

## SISTEMA DE CONTROL VEHICULAR UTILIZANDO RECONOCIMIENTO ÓPTICO DE CARACTERES

G. Benavides<sup>1</sup> - Adriana María Díaz Díaz - Jhon Fredy Blanco Santos – Marco Javier Suarez Barón, Escuela Colombiana de Carreras Industriales (ECCI), Ingeniería Electrónica Tecnología Soporte En Telecomunicaciones, Bogotá – Colombia  
adrianita1\_2005@yahoo.com - jhofreblasan@hotmail.com - german.benavides@gmail.com - marcojaviersuarezbaron@gmail.com



### GERMÁN BENAVIDES CALDERÓN<sup>1</sup>

Físico de la Universidad Nacional de Colombia, Ingeniería electrónica Universidad Distrital, experto en Robótica y Visión por Computador, asesor en el área de ciencia y tecnología de la asociación Buinaima.

### RESUMEN

Este trabajo presenta un sistema orientado al control vehicular aplicando Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR) de la Placa del vehículo, se utiliza una cámara USB para la captura de la imagen y posteriormente se analiza y procesa sobre la Plataforma de desarrollo Matlab 9. Para la adquisición de imágenes en tiempo real se utilizan cámaras de video, las cuales tienen la tarea de convertir las ondas de luz en señales eléctricas, o en su correspondiente formato de video. El prototipo proveerá una herramienta de seguridad automatizada, rentable y eficiente, ya que captura la imagen del vehículo, y mediante un proceso de filtrado y acondicionamiento, se obtiene el número de matrícula para así mejorar el sistema de movilidad y seguridad, el proceso continua con la comparación de la matrícula en la base de datos generando una señal de alerta en caso de algún tipo de anomalía. Las aplicaciones pueden variar según la finalidad del proyecto: registro de vehículos en parqueaderos públicos o privados, seguridad en estaciones de peaje, detección de código de barras, estadísticas de flujo vehicular en avenidas, etc.

**Palabras Claves:** OCR, procesamiento de imagen, Visión artificial, Matlab, prototipo, reconocimiento de patrones.

## ABSTRACT

This work presents a system focused to Optical Character Recognition (OCR), applying of checking the vehicle registration, this prototype use a USB camera for the capture the image and its and after your image characteristic processing thought Matlab 9.0. To acquire images in real time using video cameras, which have the task of converting light waves into electrical signals, or in its corresponding video format. The prototype will provide an automated security tool, profitable and efficient as it captures the image of the vehicle and through a process of filtering and conditioning, you get the license number in order to improve mobility and safety system, the process continues comparison of enrollment in the database generating a warning signal in case of an abnormality. Applications may vary depending on the purpose of the project: vehicle registration in public or private parking lots, toll stations, security, barcode detection, traffic flow statistics in avenues, and so on.

Keywords - OCR, image processing, computer vision, Matlab, prototyping, pattern recognition.

## 1. INTRODUCCIÓN

El tratamiento digital de imágenes contempla el procesamiento y análisis de las mismas. El procesamiento está enfocado a la realización de transformaciones, restauraciones y mejoramientos de las imágenes. El análisis consiste en la extracción de propiedades y características, así como la clasificación, identificación y reconocimiento de patrones.

Con el pasar de los años y el avance vertiginoso de nuevas tecnologías,

el procesamiento de imágenes se ha convertido en un tema de actualidad y de gran aplicación para beneficio de la sociedad y posee un enorme valor científico-técnico por los innumerables campos en los que puede ser aplicado. Las ventajas del procesamiento digital de imágenes radican en la gran cantidad de información que puede ser obtenida, manipulada y procesada, pudiendo ser aplicada en múltiples campos como son la industria, la seguridad, medicina, etc.

La inseguridad ha sido un problema que ha afectado a la sociedad, pero con el pasar de los años sus índices han aumentado de manera alarmante en nuestro país, el robo de vehículos es uno de los delitos más preocupantes, solo en la ciudad de Bogotá las estadísticas de los últimos 4 años indican que existe un promedio de 2555 robos de autos anualmente (7 por día) . La falta de herramientas tecnológicas acrecienta el problema de la inseguridad, ya que no permite la rápida, ágil, y efectiva acción policial, permitiendo el tránsito normal por las calles y carreteras de vehículos robados en nuestro país.

Siendo parte y testigos del gran auge tecnológico de las dos últimas décadas y sobre todo en el área del procesamiento digital de señales nos sentimos motivados y obligados a buscar soluciones técnico-económicas, eficientes, y de gran impacto social como lo es la implementación de un programa que permite llevar un registro continuo y permanente de información de la identificación de los automotores. La aplicación provee:

- El ahorro que representa la compra de equipos o servicios satelitales.
- Facilidad de instalación y operatividad.
- Fácil actualización.
- Alto grado de confiabilidad de la información procesada.

El sistema consta de cuatro fases fundamentales:

1. Adquisición de imágenes,
2. Detección de patrones,

3. Reconocimiento de caracteres y
4. Verificación en la base de datos.

## 2. ANTECEDENTES

Inicialmente el reconocimiento de patrones es un problema clave en visión artificial, normalmente este proceso se ve afectado por el ruido y errores inherentes al procesamiento de imágenes, entre sus ventajas se encuentra la efectividad y velocidad de procesamiento.

Los patrones se obtienen a partir de los procesos de segmentación, extracción de características y descripción donde cada objeto queda representado por una colección de descriptores. El sistema de reconocimiento debe asignar a cada objeto una categoría o clase [1].

Los sistemas de reconocimiento de patrones tienen diversas aplicaciones. Algunas de las más relevantes y utilizadas actualmente son [2]:

- **Previsión meteorológica:** Poder clasificar todos los datos meteorológicos según diversos patrones, con el conocimiento obtenido de las diferentes situaciones que pueden aparecer, nos permiten crear mapas de predicción automática.
- **Reconocimiento de caracteres escritos a mano o a máquina:** Es una de las utilidades más populares de los sistemas de reconocimiento de patrones ya que los símbolos de escritura son fácilmente identificables.

- **Reconocimiento de voz:** El análisis de la señal de voz se utiliza actualmente en muchas aplicaciones, un ejemplo claro son los tele operadores informáticos.
- **Aplicaciones en medicina:** Análisis de biorritmos, detección de irregularidades en imágenes de rayos-x, detección de células infectadas, marcas en la piel, etc.
- **Reconocimiento de huellas dactilares:** Utilizado y conocido por la gran mayoría, mediante las huellas dactilares todos somos identificables y con programas que detectan y clasifican las coincidencias, resulta sencillo encontrar correspondencias.
- **Reconocimiento de caras:** Utilizado para contar asistentes en una manifestación o simplemente para detectar una sonrisa, ya hay diferentes cámaras en el mercado con esta opción disponible.
- **Interpretación de fotografías aéreas y de satélite:** Gran utilidad para propuestas militares o civiles, como la agricultura, geología, geografía, planificación urbana, etc.
- **Predicción de magnitudes máximas de terremotos.**
- **Reconocimiento de objetos:** Con importantes aplicaciones para personas con discapacidad visual.
- **Reconocimiento de música:** Identificar el tipo de música o la canción concreta que suena.

Los sistemas de reconocimiento de caracteres comprenden diversas etapas como son: la adquisición de la imagen, el pre tratamiento, la segmentación, el reconocimiento de caracteres, el reconocimiento de fuentes, el proceso de sectorización, el reconocimiento de gráficos, el reconocimiento estructural y la clasificación de documentos [3].

La verificación de una base de datos proporciona a los usuarios el acceso a datos que pueden visualizar, ingresar o actualizar, de acuerdo con los permisos de acceso que se les hayan otorgado. Dicha base de datos es más útil a medida que crece la cantidad de datos almacenados en la misma.

Una base de datos puede ser personal, es decir que puede utilizarla sólo un usuario en un equipo, o puede ser compartida, esto es, que la información se almacena en equipos remotos y se puede acceder a ella a través de una red, permitiendo el ingreso de varios usuarios al mismo tiempo.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la adquisición de imágenes en tiempo real se utilizan cámaras de video, las cuales tienen la tarea de convertir las ondas de luz en señales eléctricas o en su correspondiente formato de video [4].

En la aplicación se utiliza una cámara Microsoft Lifecam con resolución de 300 píxeles.

Una vez se adquiere la imagen se utiliza la técnica de gradiente de Sobel, el cual es

implementado en algoritmos de detección de bordes. Técnicamente es un operador diferencial discreto que calcula una aproximación al gradiente de la función de intensidad de una imagen.

El Operador Sobel es aplicado sobre una imagen digital en escala de grises, el cual calcula el gradiente de la intensidad de brillo de cada punto (píxel) dando la dirección del mayor incremento posible (de negro a blanco). El resultado muestra qué tan abruptamente o suavemente cambia una imagen en cada punto analizado, y a su vez que tanto, un punto determinado representa un borde en la imagen y también la orientación a la que tiende ese borde [5].

Matemáticamente, el operador utiliza dos kernels (nucleos) de 3\*3 elementos para aplicar una transformación a la imagen original y así calcular aproximaciones a las derivadas. Se implementan kernel para los cambios horizontales y otro para las verticales. Si se define A como la imagen original  $G_x$  y  $G_y$  son los dos kernels que se representan así:

$$G_x = \begin{bmatrix} +1 & 0 & -1 \\ +2 & 0 & -2 \\ +1 & 0 & -1 \end{bmatrix} * A \quad \text{and} \quad G_y = \begin{bmatrix} +1 & +2 & +1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix} * A \quad (1)$$

En (1) se indica, el resultado calculado para cada punto en las aproximaciones horizontal y vertical de las derivadas de la intensidad.

$$G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} \quad (2)$$

En (2) se menciona como pueden ser combinados los gradientes horizontal y vertical con el fin de obtener la magnitud del gradiente en cada punto de la imagen. Con esta información, se obtiene:

$$\Theta = \arctan \left( \frac{G_y}{G_x} \right) \quad (3)$$

En (3) se indica, el cálculo de la dirección del gradiente, en donde, por ejemplo  $\Theta$  es o para bordes verticales con puntos más oscuros al lado izquierdo.

La localización de los caracteres se logra mediante el posicionamiento de una región de interés, la ubicación de esta se la realiza tomando como ROI (Region of interest, ROI) base el de la imagen patrón y mediante operaciones matemáticas simples se obtiene el ROI de caracteres. La simplicidad de este proceso se da por el alto grado de simetría de las placas vehiculares. [6].

Una vez adquirida y localizada la placa se procede a realizar la lectura de caracteres y de acuerdo a la aplicación la manipulación de los datos.

El reconocimiento óptico de caracteres es el proceso de cambiar una imagen digital en texto, las imágenes que incorporan texto no pueden ser editadas directamente porque están definidas en píxeles, la función del OCR es convertir el conjunto de píxeles en caracteres ASCII, de modo que se puedan buscar en él cadenas de caracteres, exportarlos a un editor de texto, o a

otras aplicaciones y reducir el espacio en memoria ya que pasan a ser representadas únicamente por un número [7].

La información obtenida de las placas vehiculares examinadas, se compara con una base de datos en Excel previamente elaborada con número de placas que simularan carros robados con el fin de identificar si el carro se encuentra reportado como robado o no.

Cuando se encuentre un vehículo registrado como robado se dispara una alarma visual.

#### 4. RESULTADOS EXPERIMENTALES

##### A. Ensayo Nº 1

Se inicia con la placa que se muestra en la fig. 1, la cual fue predeterminada como imagen a leer dentro del programa que se generó, como base para realizar las correcciones que dieran a lugar en el proceso de experimentación.



Fig. 1 Placa ITY 374

Se determina un ciclo para que el programa definiera si la imagen se encuentra a color o en escala de grises para poder hacer o no la conversión necesaria y poder así reconocer los caracteres de cada placa ingresada en el sistema.

Dado que la imagen anterior se encuentra a color, el programa realiza la conversión en escala de grises.



Fig. 2 Placa En Escala de Grises

En la fig. 2 se presenta la imagen convertida en escala de grises, se procede a recortar la imagen y eliminar el fondo innecesario, dimensionando la imagen manualmente.

Posteriormente, utilizando el gradiente de Sobel, se realiza un mapeo en dos dimensiones del gradiente de cada punto sobre la imagen, la cual puede ser procesada por el programa para realizar una binarización y posterior reconocimiento de los contornos.

Una vez hecho el reconocimiento de los caracteres que conforman la placa, se realiza un corte por cada carácter, para mostrar el resultado final, el cual no corresponde a la placa estudiada y el cual se presenta en la fig. 3.



Fig. 3 Resultados Obtenidos

## B. Ensayo N° 2

En la fig. 4 se presenta una imagen más grande, exigiendo al programa para que tome las dimensiones automáticamente, obteniendo los resultados que se mencionan a continuación:



Fig. 4 Placa N°2 CVY000

Durante el proceso se realiza el cálculo del gradiente de Sobel, binarización y reconocimiento de contornos, como se

mencionó anteriormente.

Pero al generar la segmentación predeterminada en el código anterior, presentamos el inconveniente de que los ceros no los reconoce correctamente tal como se presenta en la fig. 5



Fig. 5 Error en el reconocimiento óptico de los caracteres.

Ocasionando errores en la información posteriormente arrojada por el sistema, ya que la placa de resultado no es la inicialmente tomada por la cámara.

## C. Ensayo N° 3

Finalmente, se decidió usar en el código de la segmentación por color, debido a que las placas de la ciudad de Bogotá y de Colombia son de colores blanco reflectivo o amarillo fuerte reflectivo y posteriormente realizar un dimensionamiento estándar (33cm x 16cm), dado que las placas poseen unas medidas ya estipuladas por el Ministerio de Transporte de Colombia, logrando así los siguientes resultados:



Fig. 6 Pantalla Inicial del Programa

En la fig.6 se muestra la pantalla de captura del prototipo realizado en donde es posible ingresar los datos tanto por imagen almacenada o por imagen capturada, la cual se puede tomar en cualquier establecimiento de parking.

Una vez capturada la imagen, el programa hace internamente el reconocimiento de cada carácter, para arrojar el resultado por "Carro No Reportado", o "Carro Reportado" generando una alarma auditiva como lo evidencia la fig.7.



Fig. 7 Carro Robado

## 5. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

El proyecto presentado, tiene como finalidad brindar una herramienta rentable y con alta tasa de confiabilidad, la cuál puede ser usada para solucionar uno de los principales problemas que aquejan a la sociedad actual, "la inseguridad".

Una de sus principales ventajas comparada con sistemas similares radica en su fácil implementación y además no requiere de hardware costoso para su utilización. Lo único que se necesitaría para su uso es el ejecutable del programa y una cámara USB con buena resolución.

La seguridad en nuestro país requiere de un mayor control e impulso por parte de los organismos seccionales y del gobierno central, así por cada uno de los ciudadanos de este país, por tal razón se debe aprovechar el uso de nuevas tecnologías en el área de visión artificial para disminuir o atenuar los índices delincuenciales.

La implementación del proyecto en entorno real presenta ciertos inconvenientes que afectan el correcto desempeño del mismo, las dificultades se presentan ya que no existe un control adecuado del estado de las placas vehiculares, por tal motivo algunas imágenes obtenidas mostraron pérdida de detalles en los códigos de las placas, lo que impide el reconocimiento óptico de los caracteres, generando una información incorrecta en estos casos.

Otro inconveniente que se presenta, es el manejo del umbral de luminosidad en

el entorno en que se adquiere la imagen a procesar, dado que en ambientes oscuros o demasiado luminosos, genera errores en el procesamiento impidiendo la lectura correcta de la placa, por lo que se hace necesario realizar manualmente el cálculo de máximos y mínimos de la imagen e ingresar dicha información en el código del programa, para que se lea la imagen correctamente.

Por lo tanto, como trabajo futuro se tiene que mejorar las técnicas de reconocimiento y detección de bordes con el fin de disminuir los inconvenientes presentados por el desgaste de las placas vehiculares y por consiguiente el tiempo de procesamiento, importante para la aplicación en tiempo real.

Implementar un método que automatice el cálculo de la segmentación, el cual podría depender de parámetros de calibración de cámara, de luminosidad del entorno, características de la imagen que se está procesando, tales como calidad, tamaño y tipo de reconocimiento óptico utilizado.

Garantizar que el sistema procese la información en cualquier ambiente sin importar la luminosidad que presente el lugar, ya que se implementará en establecimientos a campo abierto y cerrado.

## 6. REFERENCIAS

- [1] Caceres, J., "Reconocimiento de Patrones, España, Alcalá, Ene. 2009. Disponible en <http://www.neurallabs.net/es/Articulos-deinteres/Reconocimiento-de-patrones.html>
- [2] Caceres, J., "Introducción a la Visión Artificial y al Reconocimiento de Patrones, Alcalá, Oct. 2009. Disponible en <http://www.neurallabs.net/es/Articulos-de-interes/Introduccion-a-la-VisionArtificial-y-al-Reconocimiento-de-Patrones.html>
- [3] <http://www.idg.es/macworld/content.asp?idart=30730>
- [4] Schantz, Herbert F, "History of OCR, Optical Character Recognition," First Edition. Recognition Technologies Users Association. New York, NY, USA. 2009.
- [5] Molder, Cristian; Mihai I.; y otros, "Improved automatic number plate recognition system," Eighth Edition. World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS. Bucharest, Romania. 2008.
- [6] Noor, Humera and Mirza, Shahid H. and Sheikh, Yaser and Jain, Amit and Shah, Mubarak, "Model generation for video-based object recognition", New York, NY, USA, 2010.
- [7] Mori, Shunji, "Optical character recognition," First Edition. John Wiley & Sons, Inc.. New York, NY, USA. 2010.