

DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE TRAFICO VEHICULAR UTILIZANDO PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMAGEN

**Bravo Yadira, Ing.
Carrera H. Dennis, Ing.
Moya P. Daniel, Ing.
Escuela Politécnica Nacional**

RESUMEN

Con la ayuda de la herramienta computacional de LabVIEW y de su librería IMAQ Vision, se desarrollan algoritmos de reconocimiento vehicular utilizando técnicas de procesamiento digital de imágenes con el objetivo de realizar el monitoreo y conteo de tráfico vehicular en tiempo no real.

Utilizando una cámara digital se adquieren películas de corto tiempo del tráfico habitual en una determinada avenida de un carril y un solo sentido, las mismas que son descargadas al computador, para luego éstas ser editadas digitalmente obteniéndose dichos videos en secuencias de imágenes. Cada una de las imágenes son procesadas digitalmente para conocer si en las mismas existe la presencia de algún objeto de grandes dimensiones, en cuyo caso se aplica los distintos algoritmos desarrollados de reconocimiento vehicular en cascada, con el objetivo de dar una mejor eficiencia al sistema de conteo de vehículos.

ABSTRACT

With the help of LabVIEW and its library IMAQ Vision, algorithms of vehicular recognition are developed using technics of digital image processing with the objective of perform the monitoring and count of vehicular traffic in non real time.

Short time movies were gotten using a digital camera of habitual traffic, that are acquired in an avenue of and one way, that scenes are discharged to the computer, afterwards these videos are edited digitally in order to obtained the sequences of digital images. Each image is processed digitally to know if there are a presence of some object of big dimension, in

*dennis_control@yahoo.com
danny_control@hotmail.com*

which case it is applied three different algorithms of vehicular recognition, with the objective of giving a better efficiency to the system of count of vehicles.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de control vehicular en las últimas décadas se han basado en sensores de luz infrarroja, magnéticos, las tradicionales células fotoeléctricas, galgas extensométricas entre otros.

Hasta hace poco tiempo los sistemas de visión artificial operaban extrayendo solamente información de imágenes estáticas, para lo cual podían operar a velocidades relativamente lentas y con una cantidad de información limitada en cierto sentido. Hoy en día, es posible efectuar procesamiento de imágenes a mayor velocidad y procesar mayores volúmenes de información, por esta razón se comienza a buscar algoritmos para el procesamiento de secuencias de imágenes. Sin embargo, hasta el momento la extracción de información de secuencia de imágenes en tiempo real y en forma satisfactoria no puede considerarse un objetivo totalmente alcanzado.

La extracción de información de secuencias de imágenes es una tarea clave en muchos sistemas de visión artificial. Esta información puede ser útil para la solución de problemas tales como la obtención de información referente al desplazamiento de objetos, la medición de velocidad de objetos, modelación tridimensional del entorno, la restauración de imágenes, etc.

El seguimiento y caracterización dinámica de objetos en movimiento permite la utilización de la visión artificial en aplicaciones muy útiles y prometedoras. En aplicaciones como la de control de tráfico de automóviles, es posible ajustar automáticamente y a un bajo costo los

sistemas de señalización en función de las características del tráfico. Pueden utilizarse también para aplicaciones de seguridad, donde un operario humano puede distraerse con facilidad.

DIGITALIZACIÓN

Se conoce como la transformación de una imagen analógica a otra discreta, y es el primer paso en cualquier aplicación de procesamiento de imágenes digitales. Este proceso consta de dos partes: muestreo y cuantificación.

Un muestreo consiste en una subdivisión de la imagen analógica en porciones que envuelven polígonos regulares como triángulos, cuadrados y hexágonos.

La salida de estos sensores es un valor (amplitud) dentro de una escala (color). El resultado puede ser, o bien un único valor (escala de grises) o bien un vector con tres valores por polígono (RGB) que corresponden a la intensidad del color rojo (R), verde (G) y azul (B). A este proceso de discretización del color se le llama cuantificación.

El esquema de subdivisión más común, es el de la cuadrícula rectangular que se indica en la Figura 1.

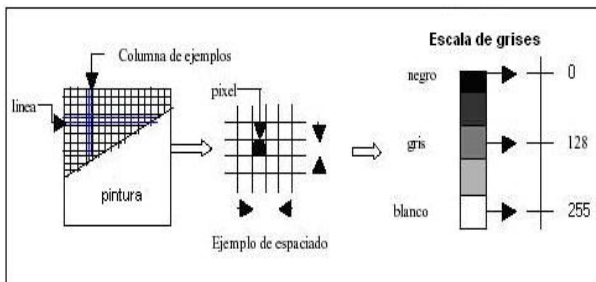


Figura 1 Digitalización de una imagen en escala de grises

Por tanto una imagen digital está dada por una matriz bi-dimensional de valores que representan la intensidad de luz. Es una función de la intensidad de luz.

$$f(x, y)$$

Donde f representa el brillo del punto (x, y) , x e y representan las coordenadas espaciales de un píxel (elemento de cuadro).

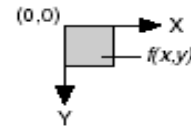


Figura 2 Referencia espacial del píxel (0,0)

PROPIEDADES DE UNA IMAGEN DIGITAL

Una imagen digitalizada tiene tres propiedades básicas:

- *Resolución*, representa el número de filas y el número de columnas de píxeles
- *Definición*, indica el grado de nitidez que se puede observar en una imagen y esta relacionado con el bit de profundidad n , por tanto un píxel puede tomar 2^n valores diferentes.
- *Número de Planos*, corresponde al número de matrices de píxeles que componen una imagen. Una imagen en escala de grises está compuesta de un solo plano, mientras que una imagen a color está compuesta por tres planos.

Los espacios de color permiten representar un determinado color, y son un sub-espacio con un sistema de coordenadas 3D donde cada color es representado por un punto. Los espacios de color mas utilizados son el RGB, HSL, CIE, CMY, YIQ.

El espacio de color RGB (ver Figura 3) se lo visualiza como un cubo donde el rojo, verde y azul se encuentran en las esquinas de cada eje. Cada lado del cubo tiene valores entre 0 y 1 (normalizados), y cuando todas las componentes R, G, y B son de igual magnitud, se tiene cada uno de los valores en escala de grises.

Sabiendo que R , G y B son los valores codificados de las tres componentes de un píxel a color y pueden variar de 0 a 255, y ng (niveles de gris) representa el valor de un píxel en escala de grises; por lo tanto, la forma de obtener una imagen de éste tipo a partir de una en RGB, es aplicando al valor RGB de cada píxel la siguiente fórmula:

$$ng = 0.299R + 0.587G + 0.114B$$

Una conversión alternativa para obtener imágenes en escala de grises es mediante un simple promedio.

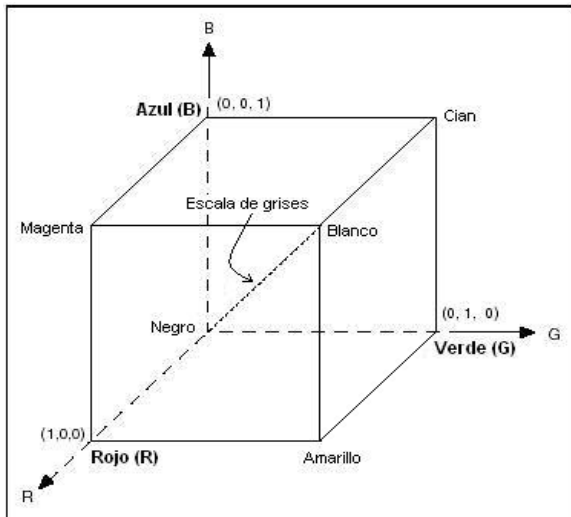


Figura 3 Espacio de color RGB

ANÁLISIS DE IMÁGENES

El análisis de imágenes combina técnicas que procesan las estadísticas y medidas basadas en las intensidades de ng de los píxeles de la imagen, con el fin de comprender el contenido de la imagen y así poder decidir el tipo de herramienta de inspección a usar en una determinada aplicación. Ciertas funciones en el análisis de imágenes son las siguientes: histograma, perfiles de línea y medición de intensidades.

PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

Se denomina a las operaciones desarrolladas sobre un conjunto de datos de imagen para mejorarlas de alguna forma, para ayudar a su interpretación o para extraer algún tipo de información útil de ella. Algunas de las operaciones principales en el procesamiento de imágenes son la codificación, extracción de características, reconocimiento de patrones, entre otras. Las mismas que se expresan generalmente en forma algorítmica y es implementado en software, aunque en algunas ocasiones es necesario utilizar un hardware especializado, debido a la necesidad de velocidad en algunas aplicaciones.

El procesamiento de imágenes puede clasificarse según el tipo de información de entrada y salida. De esta manera se ilustra los siguientes casos:

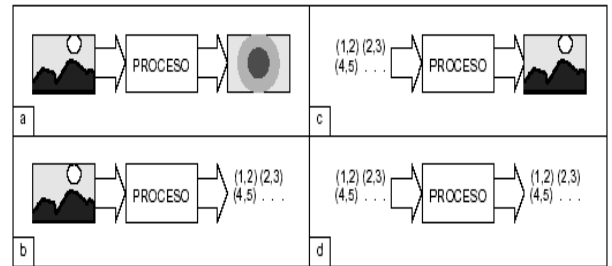


Figura 4 Procesamientos: a) imagen-imagen, b) imagen-datos, c) datos-imágenes, d) datos-datos.

Las operaciones que se realizan sobre imágenes y que tienen como resultado otra imagen se pueden clasificar en tres grupos:

Operaciones puntuales: aquellas en que el valor de cada píxel $G[x,y]$ de la imagen resultante se obtiene a partir del valor del píxel $F[x,y]$ de la imagen original, sin involucrar ningún otro píxel.

Operaciones locales: aquellas en las que el valor de cada píxel $G[x,y]$ de la imagen resultante se obtiene a partir de los valores del píxel $F[x,y]$ y de sus vecinos en la imagen original.

Operaciones globales: aquellas en las que el valor de cada píxel $G[x,y]$ de la imagen resultante se obtiene de los valores del píxel $F[x,y]$ y de todos los demás píxeles en la imagen original.

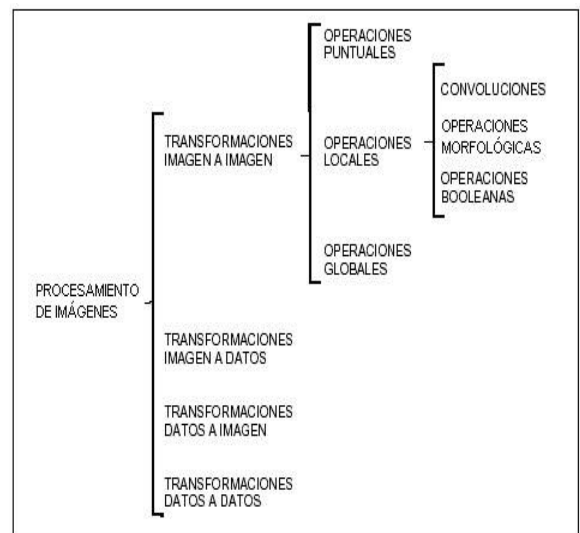


Figura 5 Tipos de procesamientos de de imágenes

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA

El proceso a realizarse es el siguiente:

- Se realiza filmaciones de pocos minutos de duración, utilizando una cámara digital miniDV.
- Una vez capturado el video se procede a descargar a un determinado formato en el computador con la ayuda del puerto firewire, para obtener una buena calidad de descarga así como también un incremento en la velocidad de la misma.
- Utilizando un programa de edición y conversión de video, se realiza la segmentación del video en imágenes para de esta forma poder realizar un procesamiento de imágenes y hacer uso de LabVIEW y su librería IMAQ Vision.
- Se ejecuta un programa encargado de procesar cada una de las imágenes obtenidas en el paso anterior, para de esta forma entrar al proceso de reconocimiento y conteo de vehículos en dichos videos.

DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL

El programa principal se encarga básicamente de dos tareas, el monitoreo de vehículos y el procesamiento de imágenes:

- En lo referente al monitoreo, el programa se encarga de la visualización de las imágenes a secuencia y así tener la percepción de movimiento (video); es decir, volver de imágenes estáticas a video. De esta manera el usuario podrá ir observando el video en tanto que dichas imágenes son procesadas.
- En cuanto al procesamiento de imágenes, el programa principal analiza todas las imágenes y define el frame en el cual se aplica los distintos algoritmos de reconocimiento vehicular.

Dicho análisis de todas las imágenes se realiza trazando dos líneas verticales en cada una de las imágenes (de manera calibrable), para de esta manera poder medir el nivel de

gris promedio que existe en cada una de las mismas.

La Figura 6 ilustra la posición de dichas líneas colocadas a una distancia adecuada y cerca de las ruedas para que sólo objetos de dimensiones parecidas a las de un vehículo produzcan cambios de contraste; entonces, presentándose la perturbación.

Por lo tanto, este método consiste en medir la variación media del nivel de gris de los píxeles a lo largo de las dos líneas; en donde, si no existe cambios de contraste, los valores medidos de ng permanecerán en un rango de 110 a 255 (tono claro), dichas variaciones son producidas solamente por condiciones ambientales.

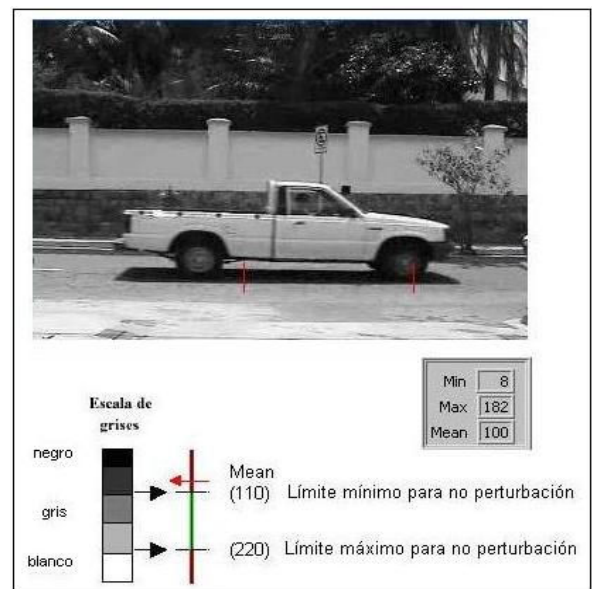


Figura 6 Detección de perturbación

La perturbación existirá solamente cuando el nivel de gris promedie valores de tonalidad oscura (parámetro calibrable); de esta manera, se dará paso a los distintos algoritmos de reconocimiento vehicular.

Los algoritmos de reconocimiento diseñados como sub-VI's son aplicados en serie, con la finalidad de que si uno de ellos falla venga un segundo o sino un tercero, y de esta manera aumentar el porcentaje de efectividad en lo que a reconocimiento se refiere.

El orden de aplicación de los mismos es en base a los números de aciertos obtenidos en las pruebas, el cual es el siguiente:

1. Emparejamiento de modelo
2. Distancia entre ruedas
3. Longitud del chasis

Antes de ver el flujo total de información del sistema de control implementado, cabe recalcar que la resolución de la imagen de procesamiento siempre se la realiza con los valores para el formato MPEG – 1 (352 x240 para NTSC); para que de esta forma las focalizaciones de los distintos algoritmos de reconocimiento sean únicas. Además, el tipo de imagen involucrado en el procesamiento a lo largo de todo el programa, es de 8 bits; con el fin trabajar con imágenes en niveles de gris dada su adaptabilidad a cualquier tipo de procesamiento al cual sea sometido y también para incrementar la velocidad del proceso.

La siguiente Figura muestra el diagrama de flujo del programa principal, en donde se observa claramente los dos modos de operación: Monitoreo (conteo automático de vehículos) y Calibración (ajuste de parámetros para visualización, reconocimiento y perturbación). Esta estructura, hace que el sistema sea muy óptimo para su implementación en tiempo real.

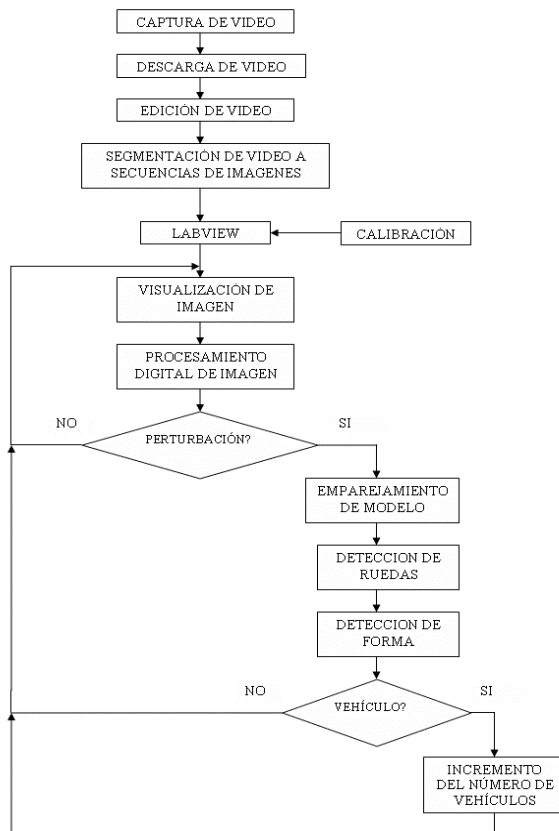


Figura 7 Diagrama de bloques del sistema

DISEÑO DE LOS ALGORITMOS DE RECONOCIMIENTO VEHICULAR

1. EMPAREJAMIENTO DE MODELO (PATTERN MATCHING)

Esta función localiza regiones de una imagen en escala de grises que empata con una plantilla predeterminada. Encuentra plantillas de emparejamiento a pesar de que exista poca iluminación, ruido, emborronamiento, cambio o rotaciones de plantilla.

Permite crear un modelo o plantilla que representa el objeto de búsqueda para cualquier aplicación, calculando además un puntaje (score) para cada empate. Por tanto dicho puntaje se refiere a cuan cercano puede ser un determinado emparejamiento con respecto a la plantilla original.

Este algoritmo es una de las funciones más importantes en procesamientos de imágenes porque son usados en muy variadas aplicaciones, como en las siguientes:

- Alineación: determina la posición y la orientación de un objeto conocido con la ayuda de algunos puntos de referencia de dicho objeto.
- Calibración: mide longitudes, diámetros, ángulos y otras dimensiones críticas. Por ejemplo si dichas mediciones están fuera de los límites de tolerancia, el componente o la pieza bajo análisis son rechazados.
- Inspección: detecta fallas comunes, como la pérdida de una pieza.

En procesos automatizados, la apariencia visual de los materiales o componentes bajo inspección pueden cambiar debido a factores como la orientación de la pieza, cambios de escala y cambios de luz. Las herramientas del emparejamiento de modelo tiene la capacidad de localizar los modelos de referencia a pesar de que existan cambios.

La correlación cruzada normalizada es la forma más común de encontrar una plantilla en una imagen. Su mecanismo está basado en una serie de multiplicaciones, este proceso consume algo de tiempo. Nuevas tecnologías como el MMX permiten hacer multiplicaciones paralelas y por ende reducir el tiempo de procesamiento. Para incrementar la velocidad en el proceso de emparejamiento se debe reducir el tamaño de la imagen y restringir la región de búsqueda en la imagen.

Considerando una sub-imagen $w(x,y)$ de tamaño (resolución) $K \times L$ y una imagen $f(x,y)$ de tamaño $M \times N$, donde $K \leq M$ y $L \leq N$. La correlación $C(i,j)$ entre $w(x,y)$ y $f(x,y)$ en el punto (i,j) está dada por:

$$C(i, j) = \sum_{x=0}^{L-1} \sum_{y=0}^{K-1} w(x, y) f(x + i, y + j)$$

Donde $i = 0, 1, \dots, M - 1$, $j = 0, 1, \dots, N - 1$, y la suma es tomada como la región en la imagen donde w y f se traslapan.

La Figura 8 ilustra el procedimiento de correlación.

Por lo tanto, la correlación es el proceso de mover la plantilla o sub-imagen w a través del área de la imagen f y computar el valor de C en esa área. Esto envuelve multiplicaciones de cada píxel de la plantilla con el píxel de la imagen que se traslapa y entonces sumando todos resultados. El máximo valor de C indica la posición donde w empata de mejor manera con f . Los valores de correlación no son exactos en los bordes de la imagen.

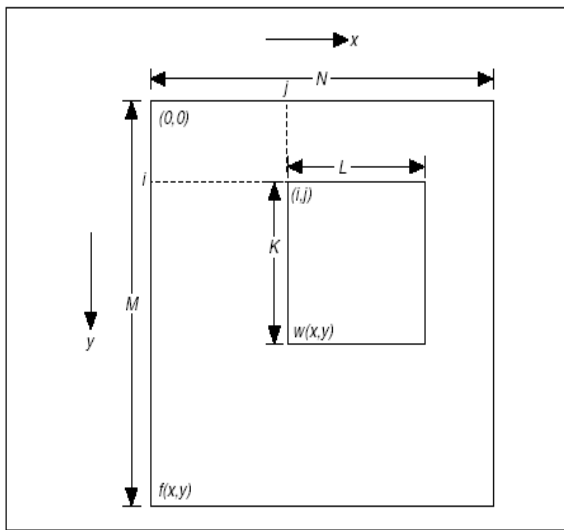


Figura 8 Procedimiento de Correlación

La Correlación básica es muy sensitiva a cambios de amplitud (intensidad) en la imagen y en la plantilla. Por ejemplo, si la intensidad de la imagen f es doblada, entonces los valores de C también se verán afectados. Se puede superar esa sensibilidad mediante el computo del coeficiente de correlación normalizado $R(i,j)$, que es definido como:

$$R(i, j) = \frac{\sum_{x=0}^{L-1} \sum_{y=0}^{K-1} (w(x, y) - \bar{w}) (f(x+i, y+j) - \bar{f}(i, j))}{\left[\sum_{x=0}^{L-1} \sum_{y=0}^{K-1} (w(x, y) - \bar{w})^2 \right]^{1/2} \left[\sum_{x=0}^{L-1} \sum_{y=0}^{K-1} (f(x+i, y+i) - \bar{f}(i, j))^2 \right]^{1/2}}$$

Donde \bar{w} (calculado solamente una vez) es el promedio de valores de intensidad de píxeles de la imagen modelo w de resolución $K \times L$, en

tanto que \bar{f} es el valor promedio de la imagen f en la región coincidente con la actual localización de w . El valor de R varía en el rango -1 a 1 y es independiente de cambios de escala en los valores de intensidad de las imágenes f y w .

En este caso los modelos son imágenes de corta resolución que tienen las siguientes partes: el aro, la rueda, parte de la carrocería y de pavimento.

Para ser considerados como plantillas deben aprobar algunos criterios como son aros claros u oscuros, llanos o con detalles; de esta forma, se seleccionó cinco vehículos "tipo" de la variedad de vehículos que se tuvo en la segmentación de algunos videos.

Para crear en sí el modelo o plantilla es necesario realizar un enfoque en la parte característica del vehículo con la ayuda del bloque IMAQ Extract de la librería de IMAQ Vision con las siguientes coordenadas rectangulares:

- Modelo1 (235, 165, 278, 205)
- Modelo2 (195, 163, 238, 208)
- Modelo3 (208, 158, 258, 198)
- Modelo4 (228, 168, 288, 208)
- Modelo5 (220, 170, 250, 203)

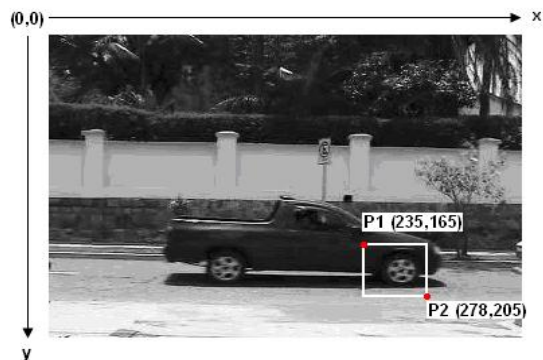


Figura 9 Ejemplo de uso del bloque IMAQ Extract

De esta forma ajustando las coordenadas de las imágenes estáticas de los vehículos "tipo" se logró tener los siguientes cinco modelos mostrados conjuntamente con su resolución en la siguiente Figura.

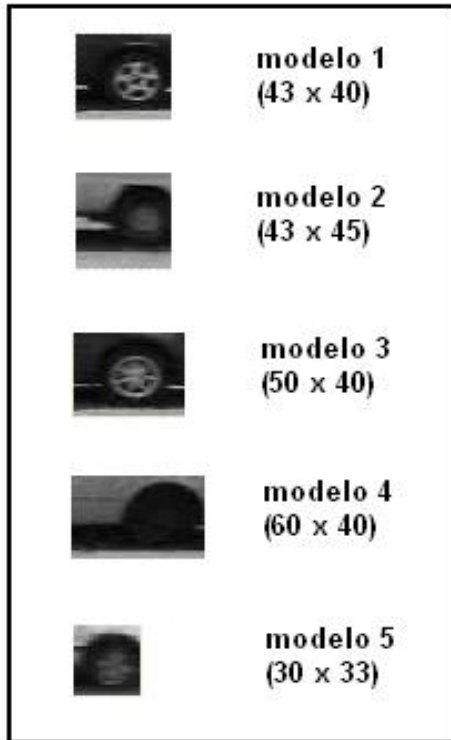


Figura 10 Modelos o plantillas usadas para el proceso de emparejamiento

a) Proceso de Aprendizaje

Este proceso crea una descripción lo más cercana posible de cada una de las imágenes que fueron seleccionadas como modelos, mismas que serán utilizadas durante el proceso de búsqueda.

De tal forma se creó el subVI, cuyo icono se ilustra en la siguiente Figura.

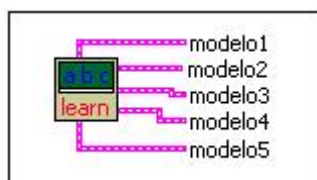


Figura 11 learn.vi

b) Proceso de Búsqueda

En esta parte del algoritmo se realiza el verdadero objetivo, que consiste en la

búsqueda (en la región media inferior) de los cinco modelos aprendidos en el proceso anterior, que en caso de encontrar el modelo se señala como se indica en la siguiente Figura dándonos a entender que es un vehículo.

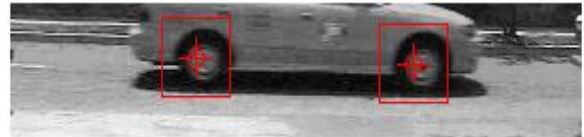


Figura 12 Región de búsqueda y objetivos del emparejamiento

De lo anterior explicado, se diseñó el siguiente subVI search.vi cuyas entradas y salidas son detalladas en la Tabla 1. En el programa principal dicho subVI será visualizado como se ilustra en la siguiente Figura:

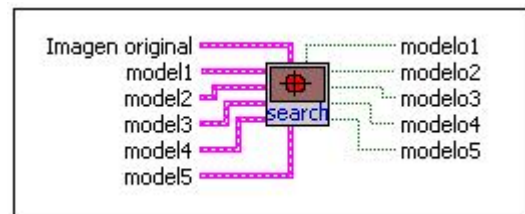


Figura 13 search.vi

Tabla 1 Descripción de entradas y salidas del subVI search.vi

		Descripción	Tipo
Entradas	Imagen Original	Imagen en la cual va a realizarse el proceso de búsqueda	Cluster 2 elementos: - String - Unsigned long 32 bit integer
	modelo1	Imagen y descripción de cada una de las imágenes extraídas a partir de las imágenes "tipo". Estas entradas son unidas con las salidas del bloque learn.vi	
	modelo2		
	modelo3		
	modelo4		
modelo5			
Salidas	modelo1	Son confirmaciones del proceso de búsqueda de acuerdo al número de modelo encontrado.	Booleana
	modelo2		Booleana
	modelo3		Booleana
	modelo4		Booleana
	modelo5		Booleana

2. DISTANCIA ENTRE RUEDAS

Este método se focaliza en la búsqueda de las ruedas como también en la medición de la distancia entre las mismas; siendo estas, partes básicas constitutivas de un vehículo.

Con el fin de que este algoritmo sea eficaz, se desarrollaron dos tipos de procesamientos en

paralelo para cubrir con la diversidad en el color del aro de los vehículos; de esta manera, en las imágenes bajo análisis se podrá reconocer sus ruedas ya sean de un tono claro o de un tono oscuro. Una vez detectadas las dos ruedas (al mismo nivel) por cualquiera de los dos procesos, se procederá a medir la distancia entre círculos; y si es la adecuada, dicha imagen procesada corresponderá a la de un vehículo.

Para lograr el objetivo de aislar las dos ruedas de las imágenes estáticas que requieren de procesamiento, será necesaria la aplicación de las siguientes etapas:

- Pre-procesamiento
- Umbralización
- Morfología Binaria
- Medición de partículas

a) Pre-procesamiento

En este también se focaliza el análisis solamente en la parte inferior de las imágenes con las siguientes coordenadas (0, 135, 352, 208), como se muestra en la siguiente Figura:



Figura 14 Región de búsqueda para el aislamiento de las ruedas

b) Umbralización (Thresholding)

El proceso de Umbralización es usado para aislar objetos de interés en una imagen, eligiendo un intervalo adecuado entre 0 y 255 para una imagen en niveles de gris, y de esta forma seguir realizando técnicas de procesamiento sobre imágenes binarias.



Figura 15 Imagen binaria producida por el bloque IMAQ Threshold

c) Morfología Binaria

Una vez obtenida la imagen binaria, se realizará una serie de operaciones morfológicas primarias y avanzadas de tal

forma que se logre aislar las ruedas en las imágenes bajo análisis.

En la siguiente Figura se ilustra la imagen binaria resultante con dos partículas que básicamente constituyen los aros de los vehículos.



Figura 16 Aislamiento de las ruedas

d) Medición de partículas

Una vez aisladas las partículas de los aros, se procede ahora con la búsqueda de los dos círculos, así como también con la medición de la distancia entre las mismas (en píxeles).

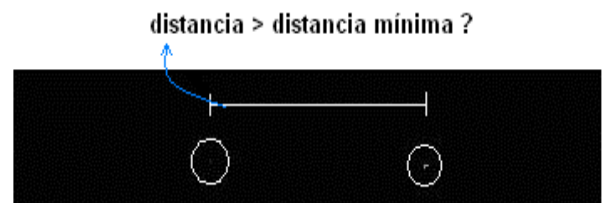


Figura 17 Condición para considerar como vehículo

Los pasos anteriormente explicados nos permiten crear el subVI ruedas.vi, cuyo icono se ilustra en la Figura 18.

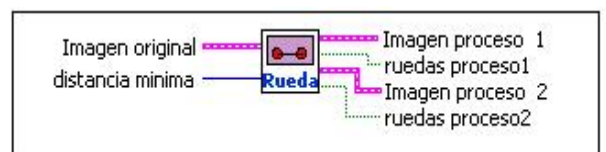


Figura 18 ruedas.vi

En la siguiente Tabla se señala la descripción y el tipo de las entradas y de las salidas que forman parte del subVI diseñado para éste algoritmo de reconocimiento vehicular.

Tabla 2 Descripción de entradas y salidas del subVI ruedas.vi

		Descripción	Tipo
Entradas	<i>Imagen Original</i>	Imagen en la cual va a realizarse el proceso de detección de ruedas	Cluster 2 elementos -String -Unsigned long 32 bit integer
	<i>Dist. Mínima*</i>	Es la distancia en píxeles que tienen que estar separados los centros de los círculos detectados para poder ser considerados como vehículos.	Constante (long 32 bit integer)
Salidas	<i>Imagen proceso 1</i>	Es la imagen extraída en la cual se puede observar los círculos que detecta el proceso para aros claros	Cluster 2 elementos
	<i>ruedas proceso 1</i>	Es la confirmación de detección de vehículo usando el proceso para aros claros	Booleana
	<i>Imagen proceso 2</i>	Es la imagen extraída en la cual se puede observar los círculos que detecta el proceso para aros oscuros	Cluster 2 elementos
	<i>ruedas proceso 2</i>	Es la confirmación de detección de vehículo usando el proceso para aros oscuros	Booleana

* Parámetro configurable por el usuario

3. LONGITUD DEL CHASIS

Este tipo de reconocimiento se fundamenta básicamente en poder aislar la forma de la carrocería de los vehículos, con esto se puede eliminar objetos de menores dimensiones como podrían ser personas, motocicletas, etc.

Para lograr aislar la carrocería del vehículo, se realiza restas de imágenes y así eliminar detalles de fondo como son: vereda, pared, postes, árboles, en fin objetos estáticos que podrían distorsionar el análisis pretendido. Dicha resta se realiza entre la imagen que requiere de procesamiento y una imagen del fondo, la cual es refrescada continuamente (ver Figura 19).

Como en el anterior algoritmo, primero se realiza un mejoramiento de la imagen antes de entrar al análisis de partículas sobre imágenes binarias. Al final del procesamiento se obtendrá una sola partícula binaria que dependiendo de su longitud, se justificará si esta partícula corresponde o no a la forma del chasis del vehículo.

a) Pre-procesamiento

Como en todos los métodos de reconocimiento, el color del vehículo influye enormemente en la caracterización de parámetros, por ende y en base a los resultados se tomó en consideración lo señalado en la Tabla 3.

Tabla 3 Operación Aritmética en base a la tonalidad del vehículo

	Operación Aritmética
Para vehículos claros (ng mayor a 90)	<i>imagen - imagen de fondo (pared)</i>
Para vehículos oscuros (ng menor a 90)	<i>imagen de fondo (pared) - imagen</i>



Figura 19 Focalización para la resta de imágenes con las coordenadas (0, 98, 352, 210)

La siguiente Figura ilustra el resultado de la resta con el objetivo de aislar los objetos que no existen en la imagen de fondo.



Figura 20 Resultado de una resta de imágenes

b) Umbralización



Figura 21 Umbralización

c) Morfología binaria

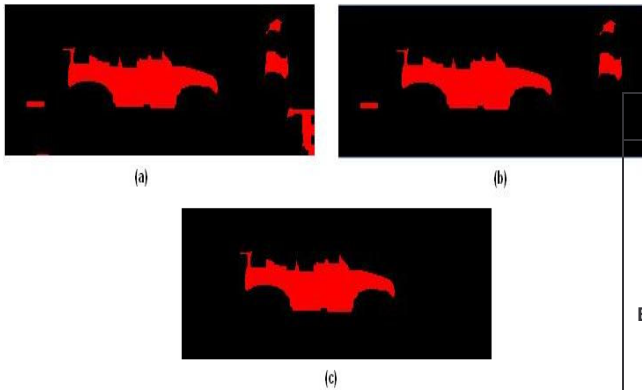


Figura 22 Aislamiento final de la forma del chasis del vehículo (a) Acción de IMAQ FillHole, (b) Acción de IMAQ RejectBorder, (c) Acción de IMAQ RemoveParticle.

d) Medición de partículas

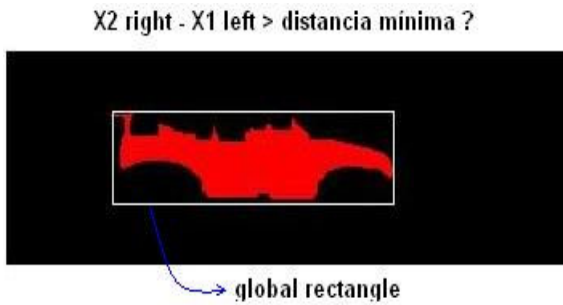


Figura 23 Condición para considerar como vehículo

Dando como resultado la creación del subVI forma.vi. La descripción de sus entradas y salidas se indican en la Tabla 4.

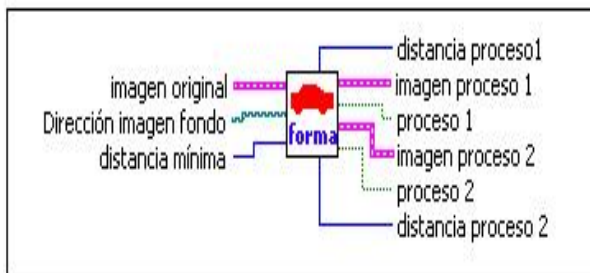


Figura 24 forma.vi

Tabla 4 Descripción de entradas y salidas del subVI forma.vi

		Descripción	Tipo
Entradas	Imagen Original	Imagen en la cual va a realizarse el proceso de aislar el chasis	Cluster 2 elementos -String -Unsigned long 32 bit integer
	Dirección imagen fondo	Ubicación dentro de la secuencia de imágenes para el fondo	Dirección de archivo
	Distancia mínima*	Es la distancia en píxeles de la partícula para poder ser considerada como chasis del vehículo.	Constante (long 32 bit integer)
Salidas	Distancia proceso1	Tamaño en píxeles de la partícula en el proceso de autos de color claro	Constante (long 32 bit integer)
	Imagen proceso 1	Es la imagen en la cual se observa aislado la partícula (chasis) para autos de color claro	Cluster 2 elementos
	proceso 1	Es la confirmación de detección de vehículo de color claro	Booleana
	Distancia proceso2	Tamaño en píxeles de la partícula en el proceso de autos de color oscuro	Constante (long 32 bit integer)
	Imagen proceso 2	Es la imagen en la cual se observa aislado la partícula (chasis) para autos de color oscuro	Cluster 2 elementos
	proceso2	Es la confirmación de detección de vehículo de color oscuro	Booleana

* Parámetro configurable por el usuario

CONCLUSIONES

La información en el dominio del espacio y el tiempo del video es provista en base a una secuencia de imágenes y el efecto del movimiento es llevado a cabo a través de cambios pequeños y continuos dichas imágenes.

El sistema implementado en este proyecto además de ser versátil, eficaz y fácil de utilizar, no tiene los inconvenientes de otros sistemas con respecto a la instalación y generación de ruido debido por ejemplo a campos electromagnéticos.

Para lograr reconocer los vehículos, la posición y estabilidad de la cámara es fundamental porque se requiere un campo de visión apropiado para aplicar los distintos

algoritmos desarrollados para el reconocimiento vehicular.

La resolución de las ventanas de imágenes están cuantizadas en unidades de píxeles, mas no en unidades del mundo real debido a que la distancia entre la cámara al vehículo no será la misma para las distintas condiciones de filmación y aplicaciones.

Con la finalidad de no aplicar los algoritmos de detección a todas las imágenes, sino solamente en las cuales se sospeche que puedan contener un vehículo, se diseñó un artificio para sensar en todas las imágenes que componen el video, el nivel de gris promedio de dos líneas colocadas a una distancia prudencial. Por consiguiente el cambio más drástico de contraste se da en la presencia de un vehículo y su sombra, produciéndose así la llamada "perturbación".

Para lograr ser más eficaz al sistema implementado, se diseñaron tres algoritmos diferentes de reconocimiento vehicular, y son aplicados en uno tras de otro. El orden de ejecución de éstos se determinó según las pruebas realizadas a varios videos, y dando prioridad al que dio mayor número de aciertos.

Para aumentar la velocidad de procesamiento y disminuir los errores, fue conveniente para cada uno de los algoritmos, focalizar una región de interés sobre cada una de las imágenes.

Por cuanto el sistema de control vehicular puede ser implementado en diferentes sitios, se necesita de ciertos ajustes para su correcto funcionamiento; por tanto, se creó dos modos de operación uno de monitoreo y otro de calibración, el mismo que contiene parámetros indispensable para su satisfactorio desenvolvimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Digital Signal Processing / Steven W. Smith / www.DSPguide.com
2. IMAQ Vision 6.0 Concepts Manual
3. IMAQ Vision 6.0 for LabVIEW Users Manual
4. Z. Zhang. "Estimating motion and structure from correspondence of line segments between two perspective

images." IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence, vol 17, no. 12, pp. 1129-1139, Dic. 1995.

5. Visión Artificial Dinámica. Determinación de movimiento a partir de secuencias de imágenes. / Universidad del País Vasco / Aitzol Zuloaga Izaguirre y José Luis Martín González.

6. Teoría de video digital:

Wanadoo. Zona Técnica. MPEG y Video Digital
<http://perso.wanadoo.es/titirs/vcd.html>

Zonadvd. Enciclopedia. NTSC / PAL
<http://www.zonadvd.com/modules.php?name=Encyclopedia&op=content&tid=58>

Linuca. Rubén Ramos. Formatos de Video
<http://linuca.org/body.phtml?nldNoticia=148>

BIOGRAFIAS



Carrera, Dennis. Nació en Quito, el 12 de Enero de 1980. Obtuvo su título de Bachiller en Humanidades Modernas Especialización Físico Matemático en el Colegio Nacional "Eloy Alfaro". Sus estudios superiores los realizó en la

Escuela Politécnica Nacional, obteniendo el título de Ingeniero en Electrónica y Control en mayo del 2005.



Moya, Daniel. Nació en Quito, el 26 de octubre de 1980. Obtuvo su título de Bachiller en Humanidades Modernas Especialización Físico Matemático en el Colegio Nacional Experimental

"Juan Pío Montúfar". Sus estudios superiores los realizó en la Escuela Politécnica Nacional, obteniendo el título de Ingeniero en Electrónica y Control en mayo del 2005.

Actualmente presta servicios en calidad de Instructor de Laboratorio en el departamento de Automatización y Control Industrial de la Escuela Politécnica Nacional.