

# Extracción y análisis de la información sobre el estado del canal, en comunicaciones Wi-Fi utilizando hardware específico de tarjetas de red inalámbricas y sistemas de radio definido por software. Casos de uso

Brayan Tourinho Gomes

Miguel Ángel Quintana Suárez e Itziar Goretti Alonso González

GITT (Telemática), Junio 2024

## INTRODUCCIÓN

El proyecto se centra en la implementación y evaluación de un sistema para la captura y análisis de la Información del Estado del Canal (CSI) en redes Wi-Fi.

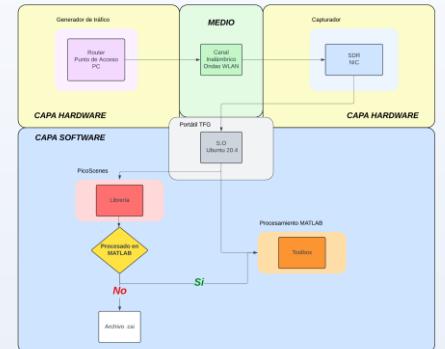
El CSI es un conjunto de parámetros que describen cómo las señales se propagan desde el transmisor al receptor en un entorno específico. Este análisis detallado de la CSI permite obtener información precisa sobre el estado del canal de comunicación, lo que es crucial para diversas aplicaciones como detección de entornos, el análisis de gestos, la identificación de actividades humanas y la detección de obstáculos.

La motivación principal es explorar las capacidades de tarjetas de red inalámbricas y sistemas de radio definido por software (SDR) para obtener datos detallados del estado del canal.

## OBJETIVO

El objetivo del proyecto es desarrollar un sistema eficiente para la captura y análisis del CSI utilizando dispositivos SDR como ADALM-PLUTO y HackRF One, junto con herramientas de software como PicoScenes[1] y MATLAB[2]. Además, se busca evaluar la precisión y fiabilidad de los datos obtenidos y analizar su utilidad mediante modelos de clasificación de Machine Learning.

El sistema desarrollado cumple el siguiente esquema:

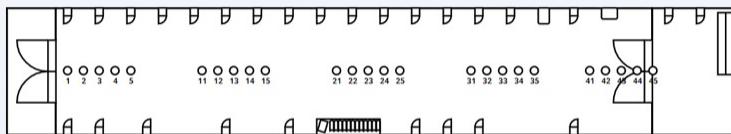


## METODOLOGÍA

Para llevar a cabo este proyecto, se siguieron los siguientes pasos:

**Configuración del Entorno de Pruebas:** La configuración adecuada del hardware y software fue crucial para asegurar la calidad de los datos capturados.

**Captura de Datos:** Se realizaron pruebas en diversas condiciones para capturar el CSI. Los datos se recolectaron en diferentes escenarios para evaluar la consistencia y precisión del sistema. Un escenario se ubicó en la segunda planta del Pabellón C del Departamento de Ingeniería Telemática

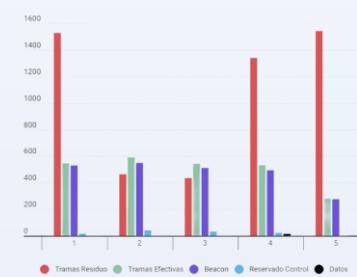


**Análisis de Datos:** Los datos del CSI se analizaron utilizando modelos de clasificación de Machine Learning para evaluar y predecir el comportamiento del entorno de comunicación. Este análisis permitió detectar patrones y realizar predicciones basadas en el CSI.

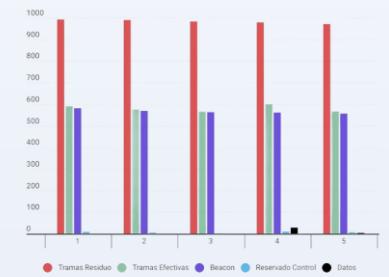
**Controversia y Desafíos:** Durante el proyecto, se encontraron ciertas limitaciones y desafíos. Para evaluar la fiabilidad del uso de HackRF One y la NIC con PicoScenes, se crearon escenarios de auditoría específicos. Al analizar los datos capturados en estos escenarios, se llevó a descartar su uso en favor de alternativas más precisas. Estas controversias fueron documentadas y analizadas para entender mejor los límites del sistema.

Con los escenarios de auditoría se obtuvieron los siguientes resultados:

- Con HackRF One



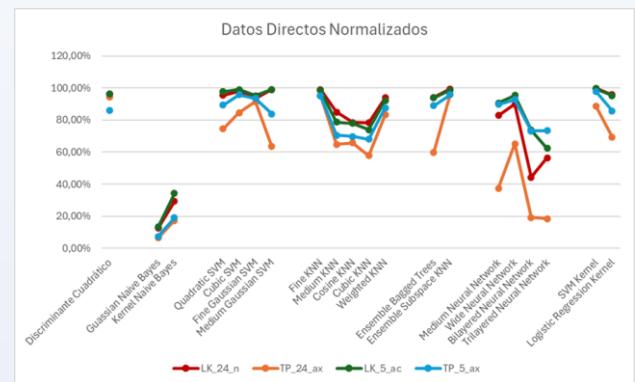
- Con NIC



## RESULTADOS

Se utilizó la app Classification Learner de MATLAB[3] para entrenar y comparar modelos de clasificación como Máquinas de Vectores de Soporte (SVM), k-Vecinos Más Cercanos (k-NN) y Árboles de decisión. Los resultados obtenidos sugieren que estos modelos, combinados con técnicas de procesamiento como PCA, mejoran significativamente la precisión en la identificación de ubicaciones basadas en capturas de señal CSI. La selección adecuada del modelo y la técnica de procesamiento es crucial para optimizar el rendimiento del sistema de predicción de localización.

Discriminante	PCA					mRMR					reliefF					ANNOVA				
	LK_24_n	TP_24_ax	LK_5_ax	TP_5_ax	...	LK_24_n	TP_24_ax	LK_5_ax	TP_5_ax	...	LK_24_n	TP_24_ax	LK_5_ax	TP_5_ax	...	LK_24_n	TP_24_ax	LK_5_ax	TP_5_ax	
Discriminante Cuadrático	96,40%	94,40%	96,20%	86,00%	...	93,20%	97,20%	94,60%	68,30%	...	92,90%	74,20%	96,80%	87,20%	...	83,80%	77,10%	96,50%	83,20%	...
Quadratic SVM	95,40%	74,50%	97,60%	89,40%	...	81,50%	67,20%	90,10%	67,70%	...	91,90%	60,80%	96,10%	86,60%	...	92,40%	59,50%	97,10%	86,10%	...
Ensemble Bagged Trees	94,10%	99,80%	93,90%	89,00%	...	84,30%	52,90%	85,80%	60,20%	...	90,70%	58,20%	92,80%	84,30%	...	92,80%	68,20%	93,80%	89,70%	...



## CONCLUSIONES/LÍNEAS FUTURAS

### Conclusiones

El proyecto ha demostrado la viabilidad de capturar y analizar la Información del Estado del Canal en redes Wi-Fi utilizando hardware y software especializado. Se ha comprobado que, aunque existen desafíos y limitaciones en ciertas configuraciones, las técnicas avanzadas de análisis pueden proporcionar una comprensión detallada del entorno de comunicación.

### Líneas Futuras

Para futuras investigaciones, se recomienda desarrollar librerías propias para dispositivos como el ADALM-PLUTO y explorar alternativas a PicoScenes para auditorías de CSI. También se sugiere crear un repositorio de medidas para facilitar la comparación y seguimiento de las mediciones, mejorando así la precisión y confiabilidad de futuros análisis.

## REFERENCIAS

- [1] Z. Jiang, "PicoScenes: Enabling Modern Wi-Fi ISAC Research! — PicoScenes documentation", Zpj.io. [En línea]. Disponible en: <https://ps.zpj.io/>.
- [2] "Entrenar modelos para clasificar datos usando machine learning supervisado - MATLAB - MathWorks España", Mathworks.com. [En línea]. Disponible en: <https://es.mathworks.com/help/stats/classificationlearner-app.html>.
- [3] "Entrenar modelos para clasificar datos usando machine learning supervisado - MATLAB - MathWorks España", Mathworks.com. [En línea]. Disponible en: <https://es.mathworks.com/help/stats/classificationlearner-app.html>.