

**Propuesta de Proyecto de Investigación**  
**Maestría en Ciencias y Tecnologías de la Información**

**01 de noviembre del 2022**

**1. Nombre del proyecto**

- Reconocimiento de matrículas vehiculares de la UAMI utilizando redes neuronales convolucionales

**2. Responsable(s)**

- Dr. Benjamin Moreno Montiel, Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad Autónoma Metropolitana – Unidad Iztapalapa, Cubículo T-106, bmoreno@izt.uam.mx, opelo1209@gmail.com
- Dr. René MacKinney Romero, Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad Autónoma Metropolitana – Unidad Iztapalapa, Cubículo T-145 Bis, rene@xanum.uam.mx

**3. Área(s) de conocimiento relacionada(s) con el proyecto**

Aprendizaje Maquinal, Aprendizaje Profundo, Clasificación, Extracción de conocimiento sobre grandes cantidades de datos y Minería de Datos.

**4. Descripción del proyecto**

- Contexto:

El reconocimiento de matrículas de vehículos ha sido investigado en todo el mundo. Podemos encontrar algunos ejemplos de reconocimiento de matrículas en países como Argentina [1], Bangladesh [2], China [3], Egipto [4], India [5], Japón [6], Malasia [7], entre otros. Normalmente, estos trabajos consideran cuatro fases: 1) obtención de la imagen del vehículo, 2) ubicación de placas dentro de la imagen, 3) extracción de caracteres y 4) clasificación o reconocimiento de caracteres.

En la mayoría de los algoritmos que se encuentran en la literatura, se supone que la placa no tiene patrones de textura, el fondo suele ser blanco y los caracteres negros, lo que permite un mejor reconocimiento de caracteres. Sin embargo, en el caso de las placas mexicanas no es así. Por un lado, tienen patrones de textura de fondo y, por otro lado, cada Gobierno del Estado puede diseñar su propio patrón de textura de fondo; esto genera más de 32 placas diferentes, y este número aumenta con los cambios en la administración del gobierno. Estas estructuras en las placas vehiculares de México hacen que los algoritmos tradicionales no funcionen correctamente, principalmente en la fase de extracción de caracteres.

Otro punto importante para mencionar es que, si bien cada Estado puede diseñar el fondo de sus placas, las dimensiones de las placas y letras, así como su estilo, deben cumplir con las características que se señalan en la norma oficial mexicana NOM-001-SCT. -2-2000; estas características se utilizan para reconocer el registro.

- Motivación:

La norma NOM-001-SCT-2-2000 establece que las dimensiones de las placas deben ser de 2:1, por lo que todas las imágenes se redimensionan a 700×350 píxeles binarizadas. La misma norma también establece la posición en que deben colocarse.

Con la información de la norma NOM-001-SCT-2-2000, se pueden eliminar las secciones superior e inferior de la imagen original, con el objetivo de obtener una sección que contenga exclusivamente caracteres. Un resultado se muestra en la Figura 1.



**Figura 1.** Ejemplo de eliminación de tramos superior e inferior; (a) originales imagen, (b) imagen obtenida después de la eliminación de secciones.

Como se puede observar en la Figura 1, la imagen es nítida y no presenta irregularidades en los caracteres que conforman la matrícula, sin embargo, en un escenario real esto no se presenta. Los 6 pasos para obtener imágenes similares para construir el conjunto de entrenamiento son: 1) Las fotografías serán previamente adquiridas de forma estática, 2) Serán capturadas a una distancia entre 1 y 1.5 m, 3) Se trabajará con modificaciones de la imagen de la placa previamente extraída de la fotografía original, 4) Las imágenes de las placas tendrán variaciones de iluminación. 5) Las fotografías tendrán ángulos de rotación muy pequeños (imágenes frontales o casi frontales) y 6) Sin oclusiones.

Las razones por la que se identifican los vehículos por su matrícula son varias, por ejemplo: control de tráfico, búsqueda de vehículos robados y/o sospechosos, registro estadístico del comportamiento vehicular y finalmente controles de acceso vehicular. Este último motivo aplica en la UAM – Iztapalapa, ya que es bien conocido que el sistema actual implementado en la Caseta 5 no tiene un correcto funcionamiento.

Actualmente este sistema se basa en la entrega de calcomanías que son identificados por una serie de cámaras, sin embargo, todos los que hemos ingresado por dicha caseta vemos a diario las claras deficiencias del sistema, obligando a realizar el acceso de forma manual por un operados de vigilancia de la unidad.

De aquí la necesidad de desarrollar un sistema inteligente que de forma automática reconozcan las matrículas de los vehículos que ingresan en la UAM, una buena opción es hacerlo mediante el uso de redes neuronales convolucionales.

Las redes neuronales convolucionales (*Convolutional Neural Network*) también llamadas *CNN's* o *ConvNets* son algoritmos basados en el aprendizaje profundo que han mostrado gran desempeño sobre todo en el procesamiento de imágenes [8]. En términos generales estos modelos reciben un arreglo de dos dimensiones  $M$ , donde comúnmente este arreglo representa a una imagen y cada entrada  $(i, j) \in M$  corresponde al valor de un píxel. El objetivo principal es el de asignar una categoría al contenido de la imagen.

La selección de los filtros en las redes *CNN* depende de cada problema y se elabora en el proceso de entrenamiento de la misma red. Es decir, la red ajusta los valores de los filtros, usando principalmente la retropropagación del error, de tal forma que la red asigne de forma correcta la clase correspondiente a cada muestra en el conjunto de entrenamiento que se le pase a la red. Esto es, cada muestra del conjunto de entrenamiento se pasa por la red y esta genera una salida que indica la clase que la red le ha asignado. El error asociado en dicha salida permite obtener la tasa de aprendizaje de los filtros que la red ha ajustado. Mediante el uso de las *CNN* las particularidades de una sola imagen se olvidan rápidamente, pero los patrones que ocurren en muchas imágenes se integran en los filtros y la red los utiliza para dar predicciones más precisas.

- Aporte esperado al área de conocimiento:

Realizar el reconocimiento de las matrículas vehiculares con las *CNN* representa una alternativa novedosa en el reconocimiento de placas vehiculares. Palaiahnakote y otros [8], muestran que las redes *CNN* y las recurrentes (*Recurrent Neural Networks* llamadas, *BLSTM (Bi-Directional Long Short Term Memory)*) obtuvieron los mejores resultados para reconocer matrículas de Malasia.

Es bien conocido que la India es uno de los países más poblados, el llevar el control de tráfico vehicular por medio de la identificación de matrículas en tiempo real representa un verdadero reto tecnológico. Jain y otros [9], proponen usar las redes *CNN* para detectar matrículas vehiculares para videos de tráfico en tiempo real. Los problemas de las matrículas vehiculares de la India, incluyen diferentes tamaños, números de líneas, fuentes, etc. Los autores mencionan los videos de tráfico como otro de los principales factores, ya que las cámaras están colocadas en una posición alta y la mayoría de las placas aparecen sesgadas. Los resultados que muestran los autores demuestran una robustez ante las variaciones anteriormente mencionadas y un rendimiento impresionante tanto en la localización como en el reconocimiento

Mostramos solamente estos dos trabajos sobre el reconocimiento automático de matrículas vehiculares, sin embargo, en los últimos años se tienen muchos más ejemplos que ratificar la corriente de investigación hacia las redes neuronales. Es por ello por lo que para este proyecto que proponemos pretendemos incorporar este conocimiento para el beneficio de todos los que conformamos la gran comunidad de la UAMI.

## 5. Objetivos

- Objetivo general: Diseñar un sistema basado en visión artificial para el reconocimiento de matrículas vehiculares de la UAMI, extrayendo características de color de baja intensidad y de forma mediante el uso de redes neuronales convolucionales.
- Objetivos particulares:
  - Revisión del estado del arte sobre el reconocimiento automático de matrículas vehiculares.
  - Desarrollar un algoritmo para la segmentación y extracción de caracteres (con base en sus características de color)
  - Diseñar una red neuronal convolucional para el reconocimiento de caracteres (caracterización del carácter y desarrollo del clasificador)
  - Realizar pruebas para validación de la propuesta para obtener las tasas de aprendizaje del sistema propuesto.

## 6. Metodología

Los pasos que necesitamos para desarrollar este proyecto son:

1. Revisión del estado del arte sobre reconocimiento automático de matrículas vehiculares utilizando algún tipo de redes neuronales, en especial convolucionales.
2. Crear la base de datos de las matrículas vehiculares de la UAMI, solicitando los permisos adecuados a la unidad de vigilancia de nuestra unidad y a los usuarios de los vehículos que ingresan a la UAMI.
3. Segmentar los caracteres eliminando los patrones de textura de fondo mediante un factor de umbral, que separé los colores oscuros que forman las letras de los colores claros que forman el fondo.
4. Binarizar la imagen de la matrícula para obtener histogramas tanto verticales como horizontales mediante la técnica de proyección de perfiles.
5. Modelar y categorizar los caracteres de las matricula utilizando las técnicas del momento de Hu, descriptores de Fourier y factores de correlación cruzada.
6. Los datos obtenidos en la etapa anterior van a representar el conjunto de entrenamiento para construir el clasificador de tipo red neuronal convolucional. se utilizaron como complemento en la fase de clasificación.
7. Finalmente se plantea utilizar análisis ROC, curvas de aprendizaje Lift y F1 score para obtener la tasa de aprendizaje del sistema propuesto,

## 7. Calendarización de actividades

Actividad	Trimestre 23-I	Trimestre 23-P	Trimestre 23-O	Trimestre 24-I
Desarrollo del primer borrador de la tesis de los idóneos resultados				
Revisión del estado del arte de reconocimiento automático de matrículas vehiculares.				
Creación de la base de datos de los vehículos que accedan a la UAMI				
Segmentación de los caracteres.				
Presentación de avances del proyecto.				

Actividad	Trimestre 23-I	Trimestre 23-P	Trimestre 23-O	Trimestre 24-I
Binarización de las imágenes		■		
Desarrollo de la red neuronal convolucional		■		
Presentación de avances del proyecto.			■	
Desarrollo de la versión final del sistema para el reconocimiento de matrículas vehiculares de la UAMI.			■	
Pruebas y resultados finales para obtener los principales aportes del proyecto.			■	
Redacción de la Tesis Final			■	
Presentación de avances del proyecto.				■
Examen de Grado				■

## 8. Infraestructura necesaria y disponible

Equipos: Laptop HP OMEN 15-ce0xx o el uso de servidores AWS para el desarrollo del proyecto.

Lenguajes de Programación: C, C++, C#, Python, Matlab y Octave.

## 9. Lugar de realización

Cubículos 145-Bis y T-106 de la Universidad Autónoma Metropolitana – Unidad Iztapalapa. Sin embargo, en la medida de que la pandemia siga por todo el 2023, se puede realizar un trabajo virtual en casa entre los asesores y el alumno que participe en el Proyecto.

## 10. Entregables

- Se promoverá la presentación del trabajo en un congreso internacional.
- ICR en los diferentes formatos establecidos por el posgrado para cada Proyecto de Investigación.

## 11. Referencias bibliográficas básicas

1. Gazcón, N. F. (2012). Automatic vehicle identification for Argentinean license plates using intelligent template matching. *Pattern Recognition Letters*, 33 (9), 1066--1074.
2. Siddique, N. A. (2012). Development of an automatic vehicle license plate detection and recognition system for Bangladesh. *Electronics & Vision (ICIEV)*, 2012 International Conference on Informatics, 688--693.
3. Y. Wang, J. C. (2015). License Plate Recognition Based on SIFT Feature. *Optik - International Journal for Light and Electron Optics*.
4. M.A. Massoud, M. S. (2013). Automated new license plate recognition in Egypt. *Alexandria Engineering Journal*.
5. Nasipuri, S. S. (2014). iLPR: an Indian license plate recognition system. *Multimedia Tools and Applications*.
6. Cheng, Y. a. (2004). Car license plate recognition based on the combination of principal components analysis and radial basis function networks. *7th International Conference on Signal Processing*, 2, 1455--1458.
7. Al Faqheri, W. a. (2009). A real-time Malaysian automatic license plate recognition (M-ALPR) using hybrid fuzzy. *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security*, 9 (2), 333--340.
8. Shivakumara, P., Tang, D., Asadzadehkaljahi, M., Lu, T., Pal, U., & Hossein Anisi, M. (2018). CNN-RNN based method for license plate recognition. *CAAI Transactions on Intelligence Technology*, 3(3), 169-175.
9. Jain, V., Sasindran, Z., Rajagopal, A., Biswas, S., Bharadwaj, H. S., & Ramakrishnan, K. R. (2016, December). Deep automatic license plate recognition system. In *Proceedings of the Tenth Indian Conference on Computer Vision, Graphics and Image Processing* (pp. 1-8).