

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ADVERTENCIA DE COLISIÓN FRONTAL ENTRE VEHÍCULOS UTILIZANDO TECNOLOGÍA RDS

Propuesta para Proyecto de Tesis de Maestría en Ingeniería Electrónica

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO: El objetivo de este proyecto es desarrollar e implementar un sistema de advertencia de colisión frontal para mejorar la seguridad vial y la eficiencia del transporte en los sistemas de comunicaciones vehiculares (SCV). A diferencia de los sensores de proximidad actuales de los SCV, como radares y videocámaras, que presentan limitaciones en términos de rango de cobertura, cambios de iluminación y obstrucciones, este sistema utilizará las mismas señales del sistema de comunicación como señales de sondeo para la detección de vehículos. Se busca integrar un mecanismo de inteligencia artificial con procesamiento de firmas Doppler en el sistema, con el fin de detectar posibles colisiones entre vehículos. De esta manera, el sistema de advertencia de colisión frontal complementará a los sistemas existentes, mejorando la capacidad de detección de riesgos y contribuyendo a la seguridad en las carreteras.

OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO:

El propósito principal de este proyecto consiste en la implementación de un sistema advertencia de colisión frontal basado en una técnica de precepción por radiofrecuencia, en las cuales las señales de comunicación se procesan para extraer las firmas Doppler asociadas a eventos relevantes de seguridad vial, por ejemplo, vehículos aproximándose a altas velocidades tanto por delante como por atrás. Para alcanzar este objetivo, se abordarán los siguientes objetivos particulares:

- Desarrollar una plataforma de mediciones del espectro de potencia Doppler a través de dispositivos de radio definido por software (RDS) en Matlab.
- Realizar una campaña de mediciones del espectro de potencia Doppler con la plataforma RDS desarrollada.
- Entrenar un algoritmo de inteligencia artificial utilizando la base de datos
- Implementar un algoritmo de aprendizaje profundo para clasificar los eventos relevantes en tiempo real.

METODOLOGÍA

Con respecto a la metodología de trabajo, se seguirá una estrategia de verificación de hipótesis a través de un análisis tanto teórico como experimental. El análisis teórico se llevará a cabo sobre la base de la teoría de procesamiento de señales, reconocimiento de patrones, optimización e inteligencia artificial. Por otro lado, el análisis experimental se realizará utilizando un banco de pruebas que se construirá dentro de este proyecto. El sistema de prevención de colisiones entre vehículos por monitoreo de radiofrecuencia consta de las siguientes etapas:

- **Etapas de detección:** Se desarrollará una etapa de percepción inalámbrica por radiofrecuencia, empleando RDS. Con esta etapa, se buscará generar una base de datos de firmas espectrales empíricas para el análisis y entrenamiento del sistema de detección. En esta etapa, la antena transmisora irradiará una señal sonda, la cual no está destinada a transportar datos, es simplemente un medio para interactuar a través del mecanismo de reflexión de ondas electromagnéticas con los vehículos en las proximidades de la antena receptora. Si la señal de la sonda incide sobre un vehículo en movimiento, la señal reflejada sufrirá un cambio de frecuencia debido al efecto Doppler. Este cambio de frecuencia depende de la velocidad y trayectoria del vehículo. Por lo tanto, producirá una firma espectral Doppler cuyas características se pueden usar para detectar eventos relevantes de seguridad vial.
- **Etapas de clasificación:** Se realizará después de adquirir la base de datos de firmas espectrales empíricas. En esta etapa, se clasificarán las señales con base a la información extraída de sus características. La extracción de estas características se basa en encontrar el conjunto de datos que permita diferenciar cuantitativamente si las señales corresponden a eventos de vehículos aproximándose a altas velocidades tanto por delante como por atrás. La clasificación de estos eventos se realizará a través del algoritmo de inteligencia artificial.
- **Etapas de decisión:** Consiste en emitir alertas cuando se producen eventos de vehículos que se aproximan tanto por delante como por atrás. En esta etapa, se procesarán los datos en tiempo real para determinar cuándo se detecta un evento relevante de seguridad vial. De esta manera, la plataforma emitirá un mensaje de alerta de colisión.

MATERIAS OPTATIVAS SUGERIDAS

- Antenas y Propagación, Comunicaciones Inalámbricas, Optimización, Reconocimiento de Patrones.

PROPONENTES - ASESORES

Dr. Carlos A. Gutiérrez, Asesor

Profesor-Investigador
Facultad de Ciencias, UASLP
Oficina 204, Edificio 2
Email: cagutierrez@ieee.org

Dr. Miguel Ángel Díaz Ibarra, Co-Asesor

Investigador Posdoctoral
Facultad de Ciencias
Universidad Autónoma de San Luis Potosí
Email: miguel.diaz@upslp.edu.mx

PERFIL DEL TESISISTA

- Tener disposición para desarrollar trabajo tanto teórico como experimental.
- Tener capacidad para trabajar de manera individual y buena actitud para trabajar en equipo
- Tener interés en la capa física de los sistemas de comunicaciones vehiculares, en la propagación de radio señales, en algoritmos de aprendizaje profundo y en el manejo de dispositivos de hardware en particular dispositivos RDS.
- Contar con bases sólidas de señales y sistemas, probabilidad y programación.
- Tener disposición para tomar las materias optativas sugeridas.

CRONOGRAMA

	Estudio del Estado del Arte	Desarrollar una plataforma de percepción inalámbrica utilizando dispositivos RDS	Realizar una campaña de mediciones del espectro de potencia Doppler	Entrenar un clasificador adecuado a los fines del proyecto con la base de datos generada	Implementar el sistema de prevención de colisiones entre vehículos en tiempo real	Redacción de la tesis	Examen previo e implementación de correcciones	Examen de grado
Jul – 2023	X	X	X					
Ago – 2023	X	X	X					
Sep – 2023	X	X	X					
Oct – 2023	X	X	X	X				
Nov – 2023	X		X	X				
Dic – 2023	X			X				
Ene – 2023	X			X	X			
Feb – 2023	X				X			
Mar – 2023	X				X			
Abr – 2023	X				X	X		
May – 2023	X					X		
Jun – 2023	X					X		
Jul – 2023	X						X	
Ago - 2023	X							X

REFERENCIAS

- [1] Zhang, Andrew et al. "Joint Communication and Radar Sensing in Mobile Networks—A Survey." *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, pp. 306-344, Vol. 24, No. 1, Mar. 2022.
- [2] Zhang, Andrew et al. "Perceptive Mobile Networks: Cellular Networks With Radio Vision via Joint Communication and Radar Sensing." *IEEE Vehicular Technology Magazine*, pp. 20-30, Jun. 2021.
- [3] Gómez-Vega, Carlos A., et al. "Doppler Spectrum Measurement Platform for Narrowband V2V Channels." *IEEE Access*, pp. 27162-27184, Jul. 2022.