

Control de Seguridad y Acceso Vehicular, Mediante Visión Artificial. Security control and vehicular access, through artificial vision

Juan Carlos Broncano Torres¹, Mirtha Sussan Trejo de Ríos¹, Héctor Alexis Herrera Vega¹ Eugenio Evaristo Andrade Flores¹

RESUMEN

Objetivo: Elaborar un software de seguridad y acceso vehicular mediante algoritmos de reconocimiento de caracteres con ayuda de visión artificial. **Materiales y métodos:** Maqueta a escala de la puerta de ingreso N° 03, a la UNJFSC, dos cámaras con resolución de 640x480 y 1080x720, Image Acquisition Tool de Matlab, Windows Server y MySQL. El tipo de investigación fue descriptivo, con un diseño experimental, a un nivel aplicativo. Para medir el grado de robustez del software, se puso a prueba los siguientes parámetros: Ángulo de inclinación de la cámara respecto a la matrícula y tamaño de los caracteres. **Resultados:** Respecto al reconocimiento de las placas vehiculares se obtuvo, en la detección del patrón un 94% de exactitud y en la lectura de los caracteres un 92%, en todas las pruebas realizadas. Además, si colocamos la cámara con un ángulo de 35° respecto a la matrícula obtenemos una eficacia en la lectura de los caracteres del 88%, mientras que si la colocamos de manera frontal conseguimos el 95%. **Conclusiones:** La aplicación creada optimiza eficientemente el sistema de seguridad y control de acceso, pues disminuye aproximadamente en un 87% el tiempo de congestión vehicular al momento de ingresar a las instalaciones. Por lo tanto, puede ser aplicada a cualquier institución que presente los mismos problemas.

Palabras clave: Visión artificial, procesamiento de imágenes, MatLAB.

ABSTRACT

Objective: Develop a vehicle security and access software using character recognition algorithms with the help of artificial vision. **Materials and methods:** Scale model of the entrance gate No 03, to the UNJFSC, two cameras with resolution of 640x480 and 1080x720, Image Acquisition Tool from MatLAB, Windows Server and MySQL. The type of research was descriptive, with an experimental design, at an applicative level. To measure the degree of robustness of the software, the following parameters were tested: Angle of inclination of the camera with respect to the license plate and size of the characters. **Results:** Regarding the recognition of the license plates, 94% accuracy was obtained in the detection of the pattern and 92% in the reading of the characters, in all the tests performed. Furthermore, if we place the camera at an angle of 35° with respect to the license plate, we obtain an efficiency in reading the characters of 88%, while if we place it from the front we obtain 95%. **Conclusions:** The application created efficiently optimizes the security and access control system, since it reduces the traffic congestion time by approximately 87% when entering the facilities. Therefore it can be applied to any institution that presents the same problems.

Keywords: Artificial vision, image processing, MatLAB, relational database, security and access control.

INTRODUCCIÓN

Con el incremento de vehículos, el servicio de parqueadero de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión se ha vuelto un problema de acceso y seguridad al campus, pues las personas encargadas, llevan un control manual de los usuarios, lo que impide contar con un reporte estadístico preciso respecto a la hora de ingreso y salida, o cuantas veces ingreso/salió y quien estuvo conduciendo el vehículo en ese momento. En tal sentido, la universidad ha implementado ciertas políticas, como la señalada en la Resolución Rectoral N° 1163-2019-UNJFSC que busca regular el sistema de seguridad y acceso al parqueadero. El problema de acceso y seguridad tiene un impacto notable en las actividades administrativas y académicas de la UNJFSC. Por lo tanto; conseguir resultados precisos y confiables, referentes al acceso y seguridad implica concebir el problema desde la óptica de la visión artificial pues ella permite, comparar de forma rápida y precisa los caracteres que distinguen los patrones de ciertos objetos de interés. Con un tamaño de mercado estimado en más de 48.600 millones de dólares para el 2023, la visión artificial o "Computer

vision" es una tendencia creciente a la que se dirige el mercado (Topcomm, 2017), esto significa que el procesamiento de imágenes y la visión artificial son herramientas útiles para el reconocimiento y análisis de objetos estáticos o dinámicos. La creación del algoritmo por medio de Matlab, comienza con la captura de la imagen fotográfica de un vehículo y su respectiva placa, la cual se procesa y se transforma en escala de grises, binarización de la imagen, segmentación, etc. Cabe mencionar que este algoritmo detecta el contorno del vehículo y la zona donde se encuentra la matrícula, además detectará que caracteres componen la matrícula.

Según Joseph Fourier, citado por González (1997) toda función se puede aproximar dentro de un intervalo, mediante la suma de funciones senoidales con diferentes frecuencias. En ese sentido, como la variación del brillo de cierta imagen, medida a lo largo de una dirección cualquiera es una función (Lira, 1987), ella puede ser representado por una suma de funciones senoidales con diferentes frecuencias.

En ese contexto, existen diversas investigaciones científicas como la de Granados y Marín (2007). En su artículo titulado

Recibido:03/03/2020 - Aprobado:18/03/2020

¹Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Perú

“Detección de flujo vehicular basado en visión artificial”, presenta el desarrollo de un sistema encargado de detectar y clasificar vehículos y peatones, a partir de secuencias de imágenes con el propósito de determinar el flujo vehicular y peatonal en las intersecciones de calles y avenidas. A las imágenes capturas se les aplica filtrado homomórfico para reducir el efecto de los cambios de iluminación. Los objetos en movimiento se detectan por medio de suma de la diferencia absoluta (SAD) entre dos secuencias, y posteriormente se umbraliza y segmenta cada uno de los objetos en movimiento. A continuación, se extraen las características individuales trazando las fronteras de los objetos y utilizando descriptores de Fourier, para luego realizar la distinción entre peatones y vehículos a través de una red neuronal *feed-forward*.

Collado, Hilario y Armigol (2003). En su artículo titulado “Visión por Computador para Vehículos Inteligentes” Se presenta al vehículo IVVI (Intelligent Vehicle based on Visual Information). Se trata de una plataforma de investigación para la implementación de sistemas, basados en visión por computador, que sirvan de ayuda a la conducción. Se analiza los desarrollos realizados en la detección de señales de tráfico, otros vehículos, peatones y los límites de la carretera.

or lo tanto, el objetivo del presente estudio fue desarrollar un software de seguridad y acceso vehicular mediante algoritmos de reconocimiento de caracteres con ayuda de visión artificial.

MATERIALES Y MÉTODOS

Control manual de acceso y seguridad.

El control de acceso y seguridad está a cargo del personal de vigilancia, se supervisan 250 vehículos distribuidos en el horario de 8:00am a 21:00pm. El sistema de ingreso al campus se sustenta en los siguientes requisitos: Datos personales completos, fotocopia de la licencia de conducir, fotocopia de la tarjeta de propiedad vehicular, fotocopia de SOAT, fotografía tamaño carnet del usuario y fotocopia del fotocheck.

Adquisición de imágenes.

Las imágenes fueron adquiridas en un ambiente con iluminación controlada, tipo difusa de fluorescente. Además, para facilitar el proceso de segmentación se utilizó un fondo blanco. Las fotografías fueron tomadas con un ángulo de 35° a una distancia de 15 cm de la base, con una cámara digital de 640x480 y 1080x720. Los algoritmos utilizados fueron implementados en Matlab con ayuda del Toolbox Image Acquisition. En el presente estudio se utilizó una tarjeta de adquisición de imágenes NI PCIe-1430-National Instrument, se usaron 25 imágenes por cada color de vehículo a escala (blanco, amarillo, rojo y negro), y 300 de placas vehiculares, teniendo un total de 400 imágenes (100 para el color y 300 para las placas), las cuales fueron usadas en el entrenamiento. Para la evaluación y análisis de la robustez del software se trabajaron las 400 imágenes.

Segmentación del modelo de color RGB.

En esta etapa se procede a separar cada uno de los objetos presentes en la escena de la imagen, en particular se busca separar el automóvil a escala del fondo blanco, de esta forma, en la extracción de características se obtienen propiedades relacionadas únicamente con su número de matrícula y no de

objetos extraños. Como técnica de segmentación binaria se utilizó el método de Región Growing (Mazo, Boquete y Barea, 1996).

Extracción de características referente a las imágenes de las placas vehiculares.

Se analizó 100 imágenes en el espacio monocromático, estos datos sirvieron para verificar la validez del algoritmo en la detección de bordes y líneas. Para entrenar el sistema de visión artificial se tomaron la media y desviación estándar de cada caracter que conforma el número de placa con respecto a cada imagen alojada en una base de datos prediseñadas conformada por 3 tablas: tabla de usuarios, tabla vehículos y tabla de reporte. Los detalles se muestran en la Figura 1, 2, 3, 4 y 5 respectivamente

```

1 video=webcam;
2 preview(video)
3 pause(10)
4 I=getsnapshot(video);
5 imshow(I)
6 I2=rgb2gray(I);
7 figure, imshow(I2)
8 I3=edge(I2,'canny');
9 figure, imshow(I3)
10 I4=imclose(I3,strel('disk',5));
11 figure, imshow(I4)
12 I5=bwareaopen(I4,250);
13 figure, imshow(I5)
14 I6=imfill(I5,'holes');
15 figure, imshow(I6)
16 se=strel('disk',4);
17 I7=imdilate(I6,se);
18 figure, imshow(I7)

```

Figura 1: Código fuente, segmentación monocromática de imágenes

```

16 for x=1:num
17     switch x
18         case 1
19             n1=imcrop(Y5,[propied(1).BoundingBox]);
20             figure, imshow(n1)
21         case 2
22             n2=imcrop(Y5,[propied(2).BoundingBox]);
23             figure, imshow(n2)
24         case 3
25             n3=imcrop(Y5,[propied(3).BoundingBox]);
26             figure, imshow(n3)
27         case 4
28             n4=imcrop(Y5,[propied(4).BoundingBox]);
29             figure, imshow(n4)
30         case 5
31             n5=imcrop(Y5,[propied(5).BoundingBox]);
32             figure, imshow(n5)
33         case 6
34             n6=imcrop(Y5,[propied(6).BoundingBox]);
35             figure, imshow(n6)
36     end
37 end
38

```

Figura 2: Código fuente, detección de caracteres

```

MySQL 5.5 Command Line Client
Enter password: *****
Welcome to the MySQL monitor.  Commands end with ; or \g.
Your MySQL connection id is 2
Server version: 5.5.15 MySQL Community Server (GPL)

Copyright (c) 2000, 2010, Oracle and/or its affiliates. All rights reserved.

Oracle is a registered trademark of Oracle Corporation and/or its
affiliates. Other names may be trademarks of their respective
owners.

Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the current input statement.

mysql> use db;
Database changed
mysql> show tables;
+-----+
| Tables_in_db |
+-----+
| personal     |
| reporte      |
| vehiculos     |
+-----+
3 rows in set (0.00 sec)

mysql>

```

Figura 3: Código fuente, tabla de vehículos

```

MySQL 5.5 Command Line Client
mysql> use db;
Database changed
mysql> show tables;
+-----+
| Tables_in_db |
+-----+
| personal     |
| reporte      |
| vehiculos    |
+-----+
3 rows in set (0.00 sec)

mysql> describe personal;
+----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Field | Type | Null | Key | Default | Extra |
+----+-----+-----+-----+-----+-----+
| per_id | char(4) | YES | | NULL | |
| nombre | varchar(30) | YES | | NULL | |
| grado | varchar(20) | YES | | NULL | |
| veh_id | char(4) | YES | | NULL | |
+----+-----+-----+-----+-----+-----+
4 rows in set (0.09 sec)

mysql>

```

Figura 4: Código fuente, tabla de vehículos

```

MySQL 5.5 Command Line Client
mysql> describe personal;
+----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Field | Type | Null | Key | Default | Extra |
+----+-----+-----+-----+-----+-----+
| per_id | char(4) | YES | | NULL | |
| nombre | varchar(30) | YES | | NULL | |
| grado | varchar(20) | YES | | NULL | |
| veh_id | char(4) | YES | | NULL | |
+----+-----+-----+-----+-----+-----+
4 rows in set (0.09 sec)

mysql> describe vehiculos;
+----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Field | Type | Null | Key | Default | Extra |
+----+-----+-----+-----+-----+-----+
| veh_id | char(4) | YES | | NULL | |
| placa | char(7) | YES | | NULL | |
| marca | varchar(20) | YES | | NULL | |
| color | varchar(20) | YES | | NULL | |
+----+-----+-----+-----+-----+-----+
4 rows in set (0.03 sec)

mysql> describe reporte
+----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Field | Type | Null | Key | Default | Extra |
+----+-----+-----+-----+-----+-----+
| placa | char(7) | YES | | NULL | |
| fecha | timestamp | YES | NO | CURRENT_TIMESTAMP | |
+----+-----+-----+-----+-----+-----+
2 rows in set (0.03 sec)

mysql>

```

Figura 5: Código fuente, tabla de vehículos

RESULTADOS

Asertividad del software

Del total de 400 imágenes vehiculares, el 78% fueron identificadas acertadamente por el software y de los 66 vehículos no reconocidos se hallaron las siguientes causas: Placas no legibles 33 (50%), placas con letra desgastadas 13 (20%) y otros 20 (30%).

Comparación del control de acceso y seguridad manual y por visión artificial

Los estadísticos de resumen y el análisis comparativo del control de acceso y seguridad a las instalaciones de la UNJFSC de manera manual y por visión artificial muestran que hay diferencia significativa entre ellos, pues, el proceso manual toma un aproximado de 10 minutos, debido a los protocolos establecidos, mientras que, en el proceso por visión artificial, solo requirió poco más de un minuto, por otra parte, el proceso de visión artificial es flexible en la adopción de parámetros específicos de seguridad, lo que hace que el sistema de seguridad sea efectivo. Con respecto a la identificación de los caracteres que conforman la placa del vehículo el que fue identificado con mayor frecuencia tuvo bordes y líneas de color negro con una correlación de Pearson de 0.98, esto se puede deber a que la tonalidad del color negro resalta más sobre el fondo blanco. El proceso tuvo una fuente de luz, pero no se controló la intensidad de esta, lo que también puede causar sesgos pequeños en la medición del color.

DISCUSIÓN

El software de control de acceso y seguridad, tiene un costo

computacional de 2.79 segundos con un nivel de aceptación medio, pues se obtuvo un error del 22 % en un universo de 400 pruebas realizadas. El error está sujeto a placas que contienen caracteres imposibles de visualizarse a simple vista. Cabe señalar que este resultado se asemeja al obtenido por Espinoza (2014), en su tesis titulada, Sistemas de reconocimiento de patrones en placas vehiculares para el acceso automático de visitas a un edificio.

La iluminación y la distancia de la cámara al vehículo, fueron factores resaltantes a tener en cuenta al momento de contrastar la imagen patrón con la imagen adquirida, pues en ocasiones cuando el vehículo se localizaba a 35cm de distancia, el software no podía reconocer algunos caracteres de la placa. Este resultado podría mejorarse al implementar una red neuronal con 10 neuronas, tal como lo ha realizado Díaz (2013), en su tesis titulada, Localización y reconocimiento automático del número de la placa de un automóvil.

El algoritmo diseñado permite identificar y reconocer el 100 % de las placas con fondo blanco sin importar la distancia a la cual se encuentra el vehículo respecto a la cámara. Las diferentes circunstancias de iluminación no fueron determinantes pues, la caja de Imagen Acquisition Tool de Matlab, hizo posible una captura óptima de las imágenes. En ese sentido, se mejoró la propuesta presentada por Rodríguez, C. & Tarira, E. (2013). Pues, estos autores han diseñado su algoritmo de captura y procesamiento de imágenes en base al software Labview, el cual tiene como inconveniente principal la elevada demanda de recursos en hardware y software.

CONCLUSIONES

La aplicación creada optimiza eficientemente el sistema de seguridad y control de acceso, pues disminuye aproximadamente en un 87 % el tiempo de congestión vehicular al momento de ingresar alas instalaciones. por lo tanto, puede ser aplicada a cualquier institución que presente lo mismos problemas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Collado, J.; Hilario, C. y Armigol. A. 2011. Visión por Computador para Vehículos Inteligentes. Grupo de Sistemas Inteligentes. Dpto. de Ingeniería de Sistemas y Automática.
- Díaz, K. (2006). Localización y reconocimiento automático del número de la placa de un automóvil. (Tesis de Licenciatura). Recuperada de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/1085/DIAZ_ROJAS_KRISTIAN_S_RECONOCIMIENTO_PLACA_AUTOMOVIL.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Espinoza, G. (2014). Sistema de reconocimiento de patrones en placas vehiculares para el acceso automático de visitas a un edificio. (Tesis de Licenciatura). Recuperada de <http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/1359/TESIS%20ROJAS%20PASTRANA%2C%2>

[0DENNIS%20LIDA..pdf?sequence=2&isAllowed=](#)

- González, G. 1997. Series de Fourier, Transformadas de Fourier y Aplicaciones.
- Divulgaciones Matemáticas* v. 5, No. 1/2 (1997), 43–60
- Granados, A.; Marin, J. 2007. Detección de flujo vehicular basado en visión artificial. *Scientia Et Technica*, agosto, año/vol. XIII. 35: 163-168
- Fernando Martín Rodríguez, Xulio Fernández Hermida. "Un Nuevo Método, Basado en Morfología, para la Localización de Matrículas", Departamento de Tecnologías de las Comunicaciones. Universidad de Vigo. E.T.S.I.T. Ciudad Universitaria S/N. 36200 Vigo. Researchgate, setiembre de 2000.
- Lira, J. 1987. La percepción remota: nuestros ojos desde el espacio. Fondo de cultura Económica, México.
- Mora, D. Paéz, A. y Quiroga, J. (2009). Detección de Objetos Móviles en una Escena Utilizando Flujo Óptico. XIV Simposio de tratamiento de señales, imágenes y visión artificial.
- Topcomm, (18 de junio de 2017). Topcomm. Obtenido de topcomm: <https://topcomm.biz/sector-tic/art%C3%ADculos-interes/3729763-el-futuro-e-impacto-de-la-visi%C3%B3n-artificial.html>
- Rodríguez, C. & Tarira, E. (2013). Implementación del sistema de registro automático de las placas vehiculares utilizando reconocimiento óptico de caracteres y visión artificial, en la garita de la universidad estatal península de Santa Elena. (Tesis de Licenciatura). Recuperada de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/1604/1/IMPLEMENTACI%C3%93N%20DEL%20SISTEMA%20DE%20REGISTRO%20AUTOM%C3%81TICO%20DE%20LAS%20PLACAS%20VEHICULARES%20UTILIZANDO%20RECONOCIMIENTO%20C3%93PTICO%20DE%20CARACTERES%20Y%20VISI%C3%93N%20ARTIFICIAL%20EN%20LA%20GARITA1DE%20LA%20UNIVERSIDAD%20ESTATAL%20PEN%C3%8DNSULA%20DE%20SANTA%20ELENA.pdf>