



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

“Desarrollo de un sistema para el envío automático de información de alerta en eventos de asalto en el interior de automóviles de transporte público”

AUTORES:
DIRECTOR:

Gutiérrez Valverde, Jorge Sebastián
ING. Silva Tapia, Rodrigo

VERSIÓN: 1.1



Contenido

1.- Introducción

2.- Objetivos

3.- Diseño

4.- Implementación

5.- Pruebas y Resultados

6.- Conclusiones y Trabajos Futuros

Introducción

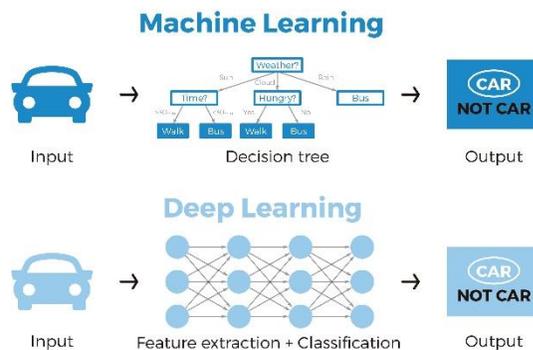
La cada vez mayor expansión de la población en el país, provoca que los problemas a enfrentar sean de mayor complejidad. Entre los problemas que se enfrenta es el inquietante aumento de la inseguridad ciudadana dado que esta se caracteriza por el aumento de delitos.



Introducción

Deep Learning

Deep learning es un algoritmo de machine learning caracterizado por el uso de múltiples capas de redes neuronales con la capacidad de extraer progresivamente una gran cantidad de características sin procesar directamente los datos



Detección de Objetos

Es un área de estudio de la visión por computadora, estudia la construcción de sistemas inteligentes que sean capaces de procesar, percibir y razonar sobre imágenes o videos.

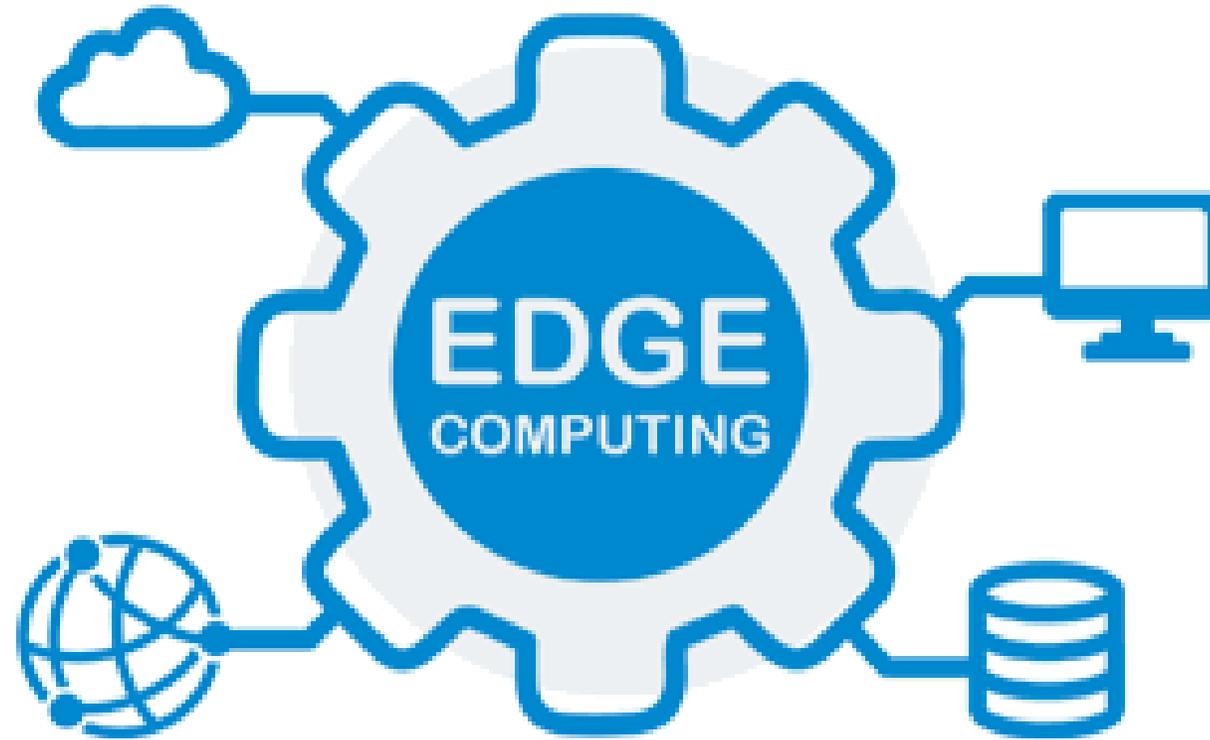


Aplicaciones Web

Una aplicación web consta de dos partes: front-end y back-end.



Edge Computing



Objetivos

General

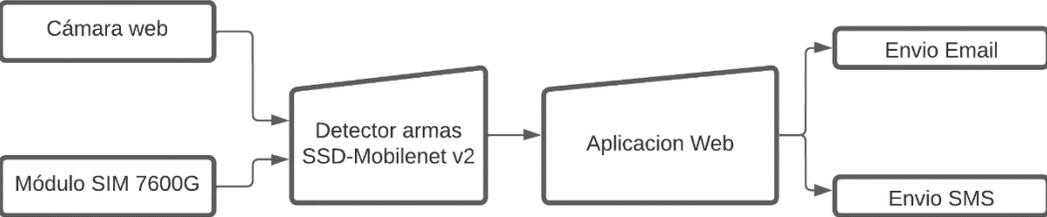
Desarrollar un sistema capaz de enviar automáticamente información de alerta en eventos de asalto en el interior de automóviles de transporte público.

Específicos

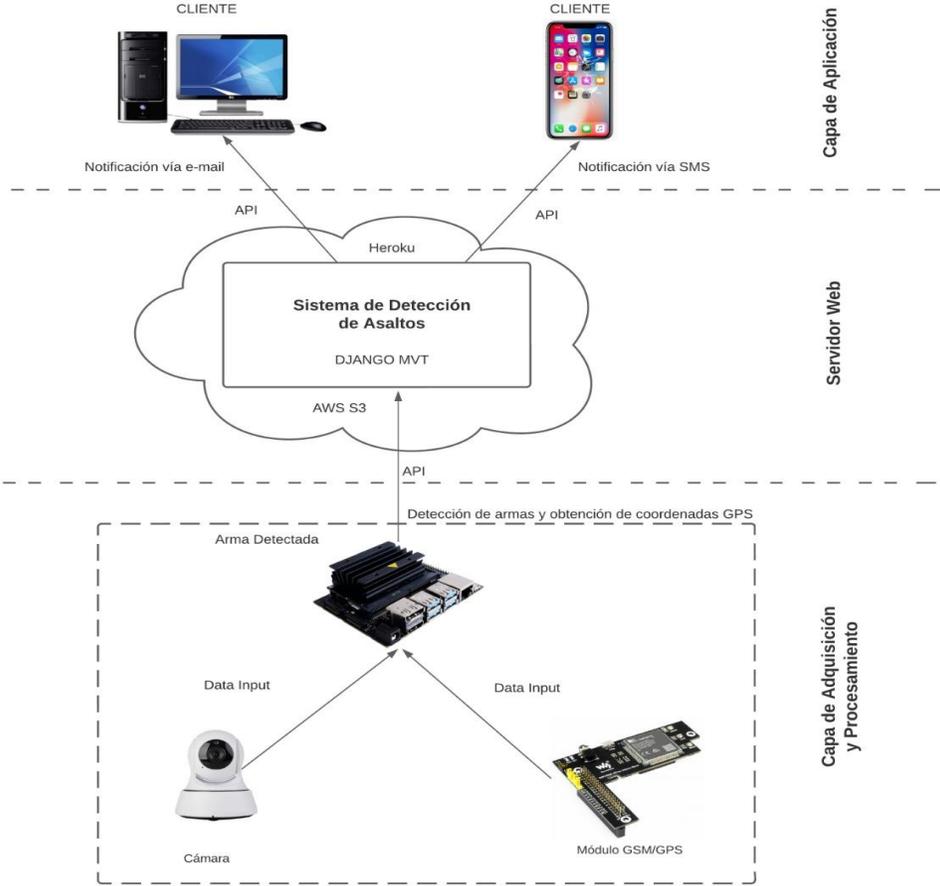
- Desarrollar el subsistema de detección personas con armas (cuchillos o pistolas)
- Desarrollar el subsistema para el envío de información de ubicación y las imágenes del evento.
- Integrar el servidor web con el subsistema de detección y envío de información.
- Realizar pruebas del sistema en distintas condiciones para verificar su funcionamiento y desempeño.

Diseño

Diagrama de Bloques del sistema



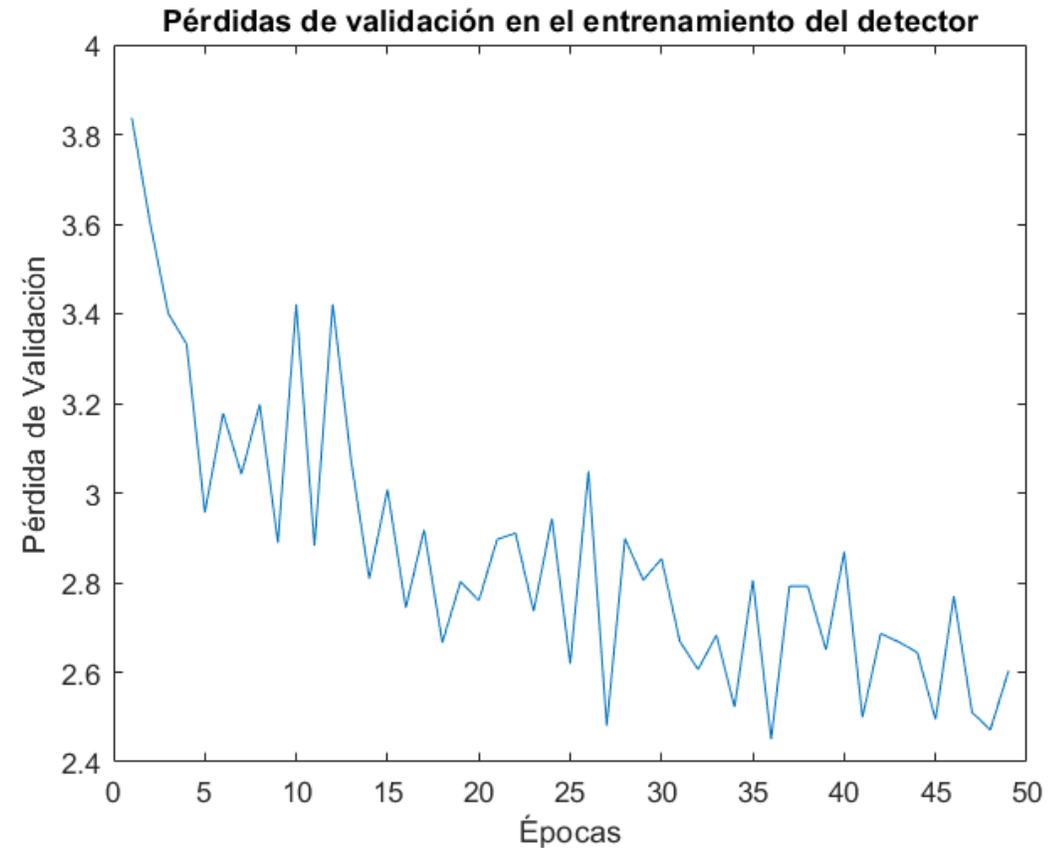
Estructura del Sistema



Diseño Servidor Web

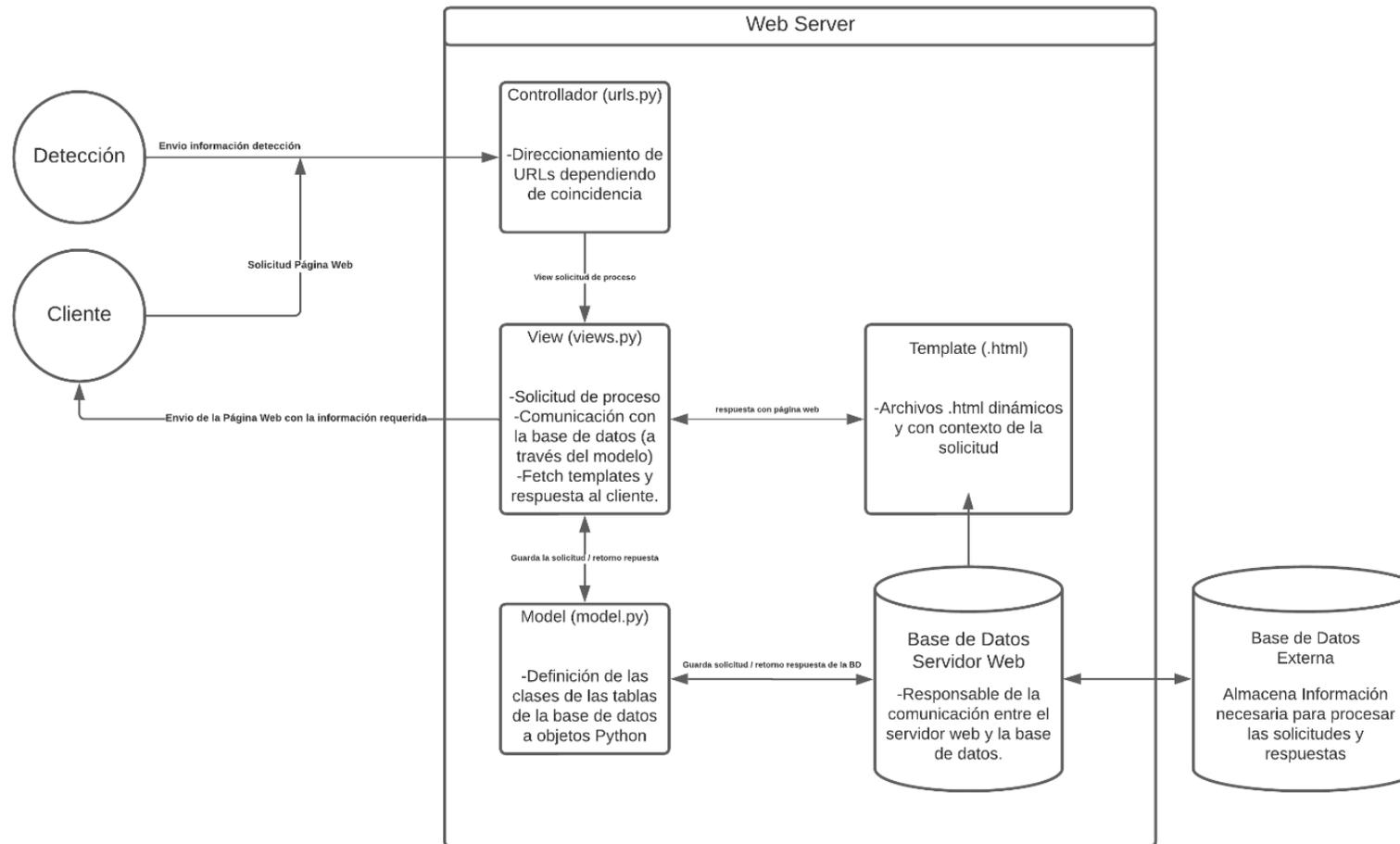
Resultados del Entrenamiento del Modelo de Detección

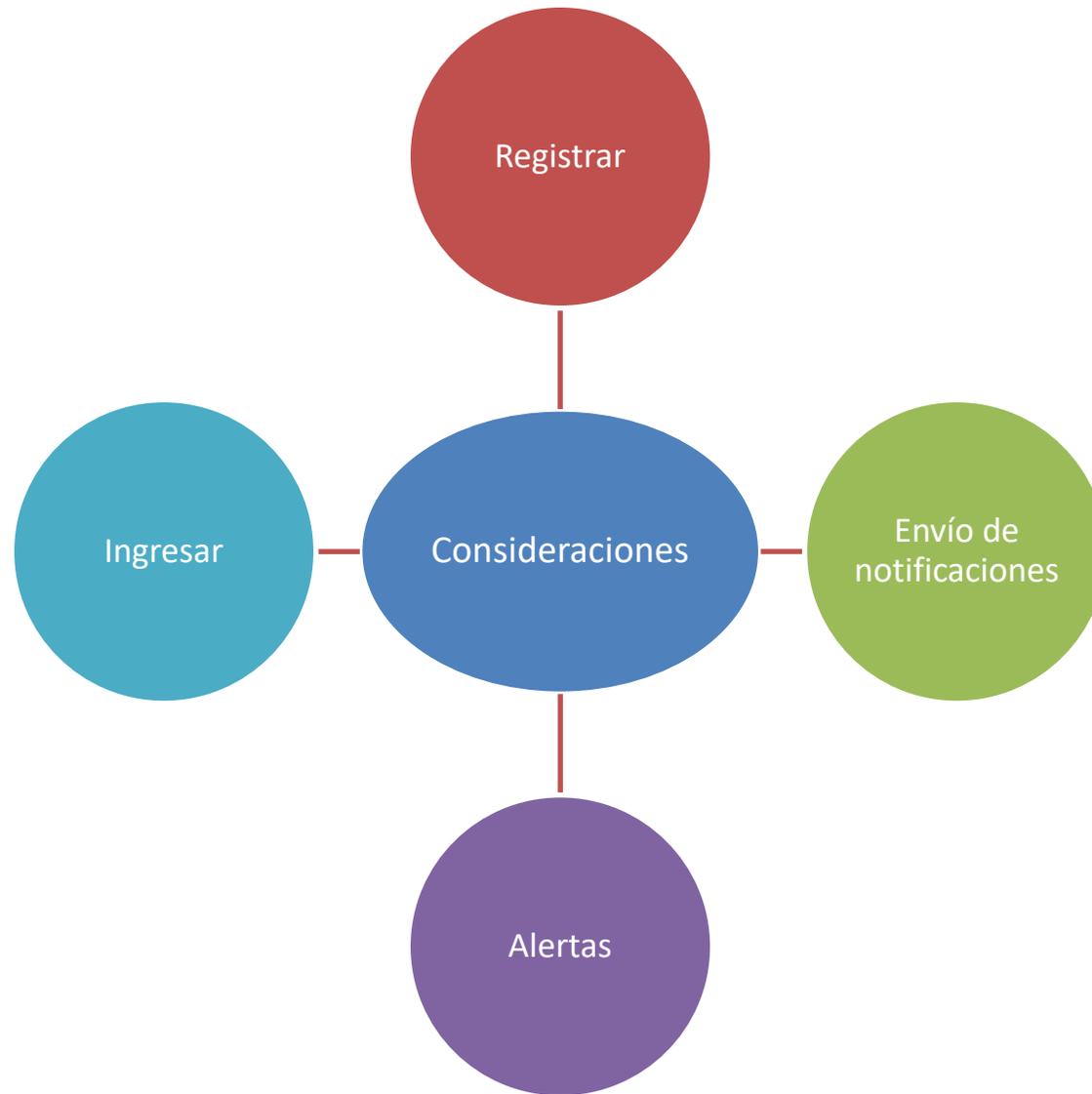
Época	Pérdida de Validación	Época	Pérdida de Validación
0	4.3853	25	2.6194
1	3.8370	26	3.0485
2	3.6034	27	2.4805
3	3.4004	28	2.8983
4	3.3323	29	2.8055
5	2.9562	30	2.8535
6	3.1777	31	2.6689
7	3.0418	32	2.6062
8	3.1979	33	2.6827
9	2.8891	34	2.5227
10	3.4210	35	2.8055
11	2.8822	36	2.4504
12	3.4210	37	2.7920
13	3.0745	38	2.7920
14	2.8091	39	2.6502
15	3.0076	40	2.8689
16	2.7438	41	2.4999
17	2.9177	42	2.6864
18	2.6661	43	2.6674
19	2.8021	44	2.6443
20	2.7598	45	2.4949
21	2.8965	46	2.7699
22	2.9105	47	2.5101
23	2.7363	48	2.4716
24	2.9428	49	2.6036



Diseño Servidor Web

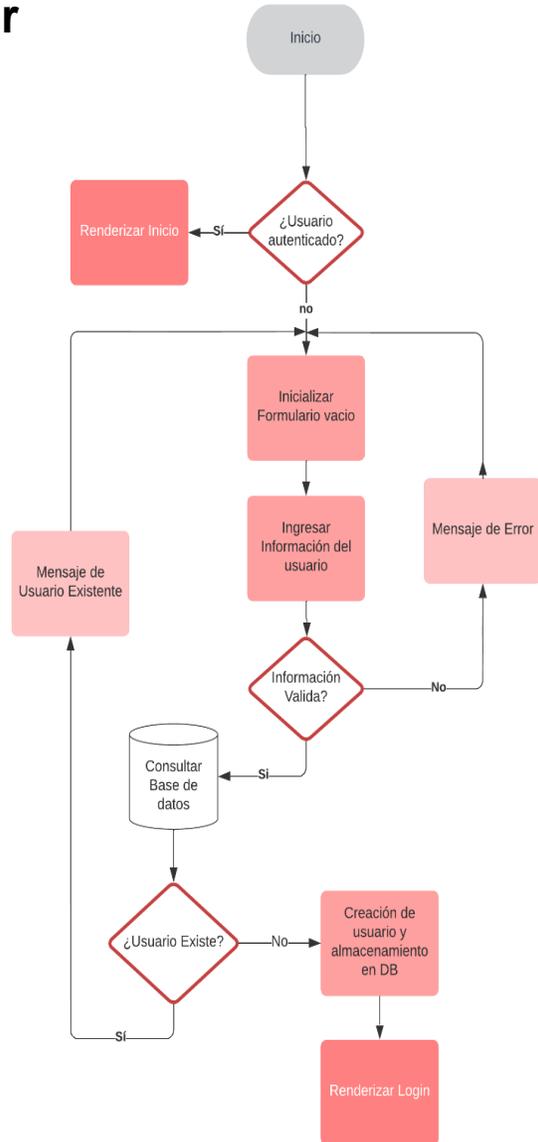
Arquitectura Servidor Web MVT (Model-View-Template)



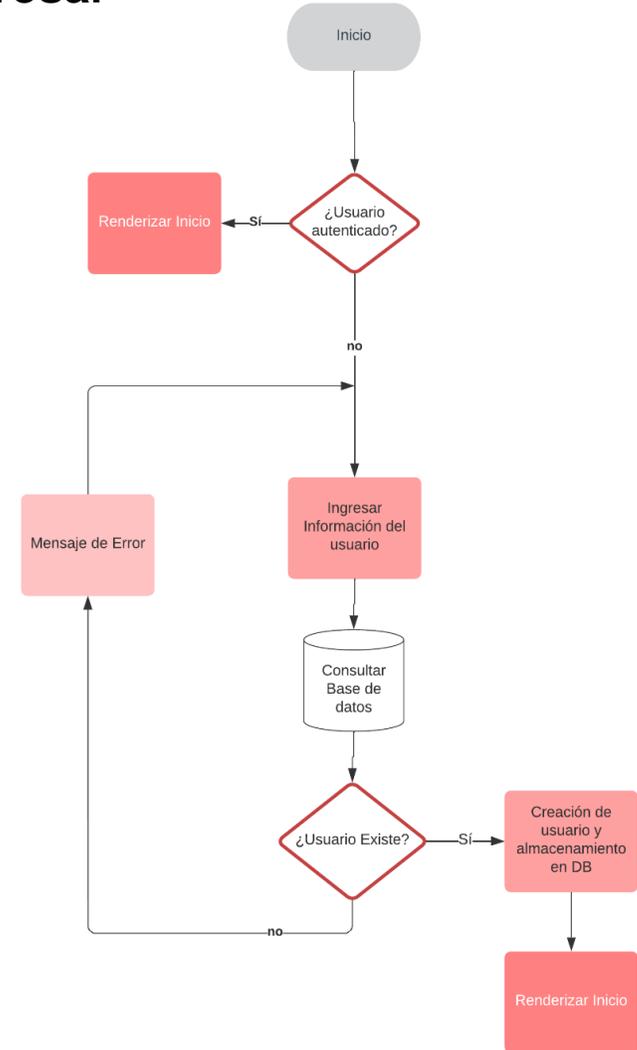


Diseño Servidor Web

Registrar

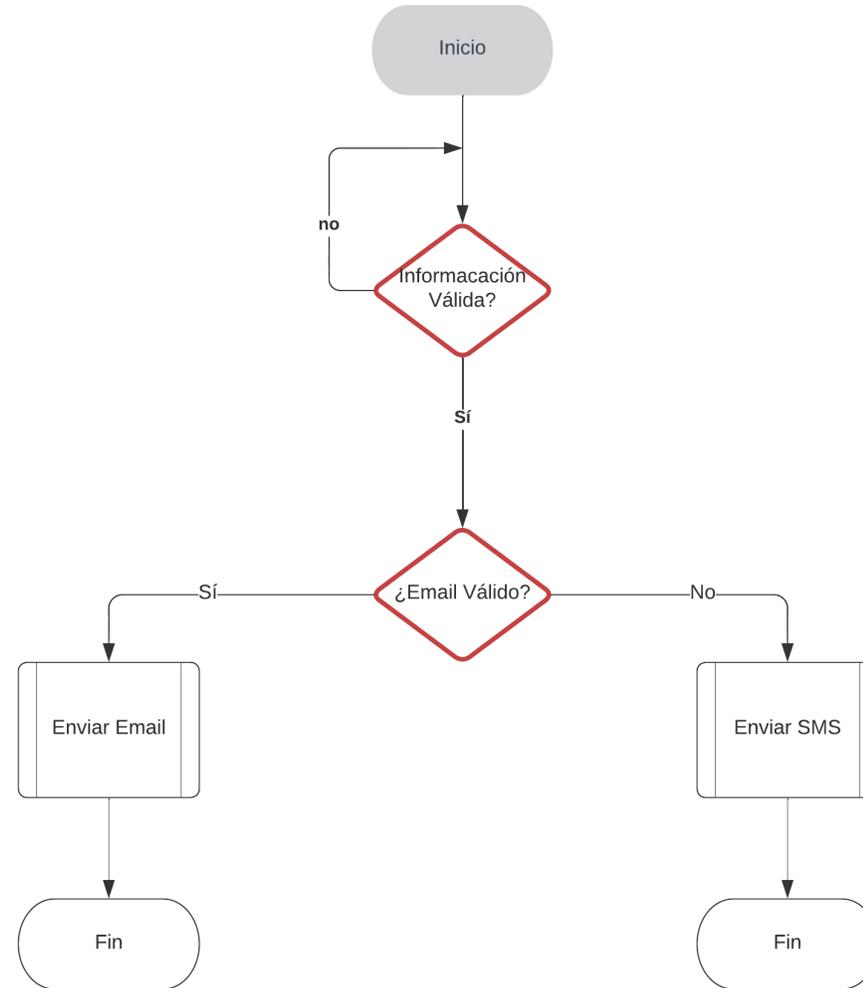


Ingresar



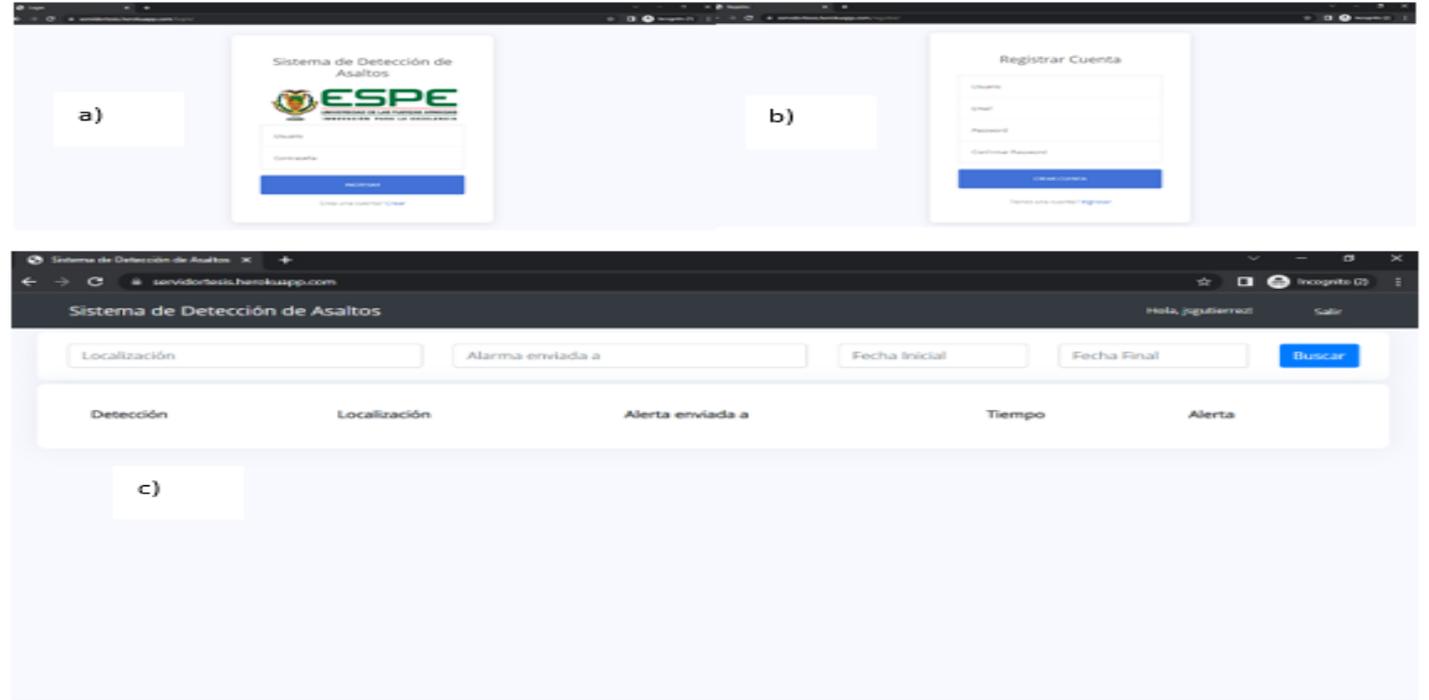
Diseño Servidor Web

Envío de notificaciones



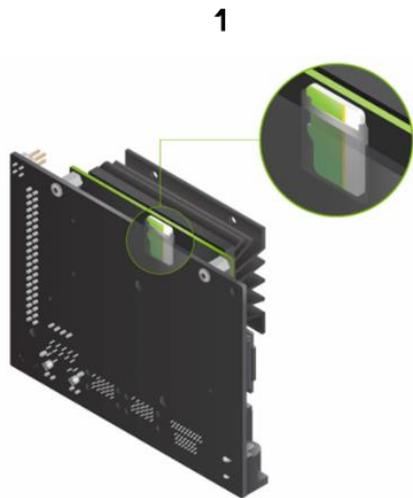
Implementación

Servidor Web



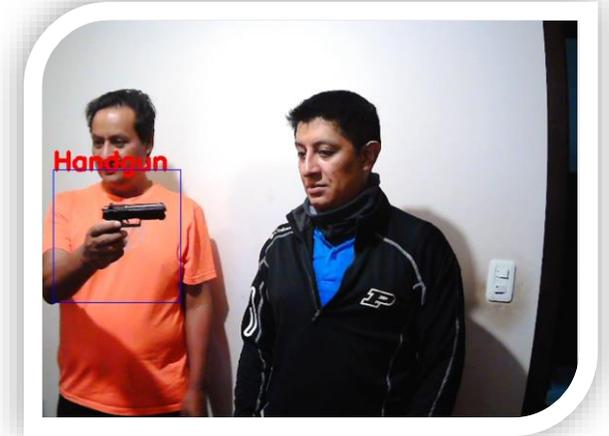
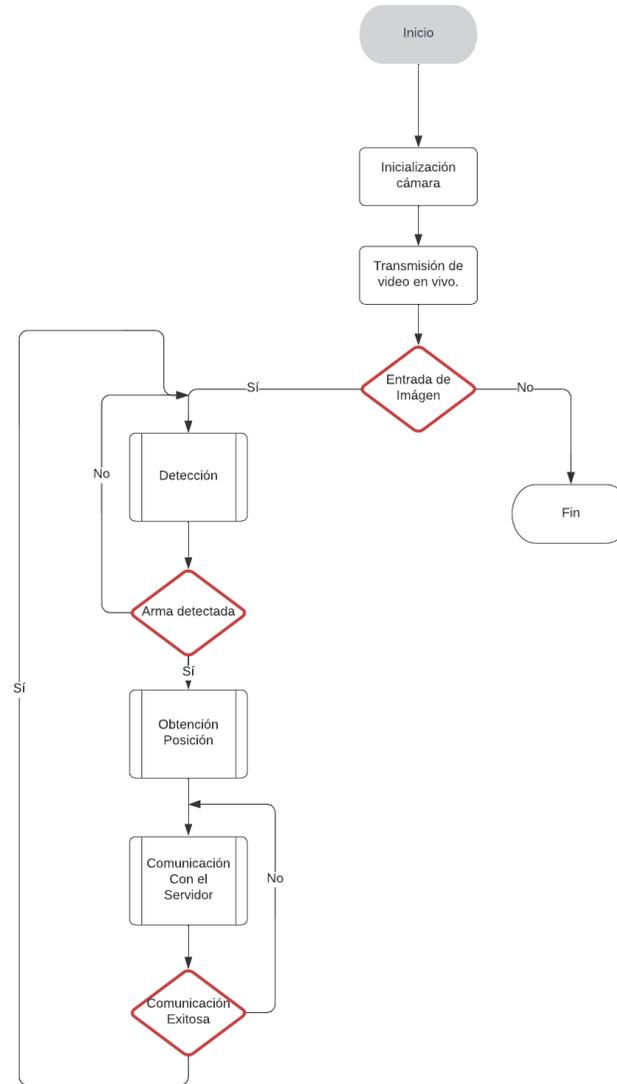
Implementación

Nvidia Jetson Nano 2Gb y módulo SIM 7600G-H



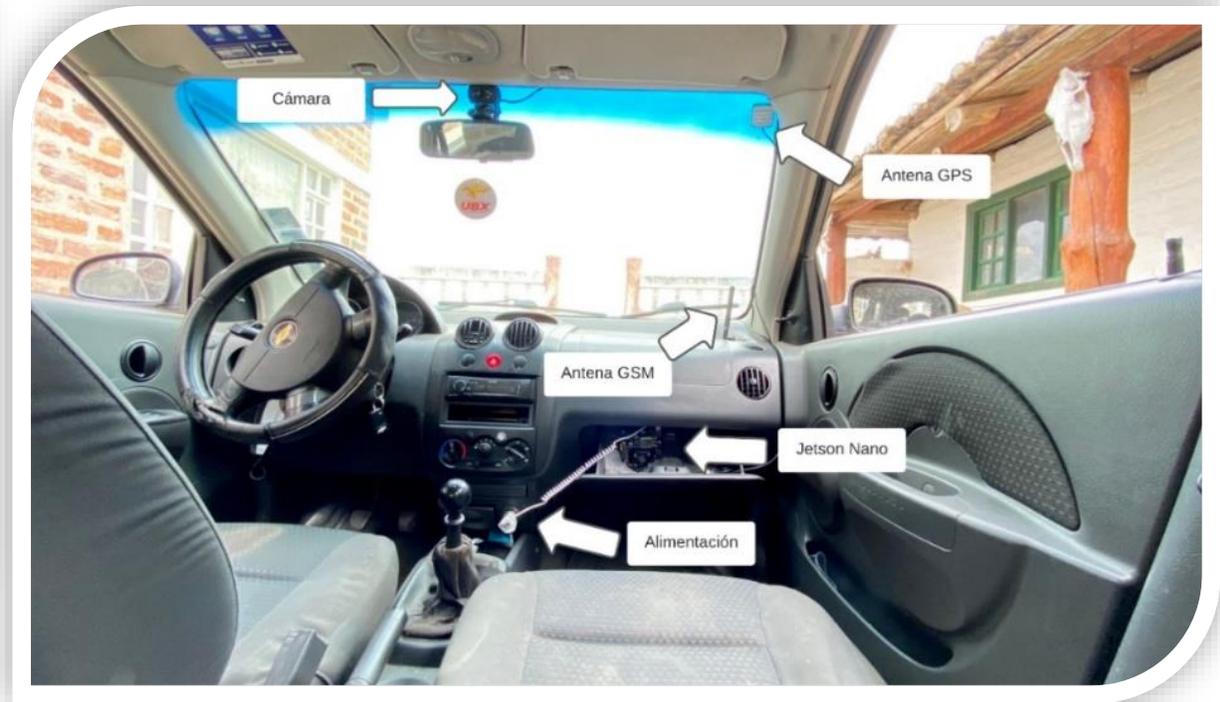
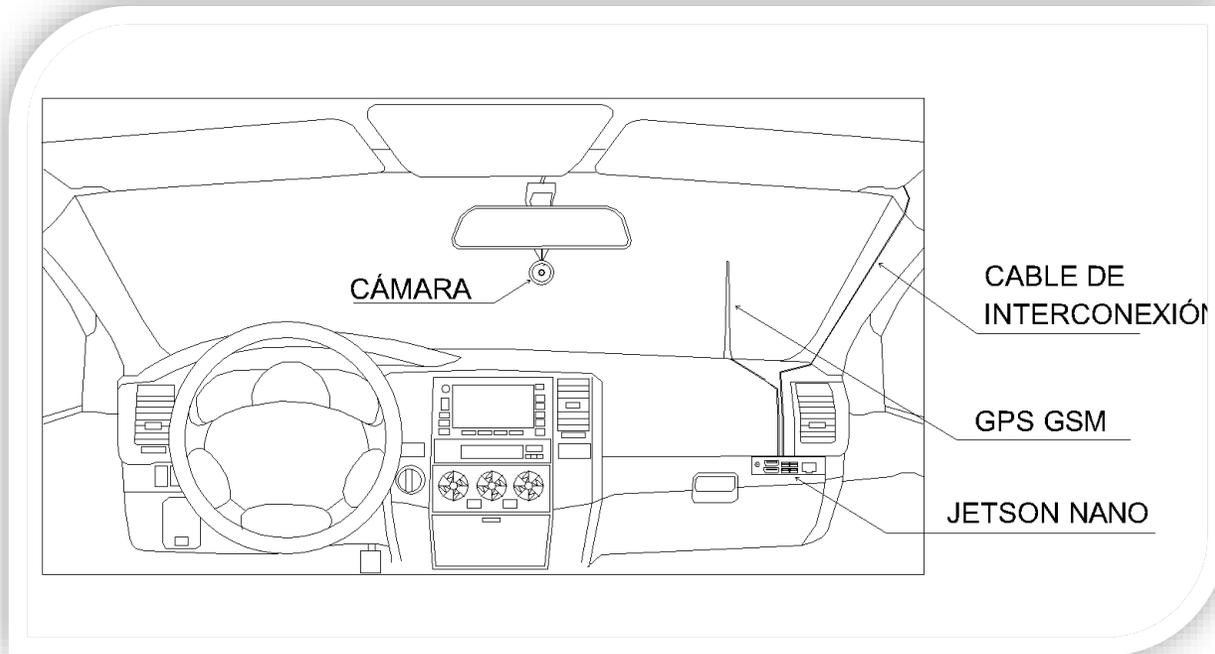
Implementación del detector

Diagrama de flujo detección



Implementación

Instalación del Dispositivo



Pruebas y Resultados

Pruebas de funcionamiento

Servidor

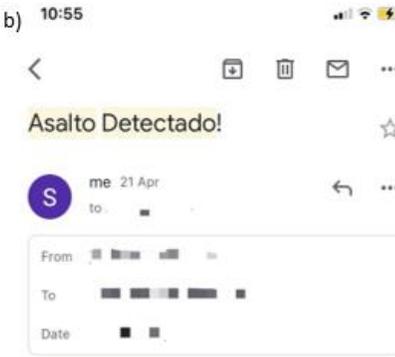
Sistema de Detección de Asaltos Hola, jsutierrez! Salir

Localización Alarma enviada a Fecha Inicial Fecha Final Buscar

Detección	Localización	Alerta enviada a	Tiempo	Alerta
	-0.194834, -78.508850	+593979283790	2022-07-17 12:13:54	Ver
	-0.194834, -78.508850	+593979283790	2022-07-17 12:14:37	Ver

Notificaciones

a) 10:55 

b) 10:55 

Asalto Detectado!

Asalto detectado! ver alerta en <https://servidortesis.herokuapp.com/alert/21a165cd-314f-4352-8324-641f21b031cf>

Pruebas y Resultados

Evaluación detector



Matriz de confusión Escenario 1

		Clase de Predicción	
		Pistola o Cuchillo	No Pistola o Cuchillo
Clase real	Pistola o Cuchillo	86	17
	No Pistola o Cuchillo	12	5

Matriz de Confusión Escenario 2

		Clase de Predicción	
		Pistola o Cuchillo	No Pistola o Cuchillo
Clase real	Pistola o Cuchillo	72	14
	No Pistola o Cuchillo	28	6

Pruebas y Resultados

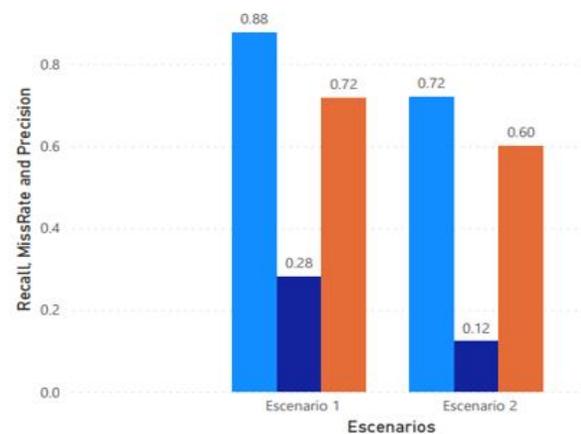
Comparativa Escenarios

Métricas de Evaluación

	Precision	Recall	MissRate
Escenario 1	71.67%	87.76%	28.00%
Escenario 2	60.00%	72.00%	12.24%

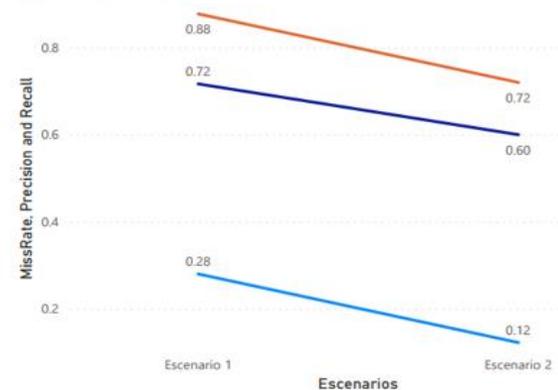
Recall, MissRate and Precision by Escenarios

● Recall ● MissRate ● Precision



MissRate, Precision and Recall by Escenarios

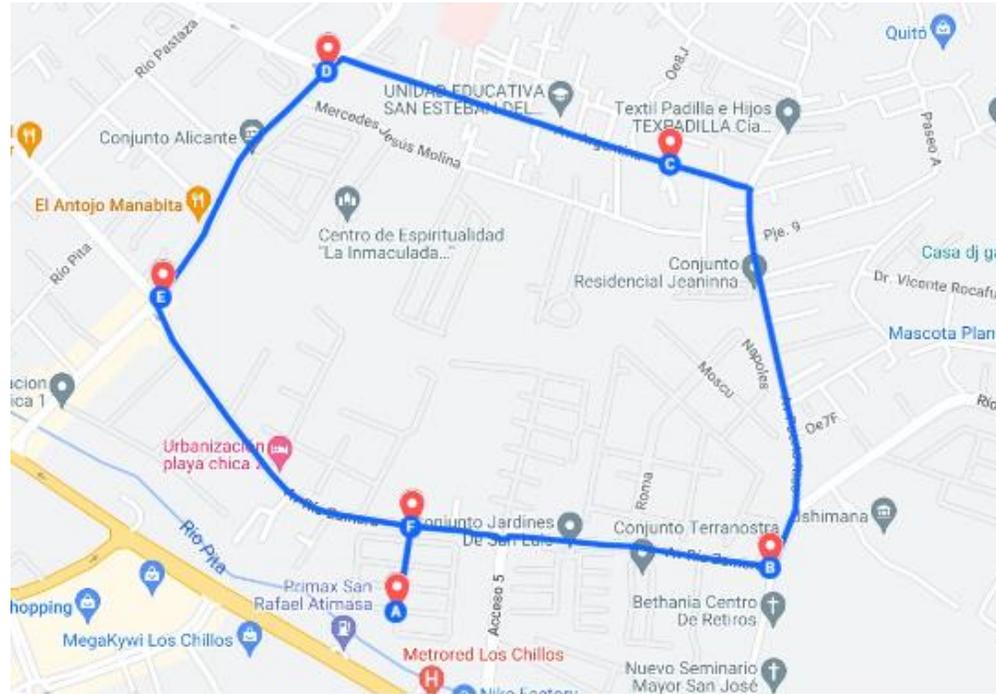
● MissRate ● Precision ● Recall



Pruebas y Resultados

Pruebas ubicación GPS

Para control de la ubicación se decidió realizar una ruta establecida e ir simulando un evento de asalto. El servidor proporciona las coordenadas cada vez que se realiza la detección del arma por lo tanto se compara con la ruta seguida y vemos la similitud entra ambas.



Pruebas y Resultados

Error ubicación GPS

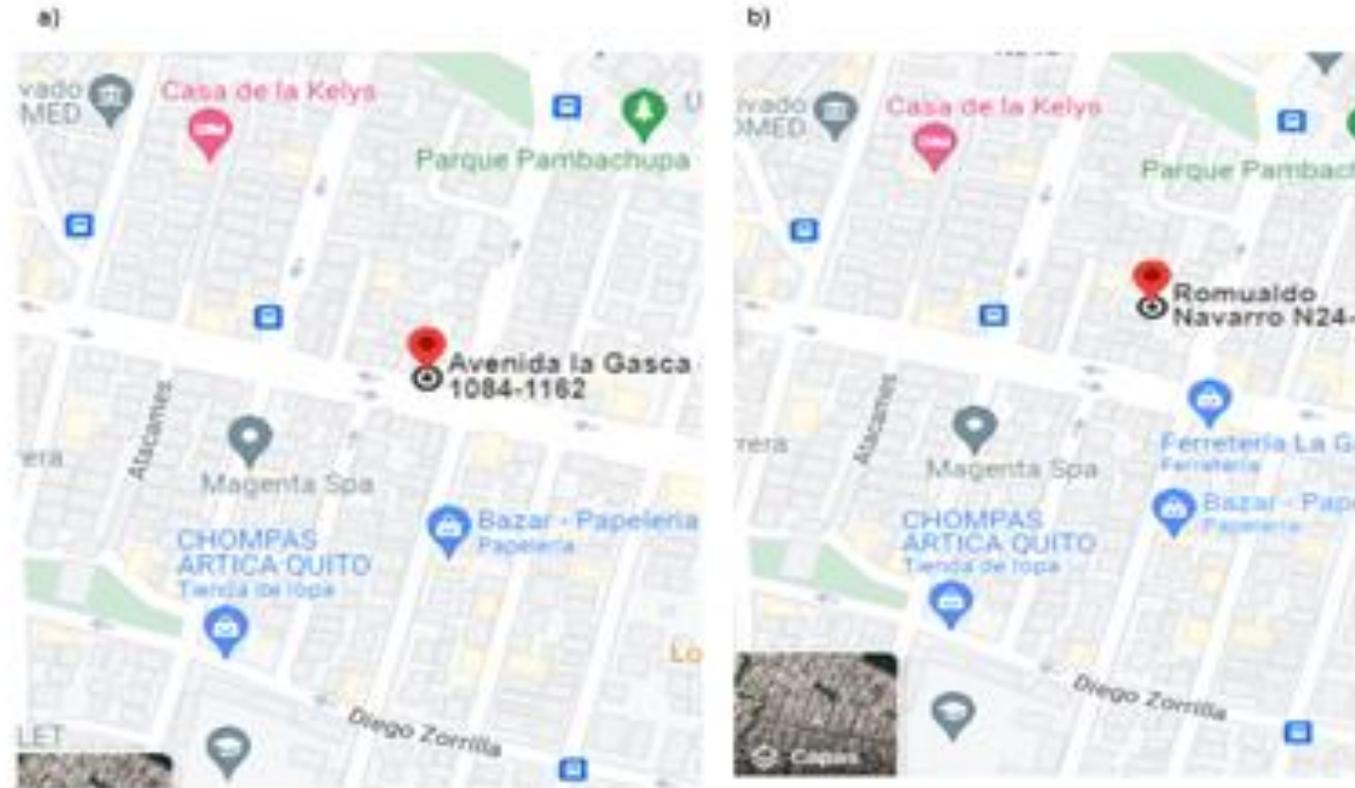
	Latitud Real	Latitud Obtenida	Error Relativo
Detección 1	-0.194834	-0.190831	2.055%
Detección 2	-0.194834	-0.193833	0.514%
Detección 3	-0.194834	-0.190933	2.002%
Detección 4	-0.194834	-0.194436	0.204%
Detección 5	-0.194834	-0.194933	0.051%
Detección 6	-0.194834	-0.192429	1.234%
Detección 7	-0.194834	-0.191133	1.900%
Detección 8	-0.194834	-0.193134	0.873%
Detección 9	-0.194834	-0.196836	1.028%
Detección 10	-0.194834	-0.191827	1.543%
		Promedio Error	1.140%

	Longitud Real	Longitud Obtenida	Error Relativo
Detección 1	-78.50885	-78.50883	0.00003%
Detección 2	-78.50885	-78.50883	0.00003%
Detección 3	-78.50885	-78.50884	0.00001%
Detección 4	-78.50885	-78.50888	0.00004%
Detección 5	-78.50885	-78.50879	0.00008%
Detección 6	-78.50885	-78.50888	0.00004%
Detección 7	-78.50885	-78.50875	0.00013%
Detección 8	-78.50885	-78.50884	0.00001%
Detección 9	-78.50885	-78.50883	0.00003%
Detección 10	-78.50885	-78.50883	0.00003%
		Promedio Error	0.00004%

Pruebas y Resultados

Error ubicación GPS

a) *Ubicación real vs b) ubicación obtenida con mayor porcentaje de error*



Conclusiones y Trabajos Futuros

Conclusiones

- El prototipo del sistema para el envío automático de alertas en situaciones de asalto en el interior de automóviles, presenta una confiabilidad mayor al 80% considerando la tasa de aciertos relacionada directamente con la detección de armas.
- El prototipo del sistema puede ser instalado fácilmente en el interior de un automóvil, permitiendo discreción y sin afectar el entorno visual tanto del pasajero como del conductor.
- El detector de objetos implementado con el algoritmo SSD-MobileNet V2 en la tarjeta Nvidia Jetson Nano, trabaja en tiempo real con una tasa de vídeo de 35 FP. El algoritmo fue entrenado con un dataset personalizado de imágenes de armas tipo pistolas o cuchillos, logrando un buen desempeño cuya precisión está en el orden del 72% en condiciones favorables de iluminación dentro del vehículo.

Conclusiones y Trabajos Futuros

Conclusiones

- La información de coordenadas GPS entregadas por el módulo SIM 7600G-H, presenta una leve desviación respecto de la ubicación real con un error relativo de 1.14%.
- La integración entre el servidor web para desplegar la información de notificación de alerta y las coordenadas de ubicación del vehículo se realizó mediante API's para el envío de los datos. El servidor web al estar en un ambiente de producción es accesible a través del navegador web.

Conclusiones y Trabajos Futuros

Trabajos Futuros

- Utilizar un receptor GPS con mayores prestaciones que el módulo SIM 7600G, con el fin de obtener la ubicación con mayor exactitud de la ubicación del evento. Además, una de las mejoras sustanciales del sistema puede ser la incorporación de una cámara web usb infrarroja sin embargo este tipo de cámaras en el mercado ecuatoriano no se encuentran y tocaría importarlas.
- Con los datos de las coordenadas del GPS realizar un tracking del vehículo durante un intervalo de tiempo a partir de donde se detectó el evento. Con esta funcionalidad el sistema es capaz de tener mayor integración con el vehículo e incluso llegar a bloquearlo si el caso ameritara.
- Recrear el sistema con una empresa local para poder evaluar factores más allá de los técnicos como lo son las barreras culturales, sociales y económicas que podrían llegar a afectar o entorpecer el desarrollo de la implementación del sistema en el entorno de las industrias del país.

Conclusiones y Trabajos Futuros

Trabajos Futuros

- Utilizar técnicas basadas en datos sintéticos para aumentar la cantidad de datos. Dado que es una limitante la detección de objetos es la creación de un dataset representativo de objetos a clasificar, por lo tanto, los datos sintéticos podrían usarse para entrenar el modelo de manera más poderosa inclusive crear un entorno no supervisado con la capacidad de que las imágenes del dataset puedan etiquetarse de manera automática.

GRACIAS POR SU ATENCIÓN.



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA