

PROCESAMIENTO DE IMÁGENES DE CHAPAS PATENTES ARGENTINAS PARA EL RECONOCIMIENTO AUTOMÁTICO

Ledda I. Larcher^a, Pedro M. Juárez^a, Enrique M. Biasoni^a, Carlos A. Cattaneo^a, A. Cecilia Herrera^a, Gustavo A. Villalba^a y Ana I Ruggeri^b

^a *Facultad de Agronomía y Agroindustrias, Universidad Nacional de Santiago del Estero, Avenida Belgrano Sud 1912, G 4200ABT Santiago del Estero, Argentina, llarcher@unse.edu.ar, <http://faa.unse.edu.ar>*

^b *Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Santiago del Estero, Avenida Belgrano Sud 1912, G 4200ABT Santiago del Estero, Argentina, <http://fce.unse.edu.ar>*

Palabras clave: Visión artificial, procesamiento de imágenes, extracción de objetos, patentes.

Resumen. La necesidad de reconocer los vehículos ha crecido paralelamente a su cantidad. Tal necesidad surge desde la seguridad, la detección de velocidad en calles y rutas, violaciones de tránsito, entre otras. Los sistemas de reconocimiento automático de caracteres gráficos aplicados a la identificación de patentes automotores contribuyen a la seguridad y ordenamiento del tráfico automotor.

En el presente trabajo, se presenta un módulo de software que, toma fotografías de patentes de automotores, y les efectúa un pre procesamiento consistente en tres pasos principales: ubicación en la imagen del objeto que concuerde con las características de una patente, normalización de contraste y brillo, y por último, la segmentación de caracteres. Al terminar, los caracteres extraídos estarán listos para pasar por un sistema de reconocimiento de caracteres.

1 INTRODUCCIÓN

El reconocimiento automático de patentes (LPR, del inglés license plate recognition) tiene gran importancia en aplicaciones como estacionamientos sin atención humana (Sirithinaphong and K. Chamnongthai, 1998; Yung *et al.*, 1999), el control de seguridad en áreas restringidas (Draghici, 1997), observancia de las leyes de tránsito (Davis *et al.*, 1990), valoración de congestionamientos (Cowell, 1995), y cobro automático de peajes (Lotufo *et al.*, 1990). Debido a los diferentes entornos de trabajo, las técnicas de LPR varían de una aplicación a otra.

Se han reportado un gran número de técnicas, que incluyen algoritmos genéticos (Kim *et al.*, 1996), redes neuronales artificiales (Brugge *et al.*, 1998; Kim *et al.*, 2000; Parisi *et al.*, 1998), lógicas difusas (Nijhuis *et al.*, 1995); procesos de Markov (Cui y Huang, 1997) y autómatas finitos (Adorni *et al.*, 1998). Estos métodos pueden clasificarse, de manera amplia, en iterativos y no iterativos. Existen ventajas y desventajas en ambos grupos: los métodos iterativos son más precisos pero a costa de mayor complejidad y tiempo. En este estudio, preferiremos la precisión cuando sea necesario decidir entre los costos.

En general, un proceso LPR tiene dos fases principales (Chang *et al.*, 2004): 1) la ubicación de la patente y 2) la identificación de los caracteres que la componen. En el primer paso se determinan las patentes candidatas basándose en características tales como forma, simetría (Kim and S. I. Chien, 2001), radio ancho-altura (Naito *et al.*, 2000; Nijhuis *et al.*, 1995), color (Nijhuis *et al.*, 1995; Kim *et al.*, 1996), textura de grises (Brugge *et al.*, 1998; Nijhuis *et al.*, 1995), frecuencia espacial (Parisi *et al.*, 1998), y variaciones en los valores de intensidad (Draghici, 1997; Gao and Zhou, 2000). Las chapas candidatas determinadas durante el paso de ubicación se examinan en la fase de identificación de los caracteres en la misma. Hay dos tareas mayores involucradas en la tarea de identificación: la separación de caracteres y el reconocimiento de los mismos. La separación ha sido realizadas en el pasado mediante técnicas como proyección (Hegt *et al.*, 1998; Salgado *et al.*, 1999), morfología (Brugge *et al.*, 1998; Gao and Zhou, 2000), etiquetado y componentes conectados (Nijhuis *et al.*, 1995). Una vez más, cada técnica tiene sus propias ventajas y desventajas.

En este trabajo se ha desarrollado e implementado un algoritmo que reconoce y realiza la lectura de chapas patentes argentinas a partir de fotografías. Se presenta una descripción de la organización global y de la estructura del sistema; y un desarrollo detallado de su funcionamiento.

2 ESPECIFICACIONES

Un sistema de reconocimiento y lectura de patentes de vehículos, ya sean inmóviles o en movimiento, puede describirse como un solo bloque, que tiene como única entrada una imagen (un cuadro de video o una fotografía) y puede presentar cero o una salida, dependiendo del número de patentes encontradas en la imagen (Mahecha y Quiroga Sepúlveda, 2008). La Figura 1 muestra un diagrama en bloques del proceso general.

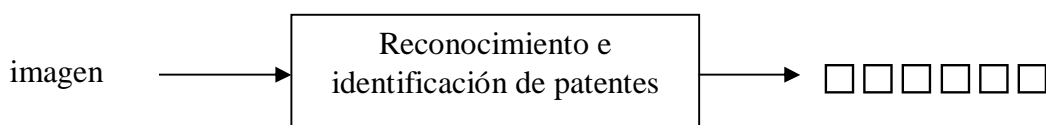


Figura 1. Proceso general de reconocimiento de patentes de vehículos.

La imagen pasa por una primera etapa de localización de candidatos, se realiza sobre los candidatos una verificación donde se determina cuál de ellos corresponde a una

patente. Después de haber hallado las patentes, se les aplica un pre-procesamiento para realzar la imagen y dejarla lista para el proceso de extracción de los caracteres.

La salida es un vector de seis o siete caracteres alfanuméricos con las letras y números.

3 DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO

El sistema está dividido en tres bloques generales: pre-procesamiento y verificación, segmentación y, por último, reconocimiento de los caracteres. [Figura 2](#).

La implementación fue realizada utilizando Matlab y su Image Processing Toolbox (IPT). La plataforma de trabajo fue una PC con procesador Intel Core 2 Quad Q8200 equipada con 2 GB de RAM con sistema operativo de 64 bits.

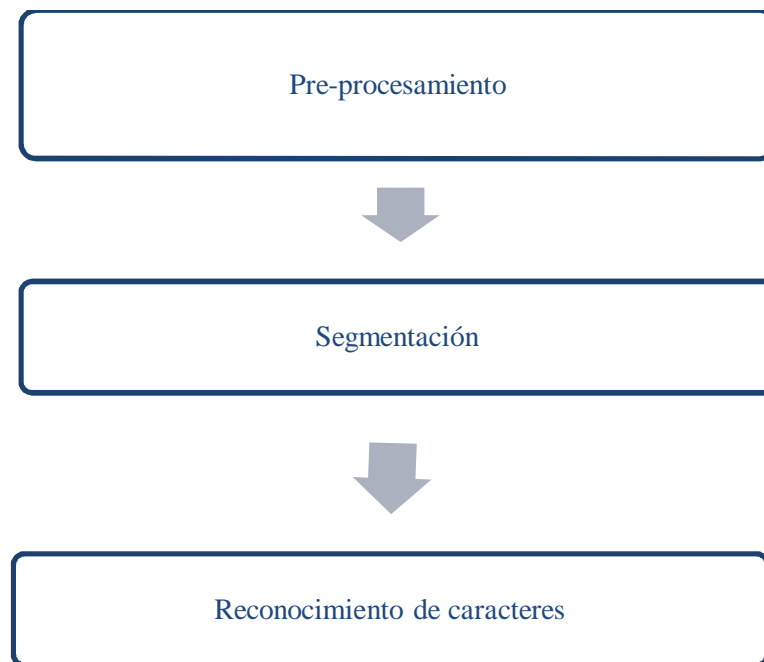


Figura 2. Diagrama de bloques indicando la secuencia de las operaciones realizadas durante el procesamiento de las imágenes.

Durante el pre procesamiento se lee la imagen y se comprueba si debe o no ser convertida a escala de gris, lo que se realiza mediante la función de Matlab `rgb2gray`; a continuación se emplea un filtro por mediana para reducir el efecto “sal y pimienta”, se aplica un umbralizado global utilizando Otsu y a continuación se binariza utilizando el umbral encontrado.

Para la fase de segmentación, se efectúan las operaciones morfológicas usando un elemento estructural cuadrado de dimensión 3x3 y se realiza una operación de dilatación y de apertura, a partir de las cuales se buscan y etiquetan los elementos encontrados, teniendo en cuenta los vecinos 4-conectados. La dilatación es una operación que permite extender y engrosar los objetos; la manera específica en que se realiza este engrosamiento es determinada por el elemento estructural. La función `imdilate` permite efectuar la dilatación. El etiquetado de objetos realiza utilizado la función `bwlabel`, que da como resultado otra matriz de iguales dimensiones a la imagen, cuyos

componentes son números enteros positivos correspondientes al número del objeto encontrado en una imagen.

Finalmente, se usó la función `find` que permite encontrar los elementos distintos de cero en el arreglo. De esta manera, recorriendo los elementos que poseen la misma numeración, es posible reconstruir uno a uno los caracteres que componen la placa.

Finalmente, para realizar el reconocimiento se utiliza la correlación. Matlab permite calcular el coeficiente de correlación entre dos matrices bidimensionales mediante la función `corr2`, definida como indica la [ecuación 1](#):

$$r = \frac{\sum_m \sum_n (A_{mn} - \bar{A})(B_{mn} - \bar{B})}{\sqrt{(\sum_m \sum_n (A_{mn} - \bar{A})^2)(\sum_m \sum_n (B_{mn} - \bar{B})^2)}} \quad (1)$$

donde \bar{A} indica la media de A (`mean2`) y \bar{B} es la media de B.

Se crearon archivos de imagen de dimensión 42x24, conteniendo las letras del alfabeto entre A y Z (excepto la Ñ) y los dígitos de 0 a 9.

Para cada uno de los caracteres obtenidos durante la segmentación, se redimensiona a 42x24 y se calcula el coeficiente de correlación con los archivos de imágenes patrón, con lo que se obtienen los caracteres.

La matrícula obtenida se almacena en un archivo y se comunica al usuario el final de la extracción y los caracteres encontrados.

4 RESULTADOS

Se muestran a continuación las imágenes correspondientes a las diferentes etapas del procesado.



Figura 3. Imagen original.



Figura 4. Imagen con la que se trabajará. Se han eliminado los elementos extraños.



Figura 5. Imagen obtenida luego de aplicar la dilatación.

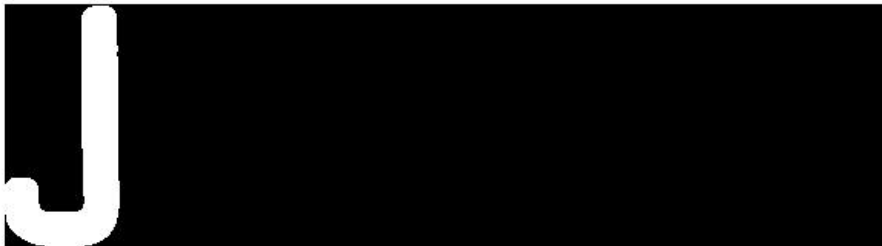


Figura 6. Extracción del primer carácter.

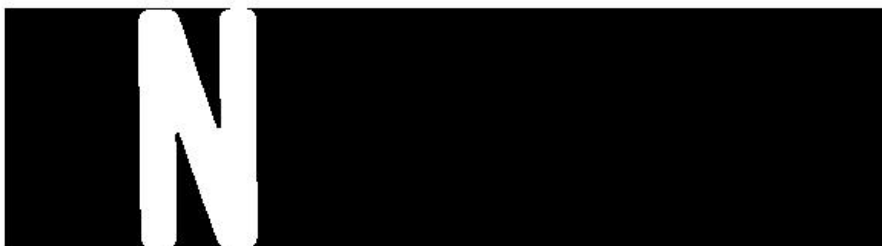


Figura 7. Extracción del segundo carácter.



Figura 8. Extracción del tercer carácter.



Figura 9. Extracción del cuarto carácter.

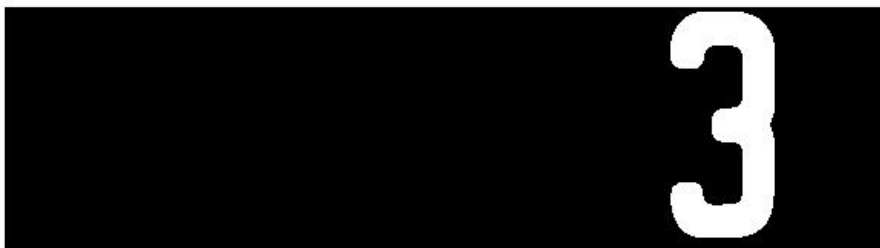


Figura 10. Extracción del quinto carácter.

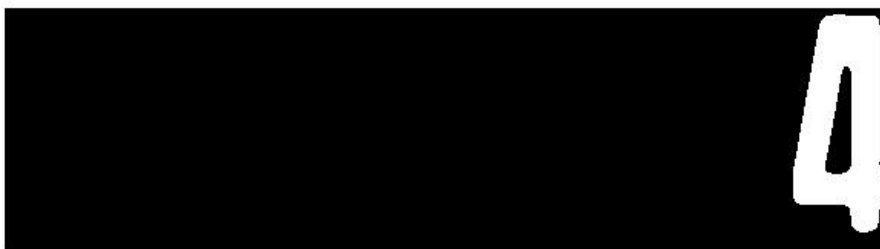


Figura 11. Extracción del sexto carácter.

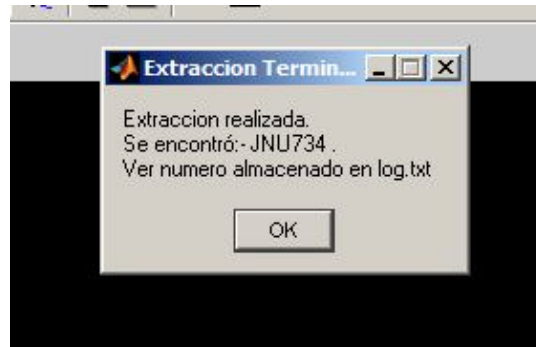


Figura 12. Cuadro de diálogo informando al usuario el resultado encontrado.

5 CONCLUSIONES

Se desarrolló una aplicación usando Matlab que permite extraer y reconocer los caracteres de una chapa patente argentina de un automóvil, usando funciones estandarizadas de filtrado, umbralización y dilatación.

Se realizaron pruebas cuidando de haber usado todas las letras del abecedario al menos dos veces, obteniéndose resultados correctos siempre y cuando no se trataran de patentes “duplicado”. En estos casos, el software reconoce incorrectamente la letra “D” presente en el cuarto lugar, como un número 0 (Figura 13).



Figura 13. Cuadro de diálogo mostrando el resultado obtenido: FFX0669

No se cuenta con imágenes de patentes “triplicado” para evaluar el comportamiento del sistema.

En el futuro el equipo de trabajo trabajará considerando como alternativas, por un lado la mejora de la operación de dilatación, por otro, el uso de alguna arquitectura de red neuronal para realizar la identificación de los caracteres. Resta, asimismo, la prueba y adecuación de los programas para identificación de motovehículos.

REFERENCIAS

- Adorni, G., Bergenti, F. and Cagnoni, S. “Vehicle license plate recognition by means of cellular automata,” in Proc. IEEE Int. Conf. Intelligent Vehicles, 1998, pp. 689–693.
- Brugge, M. H. T., Stevens, J. H., Nijhuis, J. A. G. and Spaanenburg, L. “License plate recognition using DTCNNs,” in Proc. 5th IEEE Int. Workshop on Cellular Neural Networks and Their Applications, pp. 212–217, 1998.
- Chang, S., Chen, L., Chung, Y. and Chen, S., Automatic License Plate Recognition. IEEE - IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, vol. 5, no. 1, 42:53, March 2004
- Cowell, J. R. “Syntactic pattern recognizer for vehicle identification numbers,” Image and Vision Comput., vol. 13, no. 1, pp. 13–19, 1995
- Cui Y. and Huang, QUE. “Character extraction of license plates from video,” in Proc. IEEE Conf. Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 502–507, 1997.
- Davies, P., Emmott, N. and Ayland, N. “License plate recognition technology for toll violation enforcement,” Inst. Elect. Eng. Colloquium Image Analysis for Transport Applications, pp. 7/1–7/5, 1990.
- Draghici, S. “A neural network based artificial vision system for license plate recognition,” Int. J. Neural Systems, vol. 8, pp. 113–126, 1997.
- Gao D. S. and Zhou, J. “Car license plates detection from complex scene,” in Proc. 5th Int. Conf. Signal Processing, vol. 2, pp. 1409–1414, 2000.
- Hegt, H. A., De la Haye, R. J. and Khan, N. A. “A high performance license plate recognition system,” in Proc. IEEE Int. Conf. System, Man, and Cybernetics, vol. 5, pp. 4357–4362, 1998.
- Kim, S. K., Kim, D. W., and Kim, H. J. “A recognition of vehicle license plate using a genetic algorithm based segmentation,” in Proc. Int. Conf. Image Processing, vol. 2, pp. 661–664, 1996.
- Kim, K. K., Kim, K. I., Kim, J. B. and Kim, H. J. “Learning-based approach for license plate recognition,” in Proc. IEEE Signal Processing Society Workshop, vol. 2, pp. 614–623, 2000.
- Kim, D. S. and Chien, S. I. “Automatic car license plate extraction using modified generalized symmetry transform and image warping,” in Proc. IEEE Int. Symp. Industrial Electronics, vol. 3, pp. 2022–2027, 2001.
- Lotufo, R. A. Morgan, A. D. and Johnson, A. S. “Automatic numberplate recognition” Inst. Elect. Eng. Colloquium on Image Analysis for Transport Applications, pp. 6/1–6/6, 1990.
- Mahecha, V.A. y Quiroga Sepúlveda, J. “Sistema de reconocimiento y lectura de placas de vehículos en movimiento” en Proc. de XIII Simposio de Tratamiento de señales, imágenes y visión artificial. STSIVA 2008.
- Naito, T., Tsukada, T., Yamada, K., Kozuka, K. and Yamamoto, S. “Robust license-plate recognition method for passing vehicles under outside environment,” IEEE Trans. Veh. Technol., vol. 49, pp. 2309–2319, Nov. 2000
- Nijhuis, J. A. G. Brugge, M. H. T. Helmholt, K. A. Pluim, J. P. W. Spaanenburg, L. Venema, R. S. and Westenberg, M. A. “Car license plate recognition with neural

- networks and fuzzy logic,” in Proc. IEEE Int. Conf. Neural Networks, vol. 5, pp. 2232–2236, 1995.
- Parisi, R., Claudio, E. D. D., Lucarelli, G., and Orlandi, G. “Car plate recognition by neural networks and image processing,” in Proc. IEEE Int. Symp. Circuits and Systems, vol. 3, pp. 195–198, 1998.
- Salgado, L., Menendez, J. M., Rendon, E. and Garcia, N. “Automatic car plate detection and recognition through intelligent vision engineering,” in Proc. IEEE Int. Carnahan Conf. Security Technology, pp. 71–76, 1999.
- Sirithinaphong, T. and Chamnongthai, K. “The recognition of car license plate for automatic parking system,” in Proc. 5th Int. Symp. Signal Processing and its Applications, pp. 455–457, 1998.
- Yung, N. H. C., Au, K. H., and Lai, A. H. S. “Recognition of vehicle registration mark on moving vehicles in an outdoor environment,” in Proc. IEEE Int. Conf. Intelligent Transportation Systems, pp. 418–422, 1999.