



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO



DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN

**IDENTIFICACIÓN AUTOMÁTICA DE VEHÍCULOS EMPLEANDO
APRENDIZAJE PROFUNDO**

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

PRESENTA:
FERNANDO CONTRERAS PÉREZ

BAJO LA DIRECCIÓN DE:
DR. OSCAR ALBERTO CHÁVEZ BOSQUEZ

EN CODIRECCIÓN:
DRA. BETANIA HERNÁNDEZ OCAÑA

CUNDUACÁN, TABASCO, A: SEPTIEMBRE 2024



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO



DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN

**IDENTIFICACIÓN AUTOMÁTICA DE VEHÍCULOS EMPLEANDO
APRENDIZAJE PROFUNDO**

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

PRESENTA:
FERNANDO CONTRERAS PÉREZ

BAJO LA DIRECCIÓN DE:
DR. OSCAR ALBERTO CHÁVEZ BOSQUEZ

EN CODIRECCIÓN:
DRA. BETANIA HERNÁNDEZ OCAÑA

CUNDUACÁN, TABASCO, A: SEPTIEMBRE 2024

Declaración de Autoría y Originalidad

En la Ciudad de Cunduacán el día Siete del mes de Septiembre del año 2024, el que suscribe **Fernando Contreras Pérez**, alumno del Programa de la **Maestro en Ciencias de la Computación** con número de matrícula **212H13001**, adscrito a la **División Académica de Ciencias y Tecnologías de la Información**, de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, como autor de la Tesis presentada para la obtención de Grado de Maestría y titulada **Identificación automática de vehículos empleando aprendizaje profundo**, dirigida por el Dr. Oscar Alberto Chávez Bosquez y la Dra. Betania Hernández Ocaña.

DECLARO QUE: La Tesis es una obra original que no infringe los derechos de propiedad intelectual ni los derechos de propiedad industrial u otros, de acuerdo con el ordenamiento jurídico vigente, en particular, la LEY FEDERAL DEL DERECHO DE AUTOR (Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Ley Federal del Derecho de Autor del 01 de Julio de 2020 regularizando, aclarando y armonizando las disposiciones legales vigentes sobre la materia), en particular, las disposiciones referidas al derecho de cita. Del mismo modo, asumo frente a la Universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría o falta de originalidad o contenido de la Tesis presentada de conformidad con el ordenamiento jurídico vigente.

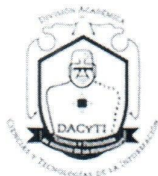
Cunduacán, Tabasco a 07 de Septiembre de 2024.

Estudiante: Fernando Contreras Pérez



UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



DIVISIÓN ACADÉMICA DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS
DE LA INFORMACIÓN



Cunduacán, Tabasco a 30 de septiembre de 2024

Oficio No. 1220/DACYTI/CP/2024

Asunto: Autorización de impresión de Tesis

C. Fernando Contreras Pérez

Egresado de la Maestría en Ciencias de la Computación

En virtud de que cumple satisfactoriamente los requisitos establecidos en el Reglamento General de Estudios de Posgrado vigente en la Universidad, informo a Usted que se autoriza la impresión del trabajo recepcional **"Identificación automática de vehículos empleando aprendizaje profundo"**, para presentar examen y obtener el Grado de Maestro en Ciencias de la Computación.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para enviarle un afectuoso saludo.

Atentamente

MTE. Óscar Alberto González González
Director

UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO



DIVISIÓN ACADÉMICA DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS
DE LA INFORMACIÓN

C.c.p. Dr. Eddy Arquímedes García Alcocer. - Encargado del Despacho de la Coordinación de Posgrado DACYTI
Archivo.
Consecutivo.

M.T.E. OAGG/EAGA X

Carretera Cunduacán-Jalpa Km. 1, Colonia Esmeralda, C.P. 86690.
Cunduacán, Tabasco, México.
Tel: (993) 358 1500 ext. 6727; (914) 336 0616; Fax: (914) 336 0870
E-mail: direccion.dacyti@ujat.mx

www.ujat.mx

Carta de Cesión de Derechos

Villahermosa, Tabasco a 07 de Septiembre de 2024.

Por medio de la presente manifiesto haber colaborado como AUTOR en la producción, creación y/o realización de la obra denominada: **Identificación automática de vehículos empleando aprendizaje profundo**.

Con fundamento en el artículo 83 de la Ley Federal del Derecho de Autor y toda vez que, la creación y/o realización de la obra antes mencionada se realizó bajo la comisión de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; entendemos y aceptamos el alcance del artículo en mención de que tenemos el derecho al reconocimiento como autores de la obra, y a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco mantendrá en un 100 % la titularidad de los derechos patrimoniales por un período de 20 años sobre la obra en la que colaboramos, por lo anterior, cedemos el derecho patrimonial exclusivo en favor de la Universidad.

COLABORADOR

Estudiante: Fernando Contreras Pérez

TESTIGOS

Dr. Oscar Alberto Chávez Bosquez

Dra. Betania Hernández Ocaña

Índice general

Índice de Figuras	III
Índice de Tablas	IV
Resumen	V
Abstract	VI
1. Generalidades	1
1.1. Introducción	1
1.2. Planteamiento del problema	1
1.2.1. Definición del problema	1
1.2.2. Delimitación de la investigación	1
1.3. Preguntas de investigación e hipótesis	1
1.4. Objetivo general	1
1.5. Objetivos específicos	1
1.6. Justificación	1
1.7. Metodología utilizada	1
2. Marco teórico	2
2.1. Conceptos y teorías fundamentales de la investigación	2
2.2. Literatura relacionada	2
2.3. Marco tecnológico	2

3. Sistema de detección, seguimiento y conteo de vehículos	3
3.1. Modelo matemático	3
3.2. Diagrama de dominio	3
4. Experimentos y Resultados	4
5. Contribuciones, conclusiones y trabajos futuros	5
Anexo	6
Bibliografía	7

Índice de figuras

Índice de tablas

Resumen

Este trabajo de investigación se enfoca en la implementación y evaluación de un sistema de identificación, clasificación y conteo automático de vehículos utilizando tecnologías de Aprendizaje profundo. El principal objetivo de este sistema es el de mejorar el control de acceso vehicular en el campus Chontalpa de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT). El sistema está compuesto por un sensor OAK-D y una Raspberry Pi para capturar, procesar y analizar los datos en tiempo real.

El sistema propuesto, basado en la red neuronal MobileNetSSD, ha logrado una identificación de vehículos con una precisión global de 0.81 y una sensibilidad de 0.91. Este desempeño en la identificación influye positivamente en la tarea de conteo automático.

El diseño experimental tomó en cuenta la recopilación y análisis de datos con diferentes configuraciones. Se ajustó el sistema a distintas condiciones de iluminación y climáticas. Las pruebas se realizaron en algunos puntos de la entrada del campus. También se variaron la ubicación y ángulos del OAK-D para mejorar la precisión de la detección. Este enfoque muestra que el sistema propuesto es adaptable a diferentes escenarios en condiciones naturales no controladas para entornos educativos. Todo esto, sin la necesidad de un equipo profesional costoso.

El sistema propuesto ha demostrado ser una solución funcional y económica para el control de acceso vehicular, mejorando la seguridad y la eficiencia en el uso de recursos. Para investigaciones futuras, se propone explorar otros modelos de detección como YOLO así como algoritmos de seguimiento más complejos basados en Aprendizaje profundo. Estas mejoras podrían aumentar la precisión y la sensibilidad del sistema.

Palabras clave: Inteligencia Artificial, Redes neuronales, Visión Computacional

Abstract

This research focuses on the implementation and evaluation of a system for automatic identification, classification and tracking of vehicles using Deep Learning. The main objective of this system is to improve vehicle access control on the Chontalpa campus of the Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT). The system is composed of an OAK-D sensor and a Raspberry Pi to capture, process and analyze data in real time.

The proposed system, based on the MobileNetSSD neural network, has achieved vehicle identification with an overall precision of 0.81 and a sensitivity of 0.91. This identification performance positively influences the automatic tracking task.

The experimental design took into account the collection and analysis of data with different configurations. The system was adjusted to different lighting and weather conditions. The tests were carried out at several points at the entrance of the campus. The location and angles of the OAK-D were also varied to improve the detection accuracy. This approach shows that the proposed system is adaptable to different scenarios in uncontrolled natural conditions for educational environments. All this, without the need for expensive professional equipment.

The proposed system has proven to be a functional and economical solution for vehicle access control, improving security and efficiency in the use of resources. For future research, it is proposed to explore other detection models such as YOLO as well as more complex tracking algorithms based on Deep Learning. These improvements could increase the accuracy and sensitivity of the system.

Keywords: Artificial Intelligence, Neural Networks, Computer Vision

Capítulo 1

Generalidades

1.1. Introducción

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Definición del problema

1.2.2. Delimitación de la investigación

[\[Alcances y limitaciones de su proyecto\]](#)

1.3. Preguntas de investigación e hipótesis

1.4. Objetivo general

1.5. Objetivos específicos

1.6. Justificación

1.7. Metodología utilizada

Capítulo 2

Marco teórico

[Nombrar el capítulo en acuerdo con su director tesis]

2.1. Conceptos y teorías fundamentales de la investigación

2.2. Literatura relacionada

Chávez-Bosquez et al., 2020 mencionan que debes terminar la tesis en tiempo y forma para que la tía Conah no te exija la devolución de la beca.

2.3. Marco tecnológico

[Hardware, software, herramientas]

Capítulo 3

Sistema de detección, seguimiento y conteo de vehículos

[Nombrar el capítulo en acuerdo con su director tesis, que de idea del desarrollo de la contribución principal de su tesis.]

[Estas secciones son solo un ejemplo.]

3.1. Modelo matemático

3.2. Diagrama de dominio

Capítulo 4

Experimentos y Resultados

Capítulo 5

Contribuciones, conclusiones y trabajos futuros

Alojamiento de la Tesis en el Repositorio Institucional	
Título de la tesis:	Identificación automática de vehículos empleando aprendizaje profundo
Autor:	Fernando Contreras Pérez
ORCID:	https://orcid.org/0000-0003-3882-2985
Resumen:	<p>Este trabajo de investigación se enfoca en la implementación y evaluación de un sistema de identificación, clasificación y conteo automático de vehículos utilizando tecnologías de Aprendizaje profundo. El principal objetivo de este sistema es el de mejorar el control de acceso vehicular en el campus Chontalpa de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT). El sistema está compuesto por un sensor OAK-D y una Raspberry Pi para capturar, procesar y analizar los datos en tiempo real.</p> <p>El sistema propuesto, basado en la red neuronal MobileNetSSD, ha logrado una identificación de vehículos con una precisión global de 0.81 y una sensibilidad de 0.91. Este desempeño en la identificación influye positivamente en la tarea de conteo automático.</p> <p>El diseño experimental tomó en cuenta la recopilación y análisis de datos con diferentes configuraciones. Se ajustó el sistema a distintas condiciones de iluminación y climáticas. Las pruebas se realizaron en algunos puntos de la entrada del campus. También se variaron la ubicación y ángulos del OAK-D para mejorar la precisión de la detección. Este enfoque muestra que el sistema propuesto es adaptable a diferentes escenarios en condiciones naturales no controladas para entornos educativos. Todo esto, sin la necesidad de un equipo profesional costoso.</p> <p>El sistema propuesto ha demostrado ser una solución funcional y económica para el control de acceso vehicular, mejorando la seguridad y la eficiencia en el uso de recursos. Para investigaciones futuras, se propone explorar otros modelos de detección como YOLO así como algoritmos de seguimiento más complejos basados en Aprendizaje profundo. Estas mejoras podrían aumentar la precisión y la sensibilidad del sistema.</p>
Palabras clave:	Inteligencia Artificial, Redes neuronales, Visión Computacional
Referencias citadas:	En la siguiente página se muestran las referencias.

Bibliografía

Chávez-Bosquez, O., Hernández-Torruco, J., Hernández-Ocaña, B., & Canul-Reich, J. (2020). Modeling and Solving a Latin American University Course Timetabling Problem Instance. *Mathematics*, 8(10). <https://doi.org/10.3390/math8101833>