

Localización automática de placas de automóviles

Nery Daniel Tovar-Espinoza, Juan Carlos Rodríguez-Sánchez,
Victor Manuel Landassuri-Moreno, Saúl Lazcano Salas,
José Martín Flores Albino

Centro Universitario UAEM Valle de México,
Universidad Autónoma del Estado de México,
México

ndtovare@gmail.com, {jcrsylvatp, jose_martin_70}@yahoo.com,
{vmlandassurim, slazcanos}@uaemex.mx

Resumen. El problema de localización de placas de automóvil ha sido ampliamente estudiado con anterioridad, dando resultados favorables. Sin embargo, hasta el momento de esta investigación no se han encontrado conjuntos de prueba extensos para validar los algoritmos. Así, en éste trabajo se presenta la primera etapa de un Sistema de Reconocimiento Automático de Placas de Automóviles, el cual es enfocado a encontrar únicamente la localización de la placa. Tres algoritmos similares fueron desarrollados en cuanto a las distintas técnicas que se implementan, como el erosionado, el dilatado o el filtro de Sobel, siendo probados en un conjunto de imágenes con distintas condiciones como iluminación, problemas ambientales, tamaño de imagen en píxeles, entre otros. Los resultados obtenidos muestran que el mejor de los algoritmos propuestos permite localizar más placas con más efectividad y con más robustez a las condiciones de la imagen en comparación de los otros dos, en donde uno de ellos no detecta la placa en la mayoría de las imágenes usadas.

Palabras clave: segmentación de imágenes, reconocimiento de placas, procesamiento de imágenes, filtro Sobel.

Automatic Localization of Automobile Licence Plate

Abstract. License plate localization for vehicle has been widely studied before, giving favorable results. However, as far as this research has advanced, there is no indication of extensive benchmarks to test the algorithms. Thus, in this work is presented the first stage of a vehicle's license plate Automatic Recognition System, which is focused to only find the license plate. Three similar algorithms were developed using techniques as erosion, dilation, and Sobel filter, being tested in a benchmark with images from different illumination

conditions, ambient problems, image size in pixels, among others. The results obtained shows that the best proposed algorithm allows successfully locate more license plates, supporting different image conditions, in comparison with the other algorithms, were one of them cannot detect the license plate in the majority of the images tested.

Keywords: Image segmentation, licence plate recognition, image processing, Sobel filter.

1. Introducción

El procesamiento de imágenes tiene como objetivo principal el análisis de los píxeles y las matrices que las componen para su manipulación y recomposición, con la finalidad de mejorar la imagen y de segmentar e interpretar los objetos de interés. Debido a la amplia gama de aplicaciones que requieren y utilizan el tratamiento digital de imágenes, su relevancia ha aumentado en varias áreas del conocimiento en los últimos años, por ejemplo, en medicina para la detección de tumores o el reconocimiento y extracción de células [6], así como en el reconocimiento de rostros [10], de huellas dactilares [1, 13], reconocimiento de patrones [14] y el reconocimiento de placas de automóviles [2, 3, 4, 5, 11, 15]. Algunos autores [8, 11] dividen el procesamiento de imágenes enfocado al reconocimiento de placas en las siguientes etapas [11]: Pre-procesamiento, Segmentación, Detección y Análisis. Cabe destacar que este trabajo se enfocará a la primera de ellas. Xiaofeng Zhang et al. [15], exponen un algoritmo para el reconocimiento de placas de automóvil, en donde el pre-procesamiento consiste en eliminar el ruido de la imagen, con el objetivo de resaltar la información más importante, aunque cabe mencionar que se enfocan solamente en el reconocimiento de los caracteres de la placa. Kumar Parasuraman y P. Vasantha Kumar [11] presentan un método que realiza la extracción de la placa del automóvil y la segmentación de los caracteres, sin embargo, únicamente se presenta una imagen de un automóvil de frente para probar las técnicas, donde usan los algoritmos utilizados: de bordes horizontales y verticales [4]. Kaushik Deb, et al. [4] presentan un sistema para la extracción de placas mediante la búsqueda de líneas verticales y horizontales, utilizando una técnica de segmentación llamada “Ventanas Corredizas Concéntricas”, sus siglas en inglés “SCW” (Sliding Concentric Windows); muestra resultados muy exactos, pero igualmente con automóviles que se encuentran de frente. En su contraparte, H. Erdinc Kocer y K. Kursat Cevik [5] presentan un método de reconocimiento de placas usando la detección de bordes, la eliminación de ruido y a partir del gradiente detectar la placa, mostrando resultados exactos, con la limitante de que usan una sola imagen de prueba.

Esto parece indicar, que los algoritmos desarrollados no funcionen adecuadamente en un conjunto de imágenes, debido a todas las posibles combinaciones que éstas pueden presentar. Así, éste artículo presenta una propuesta de localización de placas de automóviles, con tres algoritmos desarrollados usando filtros para la detección de bordes y de operadores morfológicos, todos éstos enfocados al pre-procesamiento de

la imagen. Los cuales son evaluados en un conjunto de 193 imágenes con distintos factores de ruido, como lo es la iluminación (de día y de noche), problemas ambientales (lluvia), tamaño de imagen en píxeles (tomadas con diferentes cámaras, así como fotos tomadas de Internet), entre otros. El resto de este trabajo de investigación está organizado en cinco secciones. La segunda sección presenta las técnicas de pre-procesamiento de imágenes más utilizadas aquí, posteriormente se muestran los tres algoritmos implementados en la sección 3 así como una prueba preliminar que sirvió para ajustar diversos parámetros de los algoritmos. Los resultados son comentados en la sección 4 y las conclusiones y trabajos futuros en la sección 5.

2. Técnicas para el pre-procesamiento de imágenes

A continuación se describirán las técnicas utilizadas para lograr separar la placa del resto de la imagen, las cuales son combinadas más adelante en los tres algoritmos implementados.

El método de Sobel [9] es un operador que se utiliza en la técnica de detección de bordes en una imagen en escala de grises, ésta funciona a partir de dos máscaras, una horizontal en función de “x” y otra vertical en función de “y” (figura 1). Estas dos máscaras al combinarse pueden encontrar la magnitud absoluta de la pendiente de cada punto (píxel), ecuación 1, y la orientación del gradiente (ecuación 2).

-1	-2	-1	-1	0	1
0	0	0	-2	0	2
1	2	1	-1	0	1

Fig. 1. G_x - Máscara horizontal (matriz de la derecha) y G_y - vertical (izquierda).

Para más detalles acerca de éste y otros operadores similares para detectar bordes, se recomienda consultar [5].

$$|G| = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} \quad (1)$$

$$\Theta = \arctan(G_y / G_x) \quad (2)$$

Otras herramientas para el procesamiento de imágenes son los denominados operadores morfológicos [7], los cuales incluyen la erosión y la dilatación, que se aplican en imágenes binarias (formadas por 1's y 0's), donde erosionado (ecuación 3) consiste en remover píxeles de las fronteras de los objetos de una imagen, como se muestra en la figura 2. El dilatado (ecuación 4) hace totalmente lo opuesto al erosionado, en lugar de remover píxeles, éste los agrega (figura 3).

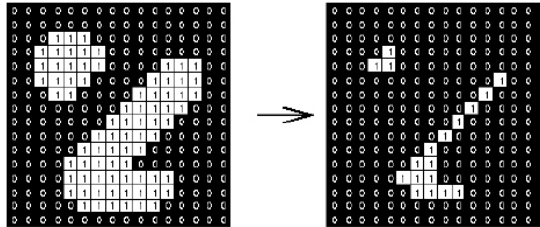


Fig. 2. Erosionado.

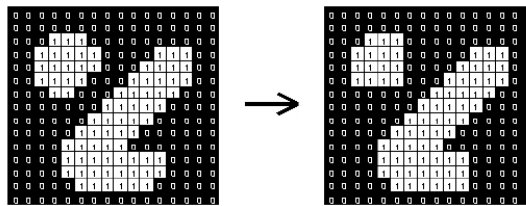


Fig. 3. Dilatado.

$$\alpha \ominus \beta = \bigcap_{b \in \beta} \alpha_{-b} = \{x : \beta_x \subset \alpha\} \quad (3)$$

$$\alpha \oplus \beta = \bigcup_{b \in \beta} \alpha_b = \{x : \check{\beta}_x \cap \alpha \neq \emptyset\} \quad (4)$$

3. Métodos y pruebas preliminares

En una primera etapa se realizaron pruebas preliminares, utilizando operaciones morfológicas implementadas en un primer algoritmo (Algoritmo A) para llevar a cabo la segmentación de placas de automóviles utilizando MATLAB. Las pruebas se realizaron en placas que tienen impresos caracteres rojos, o donde la placa es de color rojo, separando los canales de la imagen en RGB de forma similar a Cañadas Betancourt y Haro Figueroa en [2], quienes trabajan con placas anaranjadas. Los resultados se muestran a continuación:



Fig. 4. Resultado previo con Algoritmo A.

Éste algoritmo posee la limitante de que sólo funciona para segmentar el canal Rojo de las imágenes y trabaja con imágenes con poco ruido alrededor de la placa, donde la imagen fue previamente recortada como el realizado por Cárdenas Hidalgo et al. [3]. Éste fue modificado para segmentar otras fotografías con mayor cantidad de ruido y que además incluyen placas que tienen caracteres en color negro. Primero se comenzó con el redimensionamiento, donde después de una serie de experimentos se obtuvo que 493x700 píxeles eran adecuados para obtener mejores resultados al encontrar la placa. Posteriormente se convierte a formato de 8 bits, el cual es un formato más compacto que RGB, reduciendo el tiempo de procesamiento. La imagen de 8 bits se separa en los canales Rojo, Verde y Azul guardando cada valor de RGB en una variable para cada caso.

Es importante señalar que se puede utilizar cualquiera de los tres canales para convertir a formato binario y posteriormente después se pueda eliminar los bordes de la imagen e iniciar con la eliminación el fondo. Esto reduce considerablemente el ruido, pero aún es necesario quitar ciertas regiones que están formadas por diferentes grupos de píxeles, para lo cual se eliminaron regiones menores a 2167 píxeles (mejor valor obtenido al probar diferentes combinaciones). El algoritmo A fue probado en 193 imágenes. Con autos cuya vista es frontal, o con una ligera inclinación se obtuvo una efectividad del 38%. Pruebas con imágenes aún más inclinadas indicaron 12% de efectividad, donde se descubrieron mayores errores en imágenes alejadas o con iluminación muy intensa. Algunos resultados se muestran en la figura 5.

En la segunda parte del trabajo, se proponen tres métodos distintos, nombrados como Algoritmo B, C y D respectivamente. Los primeros dos consisten en encontrar la placa del automóvil sin importar el ángulo donde se haya tomado la foto, su única diferencia es que el segundo es recursivo, como se muestra en las figuras 6 y 7. El tercero se enfoca en encontrar las placas de automóviles que están solamente de frente (figura 8). Cabe destacar que los 4 algoritmos aquí presentados fueron evaluados con el mismo conjunto de imágenes de automóviles, el cual está dividido en tres categorías. En la Categoría “1” se encuentran 119 imágenes que van de 180x110 píxeles a 971x717 píxeles. En la Categoría “2” están 37 imágenes entre las dimensiones 1024x432 píxeles y 1920x1440 píxeles y la Categoría “3” tiene 37 imágenes entre las dimensiones 2048x1536 píxeles a 3264x2448 píxeles. Fueron separadas por dimensiones, asumiendo que a mayor cantidad de píxeles, mas información y detalle en la imagen, lo cual puede ayudar o no a encontrar la placa del automóvil.



Fig. 5. Resultados parciales de la primera etapa con Algoritmo A.

4. Resultados

Los resultados se dividieron en 3 partes: las imágenes que detectó solamente la placa (sin mayor ruido alrededor), las imágenes que detecta la placa con ruido y las imágenes que no detectan la placa. En la tabla 1, 2 y 3 se muestran los resultados de la categorías respectivas con los algoritmos B, C y D.

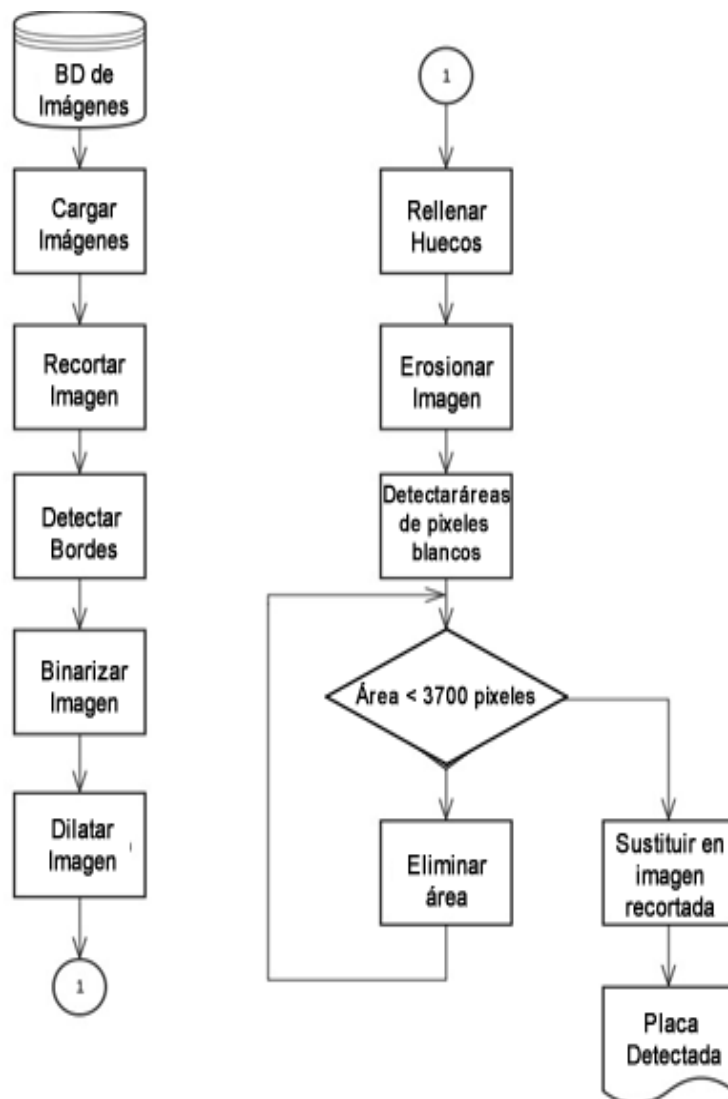


Fig. 6. Algoritmo B.

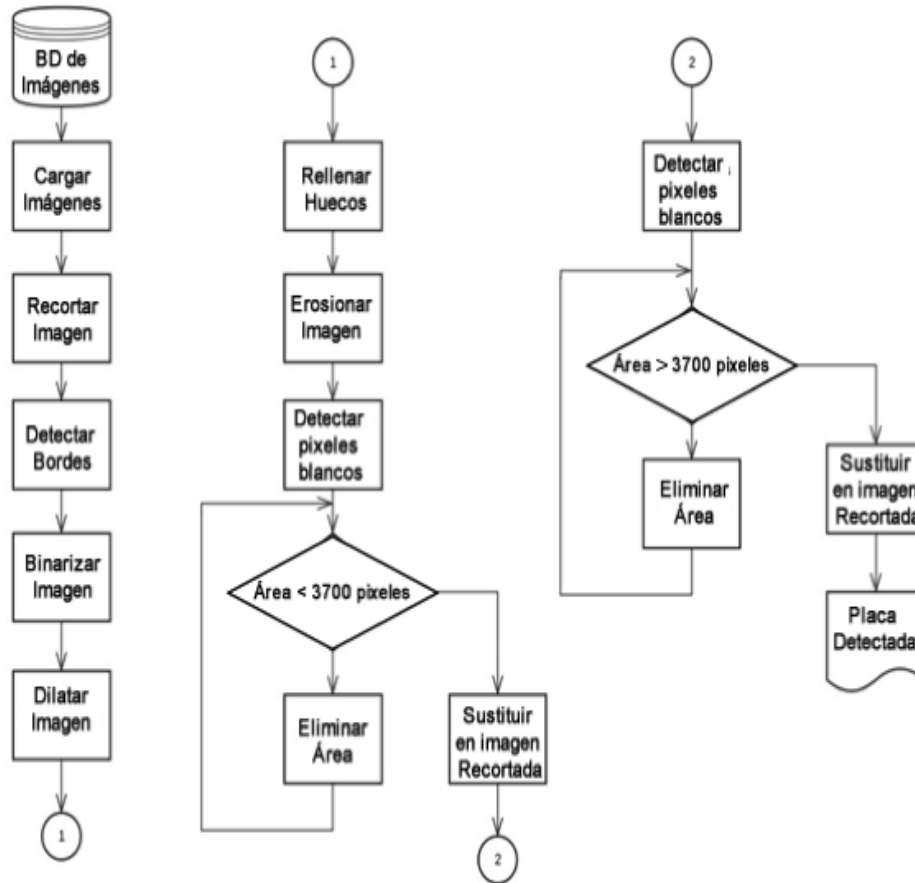


Fig. 7. Algoritmo C.

Tabla 1. Resultados de la Categoría 1 de imágenes con los tres algoritmos.

	Detecta la placa	Detecta la placa con ruido	No detecta la placa
Alg. B	9	41	69
Alg. C	10	40	69
Alg. D	4	73	42

Tabla 2. Resultados de la Categoría 2 en los tres algoritmos.

	Detecta la placa	Detecta la placa con ruido	No detecta la placa
Alg. B	2	25	10
Alg. C	2	10	25
Alg. D	1	17	19

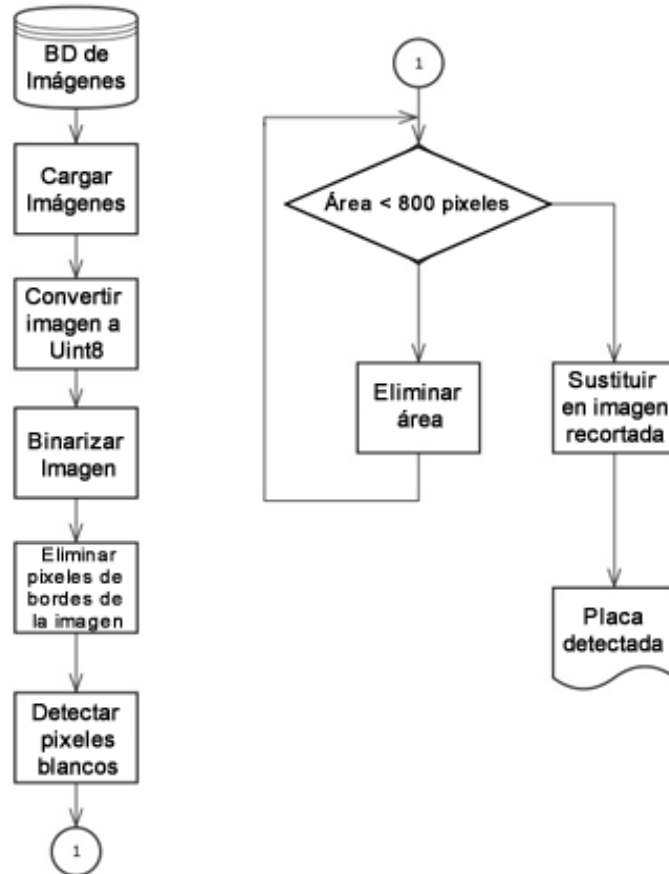


Fig. 8. Algoritmo D.

Tabla 3. Resultados de la Categoría 3 en los tres algoritmos.

	Detecta la placa	Detecta la placa con ruido	No detecta la placa
Alg. B	2	24	11
Alg. C	0	10	27
Alg. D	1	21	15

En la tabla 1 se puede notar que el algoritmo D detecta la placa con ruido en la mayoría de las imágenes, pero cabe mencionar que ésta categoría abarca un rango de píxeles muy pequeño, pero en la tabla 2 y 3 los resultados son inferiores a los del algoritmo B, que tiene mayor eficacia en la detección de la placa con ruido. El algoritmo C al igual que el algoritmo D sólo fue algo eficiente con las imágenes de la Categoría 1. Se debe especificar, que identificar la placa con ruido, significa que la placa permanece al final, como más regiones de la misma, es decir, si “Detecta la placa”, se asume que se eliminó todo el ruido/información de alrededor de la placa,

Con ruido, permanece la placa y más información, y cuando no se detecta, significa que o hay demasiada información o se eliminó la placa en el procesamiento de la imagen. A continuación se presentan los porcentajes totales de los algoritmos B, C y D del conjunto de imágenes que se utilizó en la tabla 4.

Tabla 4. Porcentajes totales de los 3 algoritmos.

	Detecta la placa	Detecta la placa con ruido	No detecta la placa
Alg. B	7%	46%	47%
Alg. C	6%	31%	63%
Alg. D	3%	58%	39%

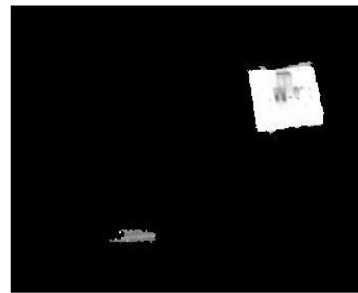


Fig. 9. Resultado del Algoritmo B.

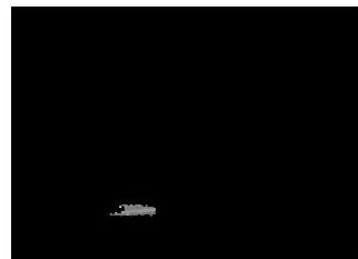


Fig. 10. Resultado del Algoritmo C.



Fig. 11. Resultado del Algoritmo D.

La tabla 4 muestra que el algoritmo D tiene un mayor porcentaje sobre los otros dos, pero eso es debido a que sólo es eficaz con las imágenes de la categoría 1 que en proporción a las otras dos categorías es más grande en cuanto al número de muestras (imágenes), sin embargo, dadas las especificaciones de las imágenes, el algoritmo B es el más eficiente de los tres.

Las figuras 9, 10 y 11 corresponden a los resultados de aplicar los algoritmos B, C y D respectivamente con una imagen de 3264x2448 píxeles.

Basándonos en los resultados mostrados en las figuras 9, 10 y 11, el algoritmo B es el que presenta una tasa de localización más alta exceptuando por el pequeño ruido que se encuentra en la parte inferior. En el algoritmo C, la placa desaparece, debido a que está implementando recursividad, y al aplicarse, desaparece la placa. El algoritmo D encuentra la placa pero aún tiene mucho ruido, lo cual puede dificultar la extracción de ésta. Con este ejemplo particular se muestra el comportamiento del Algoritmo B, el cual supera a los otros dos aquí mostrados.

5. Conclusiones y trabajo a futuro

En este trabajo se presentó la primera etapa de un proyecto de detección y reconocimiento de caracteres de placa de automóvil, donde una prueba preliminar sirvió como base para el desarrollo de otros tres algoritmos para la localización de la placa de automóvil, lo cual entra en la categoría de pre-procesamiento de imágenes. Se encontró que la configuración del Algoritmo B fue la mejor, aunque no tuvo un rango muy alto en el porcentaje de placas localizadas (53%) pero muestra mejores resultados al ser aplicado a imágenes donde las placas del auto se encuentran de frente o en diferentes ángulos, con diferentes niveles de iluminación o con condiciones particulares de la imagen.

A diferencia de otros trabajos encontrados en la literatura, donde únicamente tienen imágenes de frente para probar sus algoritmos, aquí se creó un conjunto de prueba con 193 imágenes clasificadas en tres categorías de acuerdo a su tamaño en píxeles. De ahí se obtuvo que las imágenes con menor cantidad de píxeles tuvieron los rangos más bajos de detección de placa, dada la poca información en la imagen. Como trabajo a futuro, se debe de ampliar el tamaño del conjunto de prueba de las imágenes, clasificándolas no solo por tamaño, sino por las condiciones ambientales de cada una. Así como mejorar los algoritmos aquí presentados, para una mejor detección, por ejemplo tomando en cuenta el anti reflejante que tienen las placas. Por último, segmentar la placa y los caracteres particulares de ella para aplicar técnicas de reconocimiento de patrones como Redes Neuronales Artificiales o Maquinas de soporte vectorial, y poder reconocer cada patrón particular.

Agradecimientos. Se agradece al laboratorio de Cómputo de Alto rendimiento del Centro Universitario UAEM Valle de México por las facilidades prestadas para la realización de este trabajo.

Referencias

1. Aguilar, G., Sánchez, G., Toscano, K., Nakano, M., Pérez, H.: Reconocimiento de Huellas Dactilares Usando Características Locales. *Revista de la Facultad de ingeniería de la Universidad de Antioquia*, 46, 101–109 (2008)
2. Cañadas Betancourt, P.A., Haro Figueroa, G.M.: Prototipo de un sistema de adquisición de imágenes de vehículos, detección y reconocimiento automático de los caracteres de la placa en tiempo real por medio de visión artificial, aplicando al control vehicular. Tesis de Licenciatura, Escuela Politécnica Nacional, Quito (2011)
3. Cárdenas Hidalgo, P., Flores Vargas, J.A., López Zavaleta, J., Martínez Moreno, P.: Diseño de Sistema de Reconocimiento de placas utilizando MATLAB. Tesina de Licenciatura, Instituto Politécnico Nacional, México (2009)
4. Deb, K., Khan, I., Saha, A., Jo, K.: An Efficient Method of Vehicle License Plate Recognition Based on Sliding Concentric Windows and Artificial Neural Network. *Procedia Technology*, 3, 812–819 (2012)
5. Erdnic Kocer, H., Kursat Cevik, K.: Artificial neural networks based vehicle license plate recognition. *Procedia Computer Science*, 3, 1033–1037 (2011)
6. Gómez, O., Alvarado, P.: Segmentación de nematodos en imágenes digitales usando redes neuronales artificiales (2001)
7. Jawas, N., Suciati, N.: Image Inpainting using Erosion and Dilation Operation. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 51, 127–134 (2013)
8. La Serna Palomino, N., Román Concha, U.: Técnicas de Segmentación en Procesamiento Digital de Imágenes. *Revista de Ingeniería de Sistemas e Informática*, 6 (2), 9–16 (2009)
9. Maini, R., Aggarwal, H.: Study and Comparison of Various Image Edge Detection Techniques. *International Journal of Image Processing*, 3, 1–11 (2009)
10. Méndez-Vázquez, H., Chang, L., Rizo-Rodríguez, D., Morales-González, A.: Evaluación de la calidad de las imágenes de rostros utilizadas para la identificación de las personas. *Computación y Sistemas*, 16 (2), 147–165 (2012)
11. Parasuraman, K., Kumar, P.V., Blesa, P.: An Efficient Method for Indian Vehicle License Plate Extraction and Character Segmentation. In: *IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research* (2010)
12. Ramírez Q., J.A., Chacón M., M.I.: Redes neuronales artificiales para el procesamiento de imágenes, una revisión de la última década. *Revista de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Computación* 9 (1), 7–16 (2011)
13. Ruíz E., M.E., Morales S., M., Hernández M., Y.: Una estrategia de segmentación de imágenes digitales de huellas dactilares. *Revista de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Computación*, 9 (1), 1–6 (2011)
14. Tse, C., O., W.: Sistema de Reconocimiento de Patrones Visuales Basado en Técnicas de Procesamiento de Imágenes y Redes Neuronales. *Telematique, Revista Electrónica de Estudios Telemáticos*, 3 (2) 75–99 (2004)
15. Zhang, X., Fengchang, X., Su, Y.: Research on the License Plate Recognition based on MATLAB. *Procedia Engineering*, 15, 1330–1334 (2011)