

Guardián IoT: Candado para seguridad logística con machine learning y geolocalización anti-spoofing

PROBLEMA

Los sistemas de seguridad para carga logística operan de forma aislada: un candado físico protege el contenedor y un GPS monitorea la ruta. Esta separación crea una vulnerabilidad crítica, ya que un candado convencional no puede alertar sobre una manipulación, mientras que un GPS puede ser engañado con ataques de spoofing, ocultando el desvío del vehículo y dejando la carga desprotegida ante robos sofisticados.

OBJETIVO GENERAL

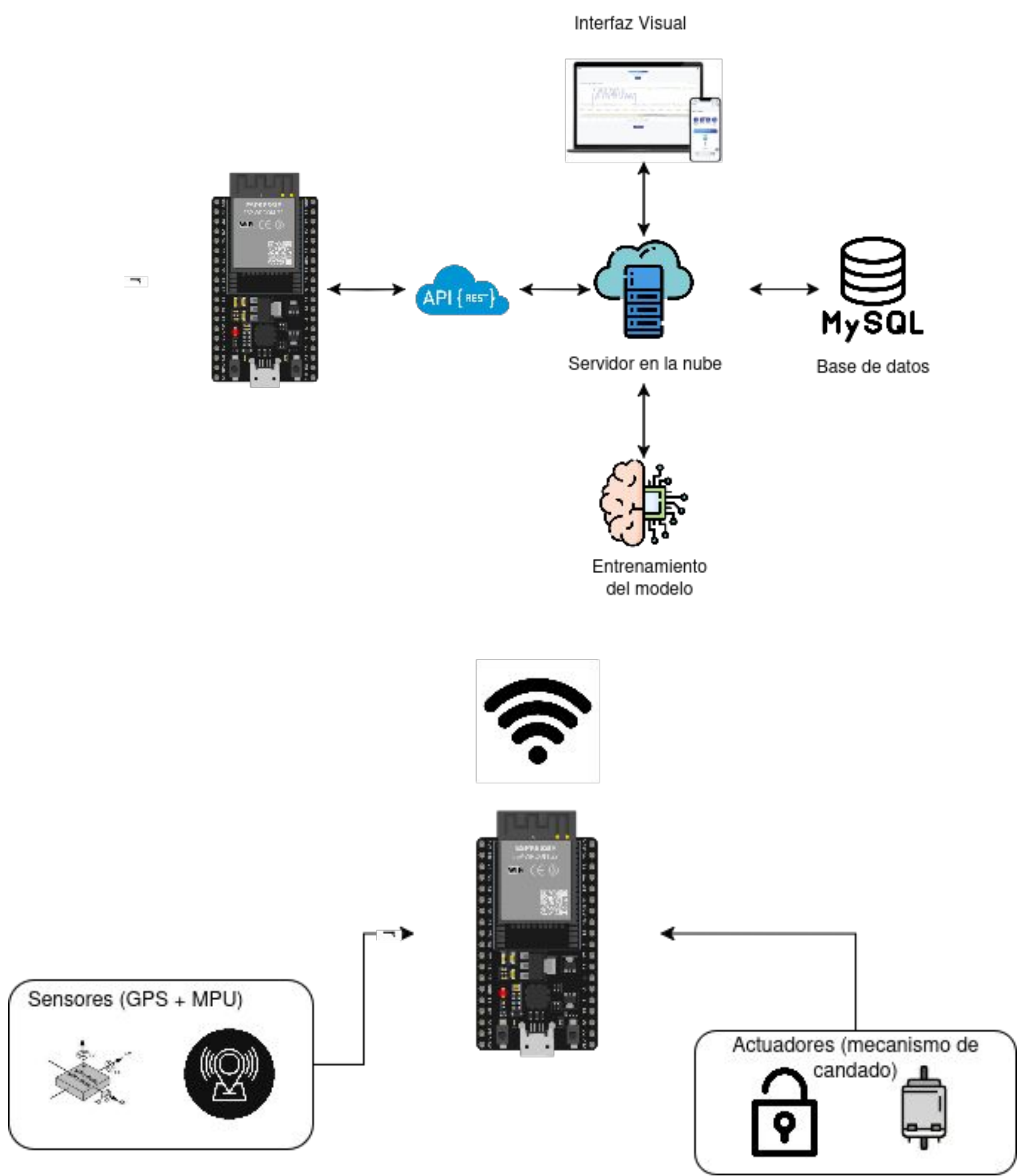
Desarrollar un candado inteligente IoT que integre detección de anomalías de movimiento y geolocalización anti-spoofing utilizando técnicas de machine learning, con el fin de garantizar la integridad y trazabilidad de la cadena de suministro.

PROPUESTA

El proyecto se enfoca en el diseño e implementación de un candado inteligente para la industria logística combinando modelos de inteligencia artificial, algoritmos computacionales , tecnología IoT y un dashboard amigable para el monitoreo en tiempo real del estado del candado.

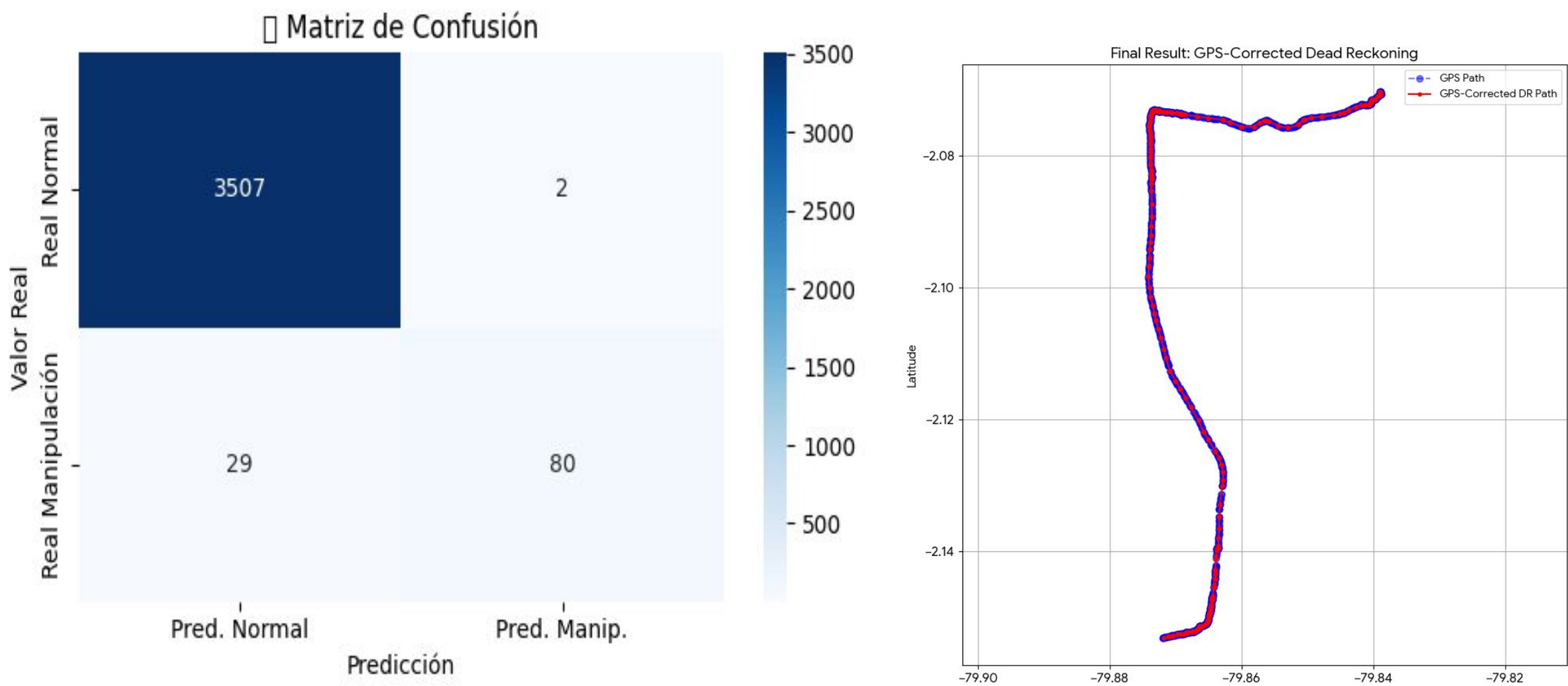
Mediante el uso de sensores inerciales y GPS, el candado puede comunicar su ubicación en tiempo real. Así mismo, se entrenó un modelo de inteligencia artificial capaz de diferenciar movimientos naturales de intentos de hurto y se implementó la fusión de sensores y la técnica de *dead reckoning* para detectar casos de spoofing de GPS (suplantación de señal). El microcontrolador ESP32 se encarga del envío de información a través de conexión WiFi.

El candado es abierto y cerrado con ayuda de un motor stepper accionado de manera remota a través de la plataforma web.



RESULTADOS

- El modelo de machine learning para la detección de anomalías físicas alcanzó una precisión general del 96%.
- Se validó con éxito la detección de suplantación de GPS. El sistema identificó la discrepancia entre el movimiento real medido por la IMU y la ubicación falsa reportada por el GPS simulado, generando una alerta de forma fiable.
- Se creó un dashboard web a través del cual se puede observar la posición del candado en tiempo real, así como recibir alertas en caso de intento de manipulación o suplantación de señal GPS.



CONCLUSIONES

- El proyecto presenta una solución robusta y de bajo costo para fortalecer la seguridad en la cadena logística, respondiendo directamente a las tácticas delictivas modernas.
- El sistema de detección de intentos de manipulación demostró ser altamente preciso, con un porcentaje de falsas alarmas cercano a 0 y un porcentaje de detección de verdaderas amenazas mayor al 70%.
- El algoritmo de detección de intento de manipulación de señal GPS funciona dentro de un rango de 50 metros, notificando al usuario en caso de desvío de carga.