

Una Aplicación Móvil para el Reconocimiento Automático de Matrículas de Automóviles Argentinos

Jorge Capra, Bernardo Capra, Claudio Aciti y José Marone

Instituto INTIA, Fac. Cs Exactas, UNCPBA, Buenos Aires, Argentina.
{jcapra,bcapra,caciti,jmarone}@exa.unicen.edu.ar
<http://intia.exa.unicen.edu.ar/inca>

Resumen Los sistemas de reconocimiento automático de matrículas o ANPR (del inglés Automatic Number Plate Recognition) son una colección de elementos de hardware y software que utilizan reconocimiento óptico de caracteres en imágenes para identificar las matrículas de los vehículos.

Si bien existen diversas implementaciones de estos sistemas, no se ha encontrado una aplicación móvil de mano y de bajo costo que reconozca matrículas argentinas para situaciones de control vehicular, por ejemplo, operativos de inspección policial, identificación en puestos de peajes, control de estacionamiento, entre otros.

En este trabajo se desarrolló una aplicación de código abierto para dispositivos móviles inteligentes sobre plataforma Android, que consigue reconocer matrículas argentinas de forma instantánea.

Keywords: ANPR, reconocimiento automático de matrículas, dispositivos móviles, Android, OpenCV

1. Introducción

A medida que nuestra sociedad evoluciona desde su fase industrial hasta la fase post-industrial, la automatización de la producción y la necesidad de manejo y recuperación de información se vuelven cada vez más relevantes. Los dispositivos móviles se han convertido en equipos robustos para su utilización en la gestión empresarial, actualmente son usados para llevar a cabo una amplia variedad de tareas, que van desde el simple anotador, hasta el geoposicionamiento. Además permiten gestionar información a través de la lectura de códigos de barras o matrices de datos, con la simple captura de una imagen[1]. En este contexto, automatizar la introducción de caracteres alfanuméricos a un sistema de cómputo o gestión, evitando la entrada por teclado implica un ahorro importante de recursos e incrementa la productividad al mismo tiempo que se preserva o mejora la calidad de los servicios.

Los sistemas de reconocimiento óptico de caracteres (OCR, del inglés Optical Character Recognition), tienen como objetivo asistir por ejemplo en la extracción de la información de un documento, control de stocks en industria y depósitos,

trazabilidad de envíos, etc. En la industria de seguridad y de control vehicular (playas de estacionamiento, detección de infracciones, rastreo de vehículos, etc.) es deseable que el personal de trabajo pueda contar con un dispositivo para identificar vehículos a través de la matrícula en forma automática, sin necesidad de instalar ningún dispositivo especial. Un sistema de esta naturaleza debe ser lo suficientemente confiable como para constituir un control creíble, y al mismo tiempo debe ser rápido para no interferir con las tareas normales del operario [2].

El objetivo de este trabajo es el desarrollo de una aplicación de código abierto para un dispositivo móvil inteligente, que permita reconocer de manera automática desde la captura de una imagen, la matrícula de un vehículo en argentina, con una velocidad razonable y con un alto grado de aciertos.

2. Descripción del Problema

En todo sistema de control vehicular informatizado es deseable contar con un método para identificar vehículos en forma automática, esto permitiría, por ejemplo, disminuir considerablemente el riesgo de hurto de vehículos al proveer un sencillo y eficiente medio de control adicional. Un sistema de esta naturaleza debe ser lo suficientemente confiable como para constituir un control creíble, y al mismo tiempo debe ser rápido para no interferir con la operación normal del usuario.

El desarrollo de la aplicación tiene algunas restricciones de alcance generales, ya que se pretende liberar el desarrollo a toda la comunidad argentina tanto para que sea utilizado como para sea extendido. Dichas restricciones se plantean a continuación y deben ser guía para la selección de las tecnologías a utilizar:

1. Alcance masivo: debe ser fácil de distribuir y utilizar en toda la nación.
2. Licencia: debe seguir la filosofía de software libre o código abierto.
3. Reutilización: debe poder ser extendida de manera simple para integrar otras aplicaciones.

En Argentina no existen aplicaciones que específicamente puedan convertir la captura de la imagen de una patente de un automóvil argentino a texto digital. Particularmente en la tienda en línea de Google que cuenta con más de 500.000 aplicaciones [3], existe solo una con características similares (LPlateEU ANPR) pero funcionan solo para el país que fue creada y no es fácilmente adaptable.

3. Solución Propuesta

Este desarrollo se basa en la investigación realizada por Ondrej Martinsky [4], en su trabajo analiza las diferentes técnicas de procesamiento de imágenes que pueden ser utilizadas para la detección de matrículas en automóviles, además plantea el uso de ciertas heurísticas que aceleran el proceso dada la semejanza estructural y tipográfica de las patentes a reconocer.

El sistema operativo que mejor se adapta a las restricciones propuestas es la plataforma Android de Google [5,6], que está liberado bajo licencia Apache [7] y es de código abierto, lo que lo convierte en un sistema totalmente libre para su posible modificación y mejora. La libertad del código de este sistema operativo ha favorecido su utilización en multitud de dispositivos electrónicos como teléfonos móviles, ordenadores portátiles, equipos de audio, navegadores GPS, entre otros. Esto convierte a Android en un sistema operativo multifunción y completamente escalable que garantizará su crecimiento y expansión [1].

Para identificar las matrículas a partir de un dispositivo móvil, se desarrolló un sistema capaz de analizar las imágenes capturadas en busca de un área alfanumérica para luego segmentarla en los correspondientes caracteres y por último reconocerlos. Para comenzar se analizaron e implementaron los algoritmos propuestos en [4] sobre la plataforma Android, en muchos casos los mismos debieron ser adaptados para su implementación teniendo en cuenta la limitada memoria y potencia de los dispositivos. Se adaptaron los formatos de imágenes que provenían desde el dispositivo de captura y se convirtió el espacio de color de HSV a RGB ya que la plataforma solo implementa este último. Por otro lado la funcionalidad asociada a la aplicación de convoluciones y filtros se ha rescrito desde cero, utilizando la biblioteca OpenCV [8] para procesamiento de imágenes portada a Android.

3.1. Implementación del reconocedor

En general el proceso de reconocimiento óptico de caracteres cuenta con las siguientes fases: a) Escaneo óptico, b) Localización y Segmentación, c) Pre-procesamiento, d) Extracción de características y e) Reconocimiento y pos-procesamiento [9]. Es un proceso secuencial como se indica en la Figura 1.

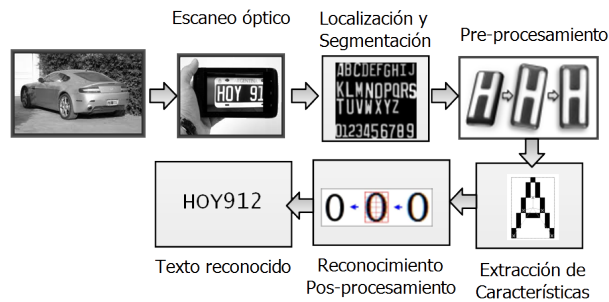


Figura 1. Etapas de un reconocedor óptico de caracteres

Segmentación Horizontal y Vertical de la Imagen: En principio, se hace un pre-procesamiento transformando la imagen original en una imagen con realce

de bordes aplicando un filtro de Prewitt [10,11]. La alta densidad de bordes horizontales y verticales en una pequeña área, es en estos casos causada por el contraste de caracteres de una matrícula alfanumérica, definiendo así una serie de bandas donde potencialmente puede encontrarse la matrícula buscada. Las bandas pueden tener distinto tamaño o superponerse entre si como puede verse en la figura 2. Obtenidas las bandas, se realiza un ordenamiento de estas en base

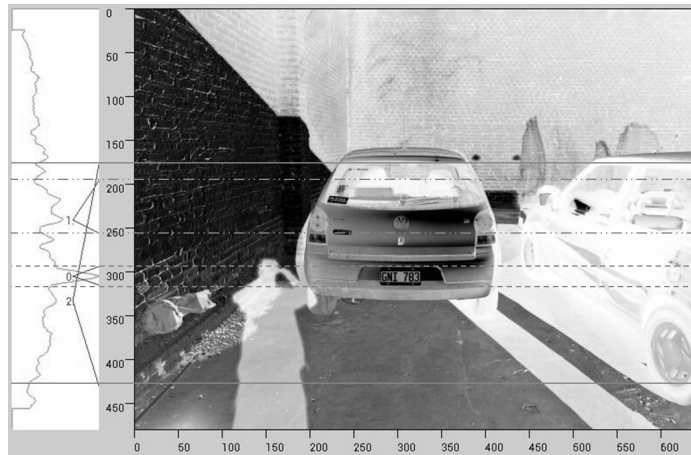


Figura 2. Bandas detectadas sobre una imagen

al numero de bordes verticales, para luego iterar sobre ellas de manera horizontal buscando detectar el número adecuado de caracteres para una patente argentina. Para esto se utiliza una heurística aportada por [4] dando como resultado una única banda horizontal donde se encuentra la matrícula (Figura 3). Para ubicar

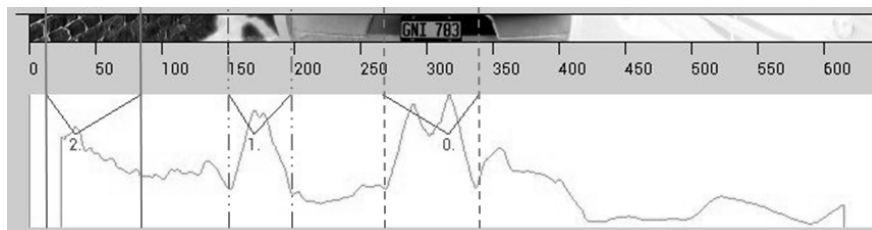


Figura 3. Banda que contiene la matrícula a analizar

la posición de la matrícula en la banda resultante, se realiza el mismo proceso pero ahora en base al número de bordes horizontales, así se obtienen bandas

verticales que son analizadas para extraer solo la imagen de la matrícula (Figura 4).



Figura 4. Matricula detectada

Segmentación de Caracteres: Luego de la detección de la matrícula, se la debe segmentar para identificar los caracteres, esta es una de las etapas más importantes ya que si falla, un caracter puede ser dividido inapropiadamente en dos, o dos caracteres pueden ser reconocidos como uno. Se asume a la segmentación como el proceso de encontrar los límites horizontales entre los caracteres (dado que las matrículas solo tienen una fila alfanumérica). Para detectarlos se aplicó un filtro de umbralización adaptativa, y luego se realizó una proyección vertical del brillo de la patente, obteniendo un histograma cuyos máximos corresponden a los espacios entre caracteres, como puede verse en la figura 5. Una

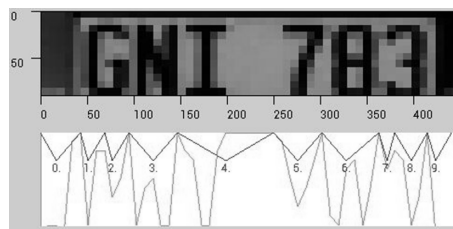


Figura 5. Segmentación de la matrícula

vez obtenidos los límites de los caracteres, se hace un filtrado para realzar estos segmentos, ya que pueden aparecer puntos no deseados, puntos estirados o borrosos y espacios redundantes a los lados de un caracter. El realce elimina estos elementos indeseados.

Extracción de Características y Normalización de Caracteres: Para reconocer un caracter en una imagen, primero se deben extraer sus descriptores característicos. Dado que el método de extracción afecta significativamente la calidad de todo el proceso de reconocimiento [12], es importante que las características extraídas sean invariantes a las distintas condiciones de iluminación,

distorsiones tipográficas y las deformaciones del caracter en la imagen. Primero es necesario normalizar el brillo y el contraste de los segmentos de la imagen procesada, luego se redimensionan a tamaños uniformes y se elimina cualquier espacio que exista entre el caracter en cuestión y el borde real de la imagen que lo contiene. Durante esta normalización se realiza la esquelización del caracter (Figura 7), en la cual se binariza la imagen tomando el interior del caracter como negro y cualquier otro pixel como blanco.



Figura 6. Segmentación de los caracteres

Pos-proceso y Reconocimiento: El algoritmo de segmentación puede detectar falsos positivos, por esta razón se utiliza una heurística adicional para filtrar los elementos [13,14] que difieren significativamente de la media en ciertas propiedades (brillo, matiz, dispersión, proporción ancho/alto) siendo identificados como caracteres no válidos excluyéndolos del proceso de reconocimiento.

Finalmente para reconocer el caracter se utiliza una versión simplificada de la distancia euclídea, entre el caracter binarizado y las tipografías alfanuméricas de las matrículas previamente configuradas, seleccionando como reconocida la que tiene la distancia mínima (Figura 7).

	WHR	HEI	NEU	CON	BRI	HUE	SAT
G	0.41666666	0.14285715	0.0	0.10297258	0.021779373	0.0	0.0
N	0.5	-0.04761905	22.0	0.033211455	0.014063716	0.0	0.0
I	0.5	-0.04761905	23.0	0.042854406	0.1086029	0.0	0.0
7	0.5	-0.04761905	10.0	0.030444473	0.057044134	0.0	0.0
8	0.5	-0.04761905	18.0	0.04001932	0.09484802	0.0	0.0
3	0.6	-0.04761905	29.0	0.0014758408	0.020145401	0.0	0.0
	0.5	-0.04761905	29.0	0.025076563	0.052887335	0.0	0.0
	0.25	0.14285715	28.0	0.018551037	0.06831536	0.0	0.0

Figura 7. Métricas y caracteres obtenidos

4. Resultados

A partir de una muestra de 100 imágenes de matrículas en buenas condiciones de iluminación, con un tamaño de 640x480 pixeles, y sin grandes deformaciones de perspectivas se obtuvieron los siguientes resultados:

- **Tiempo de reconocimiento:** 2,68 segundos, constante para cualquier combinación de caracteres.
- **Peor caso de reconocimiento:** 4 caracteres, la mayoría de los casos se dieron por la confusión entre los pares (B,8), (I,1) y (S,5).
- **Eficacia de reconocimiento de caracteres:** 84 %, en el caso de no contemplarse el ítem anterior, la eficacia podría subir al 93 %.
- **Eficacia de filtrado en caracteres no validos:** 97,4 %, la mayoría de los casos de caracteres no válidos son los extremos de la matrícula y en menor medida, el espacio que separa la letras de los números (Figura 6).
- **Identificación de la matrícula en la banda:** 98 %, las fallas se produjeron en imágenes con presencia de objetos de similares características a los caracteres.

El sistema puede ser fácilmente integrado a otras aplicaciones ya que se utilizó el framework que provee la plataforma Android para la interacción entre aplicaciones, también es configurable para detectar matrículas de otros países, aunque al momento de la presentación de este trabajo solo es posible cambiando la configuración en el código fuente.

4.1. Casos de especiales de éxito

El sistema ha demostrado que identifica correctamente las matrículas, aún en las imágenes con la presencia de caracteres externos a ella (Figura 8).



Figura 8. Imágenes con presencia de caracteres alfanuméricos ajenos a las patentes

4.2. Limitaciones

El sistema tiene dificultades para detectar caracteres cuando hay poco contraste o la iluminación no es homogénea, también a tenido problemas en imágenes capturadas con demasiada perspectiva (Figura 9).

5. Conclusiones

En este trabajo se desarrolló una aplicación de código abierto para dispositivos móviles inteligentes sobre plataforma Android, que consigue reconocer



Figura 9. Capturas de matrículas que no pudieron ser reconocidas

matrículas argentinas de forma instantánea. Se logró una implementación que puede ser utilizada por cualquier persona que tenga un dispositivo móvil con el sistema Android reduciendo los costos al no tener que depender de un hardware específico como en otros productos comerciales.

El algoritmo de reconocimiento presenta un buen rendimiento al momento de reconocer matrículas (Figura 10), inclusive en imágenes donde existen otros caracteres (carteles, calcomanías, marca del vehículo, etc.) que podrían llegar a alterar el reconocimiento. El reconocedor encuentra su mayor inconveniente en imágenes donde la matrícula ha sido capturada con mucha perspectiva o poco contraste.



Figura 10. Aplicación funcionando en un Smartphone

6. Trabajos futuros

Como prioridad, se propone como trabajo futuro, aplicar una transformación afín en el proceso de segmentación de la imagen de la matrícula con mucha perspectiva para llevarlas a la posición correcta para su reconocimiento, y así mejorar la aplicación. También es deseable optimizar las técnicas utilizadas para reducir

los tiempos de reconocimiento y mejorar la eficiencia. Otra posible mejora es implementar el mismo reconocedor para las matriculas de motocicletas, teniendo en cuenta que estas cuentan con dos líneas alfanuméricas.

Referencias

1. Our Mobile Planet, <http://www.thinkwithgoogle.com/mobileplanet/>
2. Instituto Tecnológico de Informática, http://www.iti.es/media/about/docs/tic/13/articulo_OCRFORMS.pdf
3. Google Play, <https://play.google.com/store>
4. Martinsky, O.: Algorithmic and Mathematical Principles of Automatic Number Plate Recognition Systems. Master Thesis. (2007)
5. Silberschatz, A., Baer, P.: Sistemas Operativos. Addison Wesley Longman (1999)
6. Mednieks, Z., Meike, G., Dornin, L., Nakamura, M. : Programming Android. Kindle Edition (2011)
7. Licencia Apache, <http://www.apache.org/>
8. OpenCV, <http://opencv.org>
9. Britto, A., Sabourin, R., Bortolozzi, F., Suen, C. :Foreground and Background Information in an HMM-Based Method for Recognition of Isolated Characters and Numeral Strings. 9th International Workshop on Frontiers in Handwriting Recognition (IWFHR-9), October 26-29, Kokubunji, Tokyo, Japan, pp 371-376. (2004)
10. Covindan, V.K., Shivaprasad, A.P.: Character Recognition -A Review. Pattern Recognition, 23(7), pp. 671- 683 (1999).
11. Trier, O. D., Jain, A. K., Taxt, T.: Features Extraction Methods for Character Recognition - A Survey, Pattern Recognition , 29(4) : 641-662, (1996)
12. Theodoridis, S., Koutroumbas, K.: Pattern Recognition. AP (2008)
13. Cheriet, M., Kharma, N., Liu, C., Suen, C.: Character Recognition Systems. John Wiley & Sons (2007)
14. Rahman, A. F. R., Fairhurst, M. C.: Multiple classifier decision combination strategies for character recognition: A review. International Journal on Document Analysis and Recognition. 5(4), 166-7. 194 (2003).