frente al fondo oscuro que forman las superficies planas del objeto. En la iluminación frontal direccional, el ángulo entre los rayos incidentes y la superficie es de 30° , lo que reduce un poco el contraste pero incrementa la cantidad de información obtenible de las superficies planas.

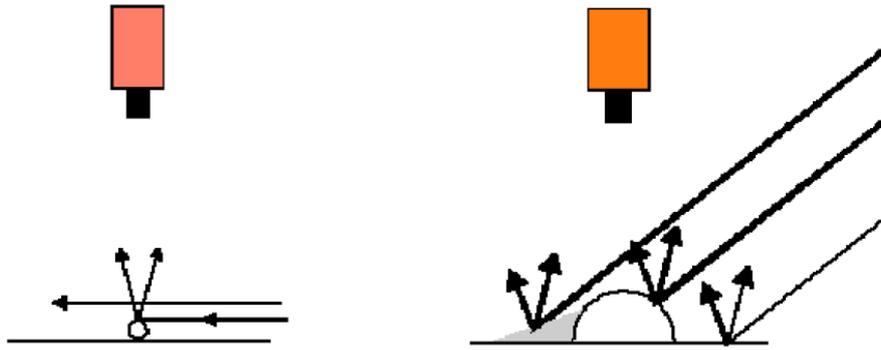


Figura 5.28 Iluminación Frontal Oblicua y Direccional

5.6.3.3 Iluminación Frontal Axial (difusa).

Mediante esta técnica se puede iluminar desde el mismo eje de la cámara con luz uniforme, incluyendo el centro de la imagen. Permite iluminar uniformemente superficies reflectivas, realza detalles grabados y crea contraste entre superficies especulares y difusas / absorbentes.

El dispositivo comercial de la figura 5.29 envía luz mediante el divisor de haces prácticamente a 90 grados. Provee iluminación uniforme para superficies reflectivas planas. De esta forma, las superficies reflectivas perpendiculares a la cámara se ven iluminadas, mientras que aquellas que se encuentran a otros ángulos aparecen oscuras.

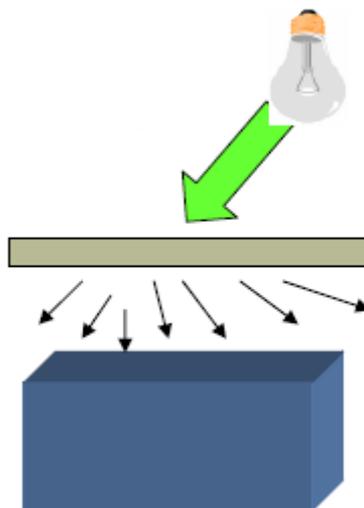


Figura 5.29 Iluminación frontal axial

5.7 DETERMINACION DE LA INSTRUMENTACION

5.7.1 SOFTWARE

- **Sistema de Desarrollo Completo de LabVIEW para Windows**

NI LabVIEW es un reconocido entorno de desarrollo optimizado para ingenieros y científicos que crean aplicaciones de pruebas, medidas y control. Con LabVIEW, usted puede adquirir rápida y fácilmente señales de mundo real, realizar análisis para obtener datos significativos y comunicar o almacenar resultados a través de una variedad de maneras.

Se puede adquirir LabVIEW junto con un software adicional específico de aplicaciones a precios más bajos al comprar NI Developer Suite. Si usted tiene una versión anterior de LabVIEW, puede adquirir una actualización usando el configurador de actuaciones de software. El Sistema de Desarrollo Completo de LabVIEW incluye un año de membresía en el Programa de Servicio Estándar (SSP) para aprovechar al máximo su inversión en software. Con una membresía SSP, usted puede sacar provecho de las mejoras a la última tecnología a través de actualizaciones de software automáticas y versiones de mantenimiento y reducir el tiempo de desarrollo de su aplicación con acceso directo a soporte técnico por teléfono o correo electrónico de parte de ingenieros de aplicaciones de NI.

- **Procesador en Tiempo Real**

El sistema embebido CompactRIO tiene un procesador industrial Freescale MPC5200 de 400 MHz que ejecuta de manera determinante sus aplicaciones de LabVIEW Real-Time en el confiable sistema operativo Wind River VxWorks en tiempo real. LabVIEW tiene funciones integradas para transferir datos entre el FPGA y el procesador en tiempo real en el sistema embebido CompactRIO. Escoja entre más de 600 funciones integradas de LabVIEW para construir su sistema embebido de hilos múltiples para control, análisis, registro de datos y comunicación en tiempo real. Usted puede también integrar código C/C++ existente con código LabVIEW Real-Time para ahorrar tiempo de desarrollo.

5.7.2 HARDWARE

5.7.2.1 NI SMART CAMARA

Las NI Smart Camera combinan un sensor de imágenes con un procesador embebido en tiempo real para lograr tanto adquisición de imágenes como procesamiento en un solo paquete pequeño y robusto. La familia de NI Smart Cameras consiste en modelos con resoluciones VGA (640 x 480 píxeles) y SXGA (1280 x 1024 píxeles) ver figura 5.30, así como modelos que contienen un procesador DSP que brinda rendimiento óptico para algoritmos comunes incluyendo píxeles y lectura de código. NI Smart Cameras funcionan con todo el paquete de algoritmos de visión disponible en la plataforma del software de visión. Con estas cámaras se puede:



Figura 5.30 NI Smart Camera

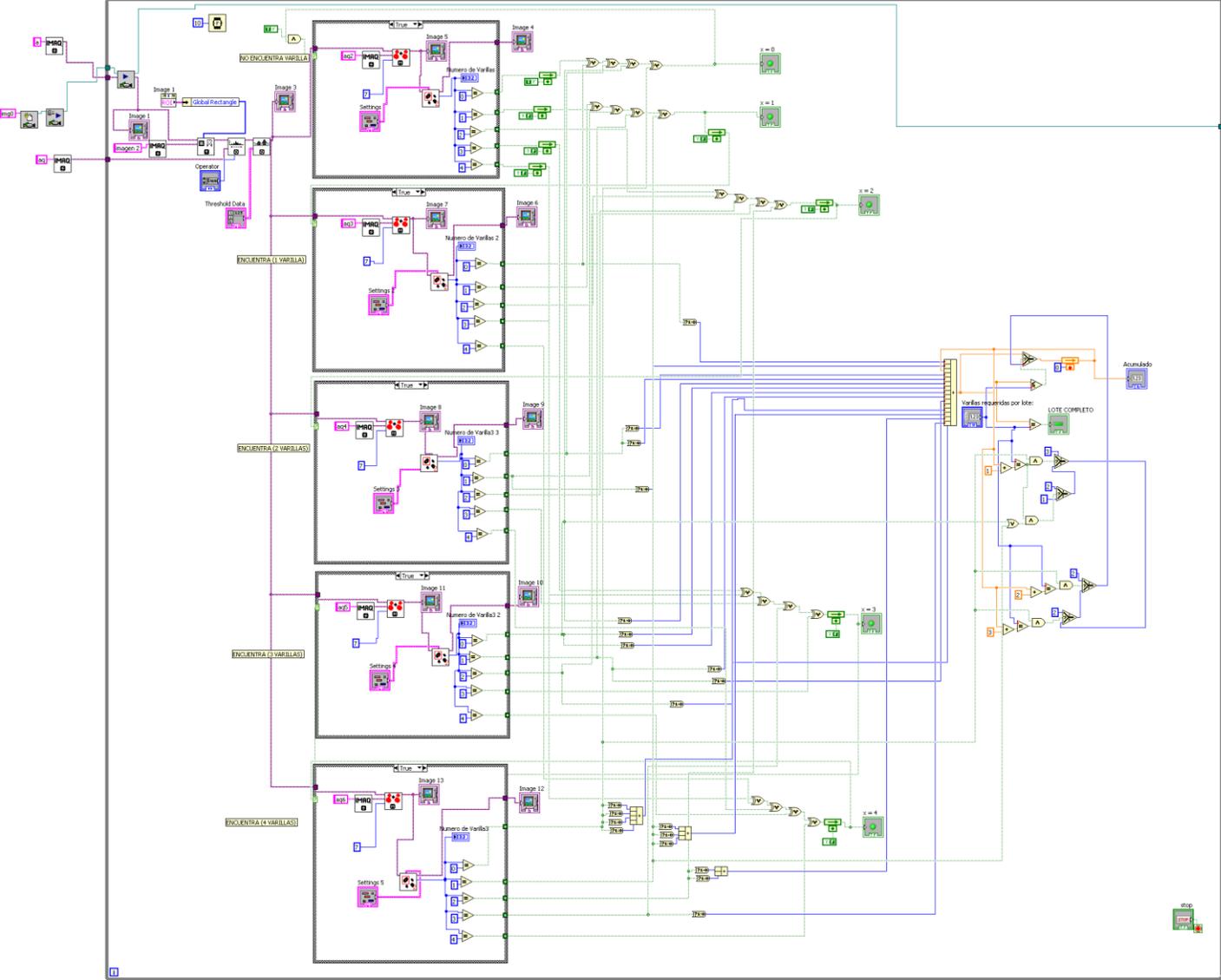
5.7.2.2 CARACTERISTICAS DE LAS CAMARA NI SMART 1742

- Configurar inspecciones en el NI Vision Builder AI o programarlas en el software NI LabVIEW
- Procesar imágenes directamente en el PowerPC interno
- Leer códigos 1D y 2D, leer y verificar texto, comprobar presencia, detectar bordes y mucho más
- Trabaja con un amplio rango de herramientas de visión artificial: desde configurables hasta programables, en tiempo real y embebidas
- Procesa imágenes con cientos de algoritmos para LabVIEW, C/C++, Visual Basic y .NET
- Adquiere, guarda, presenta y monitorea imágenes desde cientos de cámaras diferentes.

Tabla 5.5 Instrumentación necesaria

ITEM	CANTIDAD	ELEMENTO
1	1	SMART CAMERA 1742
2	1	SMART CAMERA 1722
3	2	POWER SUPPLY NI
4	1	OPTIONAL TERMINAL BLOCK NI
5	1	15-PIN D-SUB TO 15-PIN D-SUB CABLE
6	1	CABLE ETHERNET
7	2	COMPUTADOR
8	6	PISTONES HIDRAULICOS
9	1	CENTRAL HIDRAULICA 7.5 HP
10	3	VALVULAS 5/2 ACTIVACION ELECTRICA
11	6	VALVULAS DE SIMULTANEIDAD
12	6	VALVULAS EXTRANGULADORAS
13	3	VALVULAS SOLENOIDES
14	3	RELE CON DECELERACION AL ARRANQUE
15	4	INDICADORES LUMINOSOS
16	1	CONMUTADOR

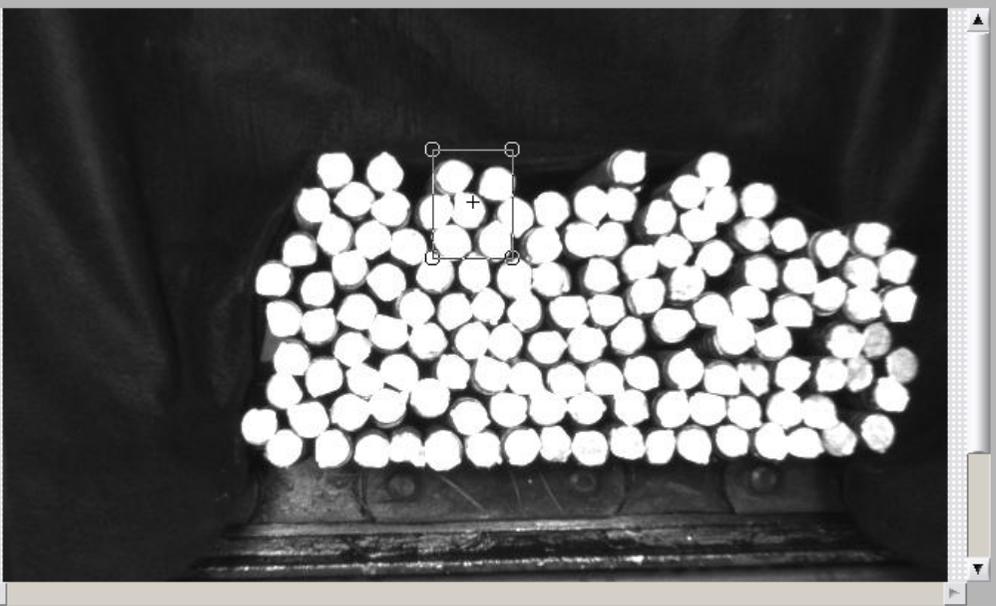
5.8 PROGRAMA CONTADOR



contador en vivo4pruebA1.vi Front Panel

File Edit View Project Operate Tools Window Help

13pt Application Font



Acumulado

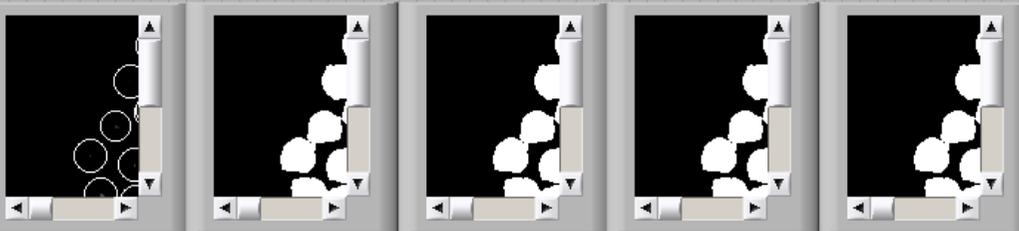
9

LOTE COMPLETO



640x480 1X 8-bit image 33 (624,87)

x = 0 x = 1 x = 2 x = 3 x = 4



Varillas requeridas por lote:

13

STOP

5.9 PROGRAMA DE VERIFICACION

