

## Protocolo de tesis

### Sistema de Detección y Evasión de Colisiones basado en Visión Computacional para Vehículos Autónomos

Rubén Martínez González

Facultad de Matemáticas, UADY



# Introducción

- ▶ La tecnología de vehículos autónomos representa un logro significativo en la revolución del transporte.
- ▶ Desarrollar sistemas 'inteligentes' que permitan a estos vehículos aprender a conducir de manera autónoma
- ▶ Detectar posibles colisiones y reaccionar de manera similar a como lo haría un conductor humano
- ▶ Sistema de detección y evasión de colisiones basado en visión computacional
- ▶ La detección y respuesta a situaciones de peligro, como colisiones inminentes, siguen siendo un desafío complejo.

## Contexto y problemática

- ▶ Los vehículos autónomos representan una innovación trascendental
- ▶ El desafío primordial reside en dotar a estos vehículos con la capacidad de identificar y reaccionar ante situaciones de riesgo de manera precisa
- ▶ La detección temprana de posibles colisiones, amenazas viales es un aspecto esencial para garantizar la seguridad
- ▶ La visión computacional, utilizando las cámaras de video y sensores, se presenta como una estrategia central para esta detección
- ▶ Existen desafíos tecnológicos significativos en la identificación y procesamiento oportuno de dichos eventos

## Preguntas de investigación

- ▶ ¿Cómo se puede implementar un sistema de detección y evasión de colisiones basado en visión computacional para vehículos autónomos?
- ▶ ¿Cómo se puede lograr que los sistemas de vehículos autónomos reaccionen de manera rápida y precisa ante situaciones de riesgo?
- ▶ ¿Cómo se puede mejorar la precisión y la velocidad de detección de posibles colisiones mediante técnicas avanzadas de visión computacional?
- ▶ ¿Cuál es el impacto de la integración de múltiples sensores en la detección y evasión de colisiones para vehículos autónomos?
- ▶ ¿Cuál es el rendimiento y la eficacia comparativa entre diferentes algoritmos de aprendizaje automático aplicados a la detección de colisiones?
- ▶ ¿Cuál es la viabilidad y el rendimiento de estos sistemas en entornos urbanos altamente complejos y dinámicos?

# Hipótesis

"La implementación de un sistema de detección y evasión de colisiones basado en visión computacional en vehículos autónomos mejorará la capacidad de anticipación y respuesta ante posibles situaciones de riesgo"

## Objetivo general

Implementar un sistema de detección y evasión de colisiones basado en visión computacional para vehículos autónomos,

## Objetivos específicos

- ▶ Modelar un ambiente de simulación donde un vehiculo circule por calles transitadas.
- ▶ Obtener datos de los sensores del vehiculo en simulación.
- ▶ Interpretar los datos de los sensores mediante técnicas de visión computacional.
- ▶ Procesar los datos y aprender a reaccionar.

## Trabajos previos relacionados

Bachute, M. R., and Subhedar, J. M. Autonomous driving architectures: insights of machine learning and deep learning algorithms. Machine Learning with Applications 6 (2021), 100164.

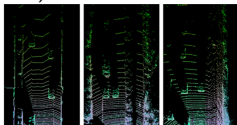


Fig. 4. Top view of Point Cloud from Lidar (Lee & Park, 2020).

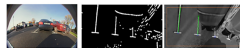
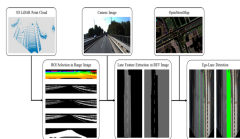


Fig. 10. Parking lot marking recognition (Khandelwal et al., 2017).

Ofrece una visión general de cómo se aplican algoritmos de Aprendizaje Automático y Aprendizaje Profundo en sistemas de conducción autónoma



## Trabajos previos relacionados

Cai, P., Wang, H., Huang, H., Liu, Y., and Liu, M. Vision-based autonomous car racing using deep imitative reinforcement learning. *IEEE Robotics and Automation Letters* 6, 4 (2021), 7262–7269.

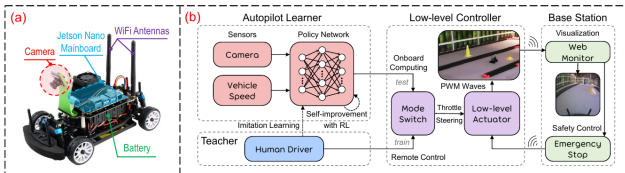


Fig. 2. Overview of the (a) hardware and (b) software architecture of our RC-car racing system.

se presenta un enfoque general de aprendizaje profundo imitativo y de refuerzo (DIRL) que logra el automovilismo autónomo ágil utilizando entradas visuales.

## Trabajos previos relacionados

Althoff, M., Stursberg, O., and Buss, M. Model-based probabilistic collision detection in autonomous driving. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems* 10, 2 (2009), 299–310.

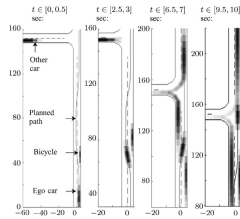
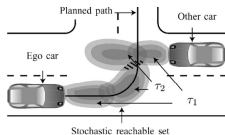


Fig. 13. Stochastic reachable sets for the overtaking scenario.

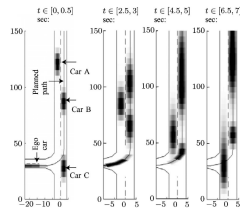


Fig. 14. Stochastic reachable sets for the merging scenario.

Se centra en la seguridad de los caminos planificados para autos autónomos en relación con otros participantes en el tráfico. Se predice la ocupación de la carretera por otros vehículos de manera estocástica.

## Trabajos previos relacionados

APavel, M. I., Tan, S. Y., and Abdullah, A. Vision-based autonomous vehicle systems based on deep learning: A systematic literature review. Applied Sciences 12, 14 (2022), 6831.

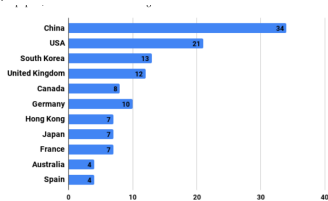


Figure 3. Distribution of studies over top 15 countries of first authors.

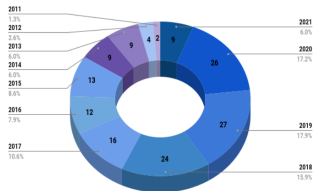


Figure 2. Distribution of studies in terms of year of publication (2011–2021).

El artículo realiza una revisión sistemática de la literatura sobre el uso del aprendizaje profundo en AVS durante la última década.

## Trabajos previos relacionados

Alam, A., Jaffery, Z. A., and Sharma, H. A cost-effective computer vision-based vehicle detection system. *Concurrent Engineering* 30, 2 (2022), 148–158.



Sample of generated hypothesis by Haar cascade detector on day time captured images



Sample of generated hypothesis by Haar cascade detector on night time captured images



Sample of the detected vehicle after hypothesis verification on day time captured images



Sample of the detected vehicle after hypothesis verification on night time captured images



Propone un sistema de detección de vehículos basado en visión por computadora que utiliza un algoritmo de Gentle Adaptive Boosting con características tipo Haar para generar hipótesis de vehículos de manera rápida.

## Tabla comparativa

Características	Autonomous Driving Architectures	Vision-based Autonomous Car Racing	Model-based Probabilistic Collision Detection	Vision-based Autonomous Vehicle Systems	Cost-effective Vehicle Detection System
Uso de algoritmos de Aprendizaje Automático y Aprendizaje Profundo	X			X	
Enfoque en la conducción autónoma	X	X	X	X	X
Ventajas de la conducción autónoma	X				
Complejidad de los sistemas de conducción autónoma	X				
Análisis de tareas en la conducción autónoma	X				
Evaluación y comparación de algoritmos	X	X			
Predicción estocástica de ocupación de la carretera			X		
Eficiencia en cálculos intensivos		X	X		
Utilización de cámaras RGB como sensores principales		X		X	
Detección de vehículos en conducción autónoma					X

# Metodología

La metodología propuesta se fundamenta en un enfoque iterativo que abarca diversas etapas para la implementación del sistema de detección y evasión de colisiones en vehículos autónomos.

- ▶ Se establecerá un entorno de simulación realista que refleje las condiciones de tráfico habituales.
- ▶ Adquisición y procesamiento de datos provenientes de los sensores de dicho entorno simulado.
- ▶ Diseño y la implementación de algoritmos de visión computacional para la detección temprana de eventos críticos en tiempo real.
- ▶ Estos algoritmos serán sometidos a un proceso de entrenamiento y ajuste utilizando técnicas de aprendizaje automático.
- ▶ Se llevarán a cabo pruebas para validar la efectividad y la precisión del sistema propuesto en situaciones simuladas de riesgo vial.

## Calendario de actividades

Actividad	Duración						
	Dic	Ene	Feb	Marz	Abr	May	Jun
Investigación Preliminar							
Diseño y Configuración del Entorno Simulado							
Adquisición y Procesamiento de Datos							
Desarrollo y Entrenamiento de Algoritmos							
Evaluación y Ajuste del Sistema							
Documentación y Análisis de Resultados							
Redacción y Presentación de la Tesis							

## Referencias bibliográficas

Alam, A., Jaffery, Z. A., and Sharma, H. A cost-effective computer vision-based vehicle detection system. *Concurrent Engineering* 30, 2 (2022), 148–158.

Althoff, M., Stursberg, O., and Buss, M. Model-based probabilistic collision detection in autonomous driving. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems* 10, 2 (2009), 299–310.

Bachute, M. R., and Subhedar, J. M. Autonomous driving architectures: insights of machine learning and deep learning algorithms. *Machine Learning with Applications* 6 (2021), 100164.

Cai, P., Wang, H., Huang, H., Liu, Y., and Liu, M. Vision-based autonomous car racing using deep imitative reinforcement learning. *IEEE Robotics and Automation Letters* 6, 4 (2021), 7262–7269.

Pavel, M. I., Tan, S. Y., and Abdullah, A. Vision-based autonomous vehicle systems based on deep learning: A systematic literature review. *Applied Sciences* 12, 14 (2022), 6831.