

## PROCESAMIENTO DE IMÁGENES CON VISIÓN ARTIFICIAL PARA EL RECONOCIMIENTO DE PLACAS VEHICULARES

IMAGE PROCESSING USING ARTIFICIAL VISION FOR THE RECOGNITION OF VEHICULAR PLATES

(Entregado 06/11/2015) – Revisado 26/06/2016)

**ING. MG. DARWIN SANTIAGO ALDÁS SALAZAR**

Magíster en Gestión Industrial y Sistemas Productivos de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Magister en Docencia Universitaria de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Ingeniero Industrial de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ESPOCH, docente de la Carrera de Ingeniería Industrial en procesos de Automatización de la Universidad Técnica de Ambato en las asignaturas de Ciencias Básicas de Ingeniería y Simulación de Sistemas de Manufactura.

**ING. MG. SANTIAGO MARCOS COLLANTES VACA**

Máster en ciencias en Robótica por el King's College de Londres, Ingeniero en Sistemas y Computación por la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato. Coordinador Subrogante del Grupo de Investigación de Mecatrónica de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.

**ING. MG. JOHN PAUL REYES VÁSQUEZ**

Ingeniero Industrial, culminó con honores su Maestría en Ingeniería Industrial en la Universidad de Santiago de Chile en el año 2011. En la actualidad es profesor titular en la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Técnica de Ambato. Sus trabajos científicos incluyen áreas de conocimiento como investigación de operaciones, gestión de procesos, control de inventario y manufactura.

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO – ECUADOR**

[darwinsaldas@uta.edu.ec](mailto:darwinsaldas@uta.edu.ec)

[sm.collantes@uta.edu.ec](mailto:sm.collantes@uta.edu.ec)

[johnpreyes@uta.edu.ec](mailto:johnpreyes@uta.edu.ec)

### Resumen

*El siguiente artículo presenta el reconocimiento de placas vehiculares a través del procesamiento de imágenes con visión artificial para el control automático de acceso al campus de la Universidad Técnica de Ambato (UTA). Esta investigación parte desde la obtención de la imagen a través de la utilización de una cámara con Protocolo de Internet, por sus siglas en inglés IP, se procesa y corrige la imagen con el desarrollo de algoritmos dentro del entorno de programación LABVIEW versión 2013, el mismo que utiliza la extracción de características de la región de interés mediante el reconocimiento óptico de caracteres (OCR) con un proceso de binarización de la imagen, lo que da como resultado, una cadena de caracteres con los números y letras de la placa del vehículo que son comparados con una base de datos de autos registrados que ingresan al campus. Con los caracteres de la placa ingresados en el sistema y comparados con la base de datos se realiza un control de ingreso, y si el vehículo está registrado como usuario del Sistema de Control de Ingreso Vehicular de la UTA Campus Huachi, la aplicación*

*envía la instrucción de abrirse a las barreras de ingreso o salida a través de una interfaz de control electrónico con sensor infrarrojo y comunicación a través de Arduino.*

**Palabras Claves:** *Visión artificial, Procesamiento de imágenes, Reconocimiento óptico de caracteres, OCR, Labview.*

### Abstract

*This article presents the recognition of license plates through image processing using computer vision algorithms for the automatic control of the access to the campus of the Universidad Técnica de Ambato (UTA). The process starts from obtaining the image through the use of an IP camera. The image is processed and corrected with the developed algorithms within a LABVIEW version 2013 environment. This is used to extract characteristics of the region of interest in the image using optical character recognition (OCR) converting the image into its binary format, which results in a string containing numbers and letters of the license plate. This is compared to a database containing data of the registered cars allowed to get into the UTA' Huachi campus. Once the characters of the plate are registered in the system and compared with the database an access control is made. If the vehicle is registered as a user of the system, this sends an instruction to open the barriers to allow the user to pass through using an electronic control interface composed of an infrared sensor and communication via Arduino.*

**Keywords:** *Artificial vision, Image processing, Optical character recognition, OCR, Labview.*

## 1. Introducción

La visión artificial ha sido una metodología que ha evolucionado con el pasar del tiempo, gracias al avance tecnológico y científico y principalmente a su gran campo de aplicaciones en beneficio de la sociedad. Inició como un programa que permitía “ver” una estructura de bloques, y la mandó adecuadamente al ordenador a través de la utilización de una cámara, hasta convertirse en una ciencia propia que tiene sus pilares en la aplicación de matemáticas y ciencias informáticas siendo capaz de adquirir la imagen adecuada del objeto, procesarlas hasta crear una versión modificada de las imágenes a través de filtros, segmentar las imágenes para identificar el objeto de estudio, extraer las características de interés observadas en el objeto y finalmente interpretar y tomar decisiones de acuerdo a la aplicación a la que es destinada. La visión por computador es el estudio de los diferentes métodos y técnicas los cuales permiten crear sistemas de visión artificial para ser empleados en aplicaciones prácticas. Cada día es mayor el número de aplicaciones de la visión artificial. Por ello sólo es posible dar una pequeña pincelada sobre las múltiples aplicaciones en las que la visión artificial se ha aplicado hasta el momento (Vega, 2010).

Se debe tomar en cuenta también que el procesamiento de imágenes se han convertido en herramientas de utilidad en el análisis y el reconocimiento de movimientos a partir de sistemas basados en conocimientos (KBS), lo que involucra procesos, como la remoción de ruido, resaltado de características y eliminación de desenfoques, por citar algunos (Sanabria & Archila, 2011).

Una de las 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 necesitará para su uso es el ejecutable del programa y una cámara USB con buena resolución (Andrade & Lopez, 2012).

La selección del software Labview para el diseño del sistema, proporciona una paleta de opciones referente a visión artificial (visión and motion), específicamente con la librería NI ima que se interactúa con las cámaras, para adquirir imágenes, y luego procesarlas con la librería visión acquisition, porque obtiene una compatibilidad entre las cámaras y Labview del 100%. Además, se interactúa con varios subVI para lograr el menú propuesto (Rodríguez & Tarira, 2013).

Existen herramientas y paquetes software cuya finalidad principal son las aplicaciones industriales, tal es el caso de IMAQ Vision de National Instruments (IMAQ), y por supuesto paquetes de propósito general con ciertas funciones de aplicación como es el caso de las Matrox Imaging Libraries (Mil) o el Toolbox Image de MATLAB (Matlab) (González, López, & González, 2008).

Cabe no obstante diferenciar entre las aplicaciones donde la visión artificial constituye una herramienta por sí sola y aquellas otras en las que es parte de un sistema multisensorial. El primer caso engloba todas aquellas aplicaciones, en las que el único sensor presente es el de visión. En el segundo caso, nos referimos a la navegación en robótica, donde la visión constituye una capacidad sensorial más para la percepción del entorno que rodea al robot (González, López, & González, 2008).

El Tratamiento Digital de Imágenes contempla el procesamiento y análisis de imágenes. El procesamiento está referido a la realización de transformaciones, restauración y mejoramiento de imágenes. El análisis consiste en la extracción de propiedades y características de las imágenes, así como la clasificación, identificación y reconocimiento de patrones (NationalInstrument, 2004)

Para lograr el objetivo es importante analizar la imagen por umbralización, la misma que se basa en operaciones morfológica, por lo que primeramente se requiere que se binarice la imagen, para lo cual se debe buscar un nivel de intensidad de pixel adecuado, a partir del cual se binariza y se busca que la placa del vehículo quede resaltada y no se descarte la región de interés. Este método requiere que la placa no se encuentre girada y hasta una cierta distancia no muy alejada del dispositivo de adquisición de la imagen (Cañadas & Haro, 2011).

La Universidad Técnica de Ambato cuenta actualmente con un sistema de ingreso al parqueadero de su campus mediante tarjeta magnética que registra en un lector para permitir la apertura de la barra de acceso.

Uno de los problemas detectados en el sistema actual es el alto tiempo de ingreso que conlleva acceder al campus a consecuencia de los problemas en el reconocimiento de la tarjeta de proximidad sobre todo cuando no hay guardias (Pérez, 2014).

Para solucionar este problema se ha estudiado otra forma de ingresar, la que en esta investigación se plantea, que es a través del procesamiento de la imagen de la placa del vehículo para que el acceso sea mas rápido y evite congestión sobretodo en horas pico, ya que según González & López (2008) el procesamiento de imágenes es una herramienta que facilita la automatización de aplicaciones, donde se requiere la búsqueda y extracción de objetos específicos en imágenes.

Con la implementación de este sistema se logrará realizar un análisis estadístico, bajo los parámetros de entrada que nos da el sistema, ya sea para saber las horas picos de un estacionamiento, la demanda de autos por un espacio en el estacionamiento, y sobre todo un control de acceso de los vehículos; los cuales son problemas comunes en el control de acceso de un estacionamiento (Rodríguez, Vera, & Veintimilla, 2012).

Se ha visto una posibilidad de aumentar la eficiencia y optimizar el proceso de parqueo en instituciones para reducir el tiempo de espera por parte de los usuarios y el congestionamiento vehicular, ya que se conoce información sobre el porcentaje de ocupación y lugares disponibles, esto se logra a través del reconocimiento de placas vehiculares o reconocimiento automático de matrículas (ANPR) gracias a la utilización de la visión artificial y el procesamiento de imágenes, que consiste en almacenar las imágenes capturadas por las cámaras fotográficas, así como el texto de la matrícula, algunas se pueden configurar para almacenar una fotografía del conductor. Estos sistemas a menudo utilizan iluminación infrarroja para hacer posible que la cámara pueda tomar fotografía en cualquier momento del día (González, López, & González, 2008).

El utilizar cámara ip también es una ventaja en cuanto a comunicación con el sistema, ya que se puede hacer el control desde cualquier ordenador dentro del campus (Tasiguano, 2011).

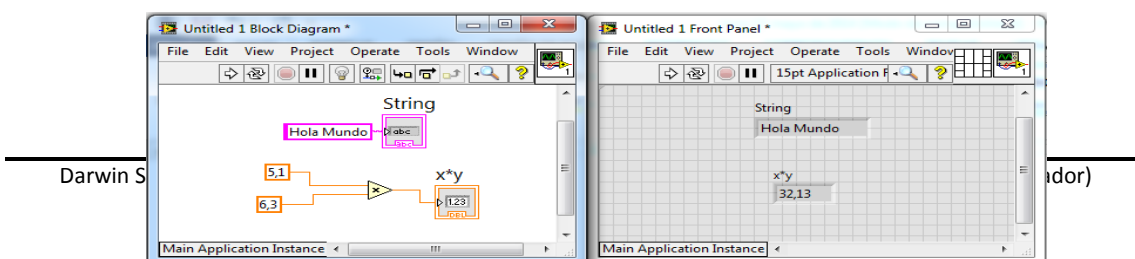
Finalmente lo que se busca es obtener un reconocimiento de placas con el menor porcentaje de desaciertos en la lectura ya que al comparar con otras investigaciones similares, se ha visto que métodos propuestos alcanzan un 81% de efectividad en la lectura (Rojas & Aracena, 2013).

## 2. Desarrollo del proyecto

### A. Descripción del software.

Para el desarrollo práctico del presente proyecto, es necesaria la aplicación del software “LabVIEW de National Instruments”, el cual, a través de un lenguaje de programación completo, permite diseñar, armar, compilar y usar aplicaciones, todo esto en modo gráfico. Posee un juego de herramientas incorporado de gran alcance en el tratamiento de señales, no necesita requisitos para la codificación tales como asignación de memoria o declaración de variables, tiene fuertes herramientas para el control del instrumento o de adquisición de datos, altamente integrado, utilidades excelentes para la exhibición de estas señales numéricas en los varios puntos del sistema.

En la Fig. 1 se muestra el aspecto del ambiente en el que se trabaja para realizar aplicaciones LABVIEW. En la parte izquierda se muestra el Diagrama de Bloques, en donde se realiza todas las acciones de programación, y en la parte derecha se encuentra el Panel Frontal que en el cual se aprecia los resultados de la compilación y ejecución del programa. Además, con la utilización de la librería IMAQ Vision se puede implementar aplicaciones inteligentes de imagen y visión. IMAQ Vision presenta herramientas muy útiles que ayudan en el procesamiento digital de imágenes, dichas herramientas sirven para la detección de bordes, reconocimiento de patrones, aplicación de filtros, segmentación de imágenes, etc.



*Fig. 1 Diagrama de bloques y panel frontal LabView*

### **B. Adquisición de imágenes.**

Para obtener imágenes, a partir de una cámara, es necesario tomar en cuenta factores como, el sistema de iluminación, la resolución de la cámara, la distancia de los objetos que se quieren fotografiar y sobretodo el objetivo para el cual se está realizando la tarea.

Para el reconocimiento de Placas en el desarrollo del presente proyecto se han considerado varios tipos de cámaras ip, se ha analizado cuidadosamente la resolución, filtros infrarrojos, formato de video, lente varifocal y los pixeles de cada una.

La mejor opción es la cámara IP VIVOTEK 8172, ya que dispone de una alta resolución, que es 4.9MP, además, de disponer de una lente varifocal que permite enfocar a diferentes distancias la obtención de la imagen. De esta manera, se obtiene una imagen clara y en tiempo real de las placas de vehículos como se observa en la Fig. 2.

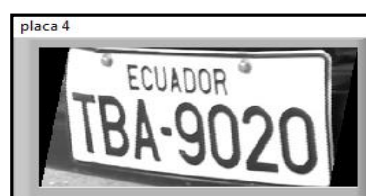


*Fig. 2 Adquisición de una imagen utilizando la cámara IP*

### **C. Corrección de geometría.**

Después de la adquisición de la imagen de placa vehicular, en muchos casos se requiere orientar los pixeles de dicha imagen definiendo un patrón de referencia.

La comparativa del proceso de modificación de la inclinación de la placa se puede ver en la Fig. 3. antes de realizado el proceso de cambio morfológico y en la Fig. 4 el después de realizado el proceso de cambio morfológico.



*Fig. 3 Placa inclinada*

*Fig. 4 Placa enderezada*

#### **D. Ubicación de la región de interés.**

El ROI (Region of Interest) es un conjunto de coordenadas que permiten resaltar un área importante dentro de una imagen con el fin de realizar procesos selectivos, es decir, modificar o adecuar sólo partes de una imagen. El ROI es una herramienta indispensable para localizar la placa de un vehículo dentro de una imagen.

En primer lugar, se debe obtener una imagen binaria a partir de transformar una imagen en color o en escala de grises. Para ello, se usa un método llamado segmentación por umbral o THRESHOLDING. La segmentación por la utilización de un umbral puede ser considerada como una forma especial de cuantificación, en la cual los píxeles de la imagen son divididos en dos clases, dependiendo de un umbral predefinido. Esto significa que se puede configurar el umbral a diferentes niveles según la necesidad del caso. La Fig. 5 muestra la imagen binaria extraída de la imagen a color de la Fig. 2.



*Fig. 3 Imagen binaria*

#### **E. Análisis de partículas.**

Una vez transformada la imagen a binaria se lleva a cabo el análisis de partículas, cuyo resultado son muchos objetos de diferentes tamaños y formas, de los cuales se tomará como ROI sólo aquel que coincida con la forma y tamaño y otras características de una placa vehicular. La Fig. 6 muestra varios objetos reconocidos en la imagen de un vehículo, de los cuales se trabajará sólo con aquel que coincide con las características de una placa vehicular.



Fig. 4 Imagen con varios objetos encontrados y resaltados

Después de condicionar los objetos por su forma y características se habrá obtenido el ROI de la placa vehicular dentro de la imagen; siempre y cuando exista una.

#### F. Aplicación del reconocimiento óptico de caracteres (OCR).

Después de haber obtenido el área de interés de la imagen, es decir, una pequeña parte de la imagen con la placa vehicular se usa el Reconocimiento Óptico de Caracteres, el mismo que analiza una por una las letras y números que encuentra en la imagen y la compara con gráficos de letras previamente configuradas llamados patrones, en la Fig. 7 se puede observar cómo se crea un ROI diferente para cada letra.

Una vez señaladas las letras, se aplica a cada una el OCR (Reconocimiento Óptico de Caracteres). El OCR hace comparaciones entre las formas de la placa vehicular y las formas de letras de una plantilla anteriormente asignada.

Una vez obtenido el valor de los caracteres y los números se pueden usar comparándolos con los de placas de una base de datos, y permitir el ingreso a un parqueadero, o llevar un registro de placas de autos que han pasado por un control vehicular de carretera, o por ejemplo instalarlo en zonas de ciudades en las cuales no se respeten las señales de tránsito tales como semáforos, para identificar a los infractores de tráfico y hacer un registro de sucesos.

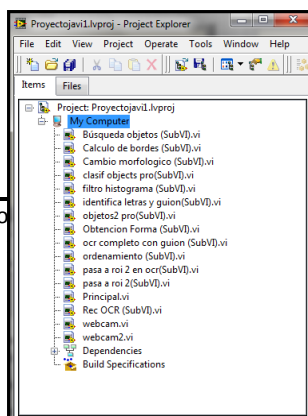


Fig. 5 Placa con letras a través de un ROI completo

#### G. Desarrollo de los algoritmos de programación.

Para el desarrollo de los algoritmos se utiliza el software LabVIEW con todas sus herramientas de programación. De esta manera, se logra la elección de la imagen y transformación a escala de grises, Búsqueda general de objetos en la imagen, segmentación sobre la imagen de un vehículo, análisis de partículas, discriminación por tamaño y forma de los objetos encontrados, clasificación de los objetos, transformación de las coordenadas geométricas en coordenadas ROI, recortado y extracción de la placa en la imagen, obtención de puntos y cambio morfológico de la imagen y aplicación de las funciones OCR a la imagen obtenida.

Para lograr que dentro de una sola acción se realicen todas las tareas de reconocimiento de la placa vehicular hubo la necesidad de trabajar con un proyecto general, a partir del cual se relacionaban los diferentes SUBVIS del proyecto tal como se muestra en la Fig. 8.



*Fig. 6 Árbol de SUBVIS dentro del proyecto general de LabVIEW.*

## H. Pruebas de funcionamiento.

El conjunto de Software de Reconocimiento de Placas vehiculares diseñado se ha probado de muchas maneras, las primeras pruebas fueron realizadas desde el momento mismo de inicio del proyecto, como lo son los primeros algoritmos que permitían la ubicación del ROI dentro de la placa, imágenes de los cual se presenta en la Fig. 6, en la cual se puede distinguir que el programa reconocía muchos elementos dentro de toda la imagen, pero en realidad uno sólo de aquellos debía ser elegido puesto que era la placa vehicular.

El porcentaje de éxitos se encuentra en el nivel esperado, el reconocimiento de las placas se logra a distancias cortas y sobre placas que están claramente visibles.

## 3. Resultados y discusión

**Tabla 1.** Probabilidad de acierto

NUMERO DE PLACA	INFORMACION RECAVADA	NUMERO DE CARACTERES ACERTADOS	PORCENTAJE DE ACIERTO POR
TBB-3661	TBB-3661	7	100,00%
TBE-9936	TBE-9936	7	100,00%
TBB-9822	TB?-9922	6	85,70%
TBA-3364	TBA-3?64	5	71,40%
PJM-489	PJM-489	6	100,00%
TDL-105	TD1-105	5	83,30%
TDC-203	TDC-203	6	85,70%
PBO-5084	PBO-5O8?	5	71,40%
		PROBABILIDAD TOTAL DE ACIERTO	87,19%

En las ocho muestras tomadas se puede observar una eficiencia de 87,19%, que es un buen resultado, debido a las condiciones climáticas presentadas y la resolución de la cámara que es baja.

Las pruebas con el prototipo montado, presenta algunas dificultades que afectan el desempeño adecuado del mismo, uno de los principales inconvenientes es que las placas no todas son nuevas o claras y con caracteres similares, lo que hace que las



imágenes obtenidas pierdan detalles y se complique el reconocimiento generando resultados errados. En la noche no hay dificultad ya que la cámara tiene luces infrarrojas que alumbran perfectamente la placa y permite el reconocimiento.

El tiempo calculado desde que el auto se detiene al frente de la cámara hasta que la barrera se eleva es de 3 segundos en promedio, el mismo que es mejor ya que actualmente con las tarjetas magnéticas que se utilizan el usuario debe esperar 6 segundos hasta que se posicione en el lector, pique y el brazo se eleve.

#### **4. Conclusiones**

- El procesamiento de imágenes con visión artificial para el reconocimiento de placas vehiculares es muy aplicable hoy en día ya que gracias al avance tecnológico se han creado múltiples herramientas así como software con paquetes propios para el desarrollo de estas tareas, parte desde la adquisición de imágenes hasta la interpretación y toma de decisiones.
- El proyecto realizado de procesamiento de imágenes con visión artificial para el reconocimiento de placas vehiculares es una herramienta que, gracias a su alta rentabilidad y confiabilidad, puede ser destinada a múltiples aplicaciones entre las que se encuentra el aumentar la eficiencia y optimizar el proceso de parqueo en instituciones a fin de reducir el tiempos de espera por parte de los usuarios y el congestionamiento vehicular.
- En la obtención de la imagen de la placa de los vehículos; el proceso de búsqueda de la placa dentro de la imagen, y el reconocimiento OCR de las letras y números de la placa; es posible con el desarrollo de algoritmos dentro del entorno de programación LabVIEW, con el requerimiento de conocimiento en el manejo del software.

#### **5. Recomendaciones**

- Se recomienda aumentar las plantillas OCR para lograr óptimos reconocimientos en placas tanto en placas emitidas en años pasados como en placas emitidas los últimos años ya que estos caracteres podrían ir cambiando permanentemente.
- Se recomienda proveer de mayor iluminación (para la noche) a los sectores donde se ubiquen las Cámaras del Sistema de Reconocimiento de Placas, de esta manera se garantiza el mejor funcionamiento del programa, y del sistema propuesto en general.
- Para obtener imágenes a partir de una cámara es necesario tomar en cuenta factores como, el sistema de iluminación, la resolución de la cámara, la distancia de los objetos que se quieren fotografiar y sobretodo el objetivo para el cual se está realizando la tarea.

#### **6. Referencias bibliográficas:**

- Andrade, G., & Lopez, J. (2012). *Sistema de Control vehicular utilizando reconocimiento optico de caracteres*. tesis, Escuela Superior Politécnica de Litoral, Guayaquil.
- Cañadas, P., & Haro, G. (2011). *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, aplicado al control vehicular*. Tesis de ingeniería, Escuela Politécnica Nacional, Quito.
- González, C., López, M., & González, D. (2008). *Desarrollo de un sistema de visión artificial para el reconocimiento de placas en vehículos particulares*. Tesis de ingeniería, Universidad de San Buenaventura, Bogotá.
- NationalInstrument. (2004). *IMAQ Vision for LabVIEW*. Manual, National Instrument Corporation.
- Pérez, J. (2014). *Reconocimiento de placas vehiculares mediante procesamiento de imágenes para optimizar el acceso a los parqueaderos de la UTA, Campus Huachi*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato.
- Rodriguez, 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*. La Libertad: Universidad Estatal Peninsula de Santa Elena.
- Rodriguez, H., Vera, R., & Veintimilla, B. (Octubre de 2012). Detección y extracción de placas de vehículos en señales de video. *Revista Tecnológica ESPOL*, 25(1).
- Rojas, J., & Aracena, D. (2013). *Revista Chilena de Ingeniería*. *Revista Chilena de Ingeniería*, 21(2), 172-184.
- Sanabria, J., & Archila, J. (2011). Detección y análisis de movimiento usando visión artificial. *Scientia et Technica*, 16(49), 180-188.
- Tasiguano, C. (2011). *Desarrollo de Algoritmos de reconocimiento de placas de vehículos*. Tesis de Ingeniería, Escuela Politécnica Nacional, Quito.
- Vega, N. (2010). *Identificación de vehículos de transporte público utilizando Visión por Computador*. Tesis, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.