

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Motivación	1
1.2. Antecedentes	2
1.2.1. Empresa de trabajo	2
1.2.2. Lugar de despliegue	2
1.2.3. Arquitectura del sistema actual	3
1.3. Equipo a utilizar	3
1.3.1. Jetson Nano 2 GB	3
1.3.2. Cámara PTZ	4
1.4. Paradigmas de procesamiento	4
1.4.1. Cloud computing	4
1.4.2. Edge computing	5
1.5. Objetivos	5
1.5.1. Objetivo general	5
1.5.2. Objetivos específicos	6
2. Marco Teórico	7
2.1. Detección de objetos	7
2.1.1. Antecedentes	7
2.1.2. YOLO	8
2.1.3. Versiones	8
2.1.4. Conceptos clave	9
2.1.4.1. Intersection over union	9
2.1.4.2. Non maximal supression	10
2.1.4.3. Precisión de punto flotante	10
2.1.4.4. Pytorch	11
2.1.4.5. TensorRT	11
2.2. Multiple Object Tracking	12
2.2.1. Filtro de Kalman	13
2.2.2. Centroid	13
2.2.3. Simple Online and Realtime Tracking	14
2.2.4. Deepsort	14
2.2.4.1. Omni-scale Network	14
2.2.5. Formatos relevantes	14
2.2.5.1. Anotaciones de YOLO	15
2.2.5.2. Anotaciones de <i>tracking</i>	15

3. Estado del Arte	16
3.1. Robot autónomo basado en el reconocimiento de la placa de identificación . . .	16
3.2. Detección de objetos en Jetson Nano sobre un paso peatonal	17
3.3. Estudio comparativo de single object tracking sobre Jetson Nano	18
3.4. Determinando la tasa de FPS necesaria para multiple object tracking	18
4. Metodología	20
4.1. Arquitectura e implementación	20
4.1.1. Arquitectura	20
4.1.2. Implementación	21
4.2. Módulo 1: Detector de objetos	21
4.2.1. Versiones y configuración	21
4.2.2. Objetos a detectar y Bases de datos	22
4.2.3. Velocidad de inferencia	23
4.2.4. Precisión de resultados	23
4.3. Módulo 2: Tracker	26
4.3.1. Modelos explorados	26
4.3.2. Velocidad de inferencia	27
4.3.3. Precisión de resultados	27
4.3.3.1. Subconjunto experimental	29
4.3.3.2. Aspectos de calibración	29
4.3.3.2.1 Parámetros de detección	29
4.3.3.2.2 Parámetros de tracking	30
4.3.3.2.3 Restricted zones	30
4.3.4. Conjuntos de validación y prueba	30
4.3.4.1. Etiquetador tracker bbox	31
4.4. Módulo 3: Detección de eventos y extracción de información	32
4.4.1. Conteo de vehículos	32
4.4.2. Dirección de vehículos	32
4.4.3. Peatón en zona de peligro	32
4.4.4. Congestión vehicular	33
4.5. Formato de resultados	33
5. Resultados Obtenidos	35
5.1. Módulo 1: Detector de objetos	35
5.1.1. Velocidad de inferencia	35
5.1.2. Rendimiento del modelo	36
5.1.3. Relación entre exactitud y velocidad	38
5.2. Módulo 2: Tracker	39
5.2.1. Velocidad de inferencia	39
5.2.1.1. Centroid	40
5.2.1.2. Sort	41
5.2.1.3. Deepsort	42
5.2.2. Selección de configuraciones	43
5.2.3. Precisión de resultados	44
5.2.4. Relación entre exactitud y velocidad	45
5.3. Módulo 3: Extractor de información	47

5.3.1.	Conteo de vehículos	47
5.3.2.	Dirección de vehículos	47
5.3.3.	Peatón en zona de peligro	48
5.3.4.	Congestión vehicular	48
6.	Análisis y discusión de resultados	49
6.1.	Módulo 1: Detector de objetos	49
6.1.1.	Velocidad de inferencia	49
6.1.2.	Rendimiento del modelo	49
6.1.3.	Relación entre exactitud y velocidad	50
6.2.	Módulo 2: Tracker	50
6.2.1.	Velocidad de inferencia	50
6.2.2.	Precisión de resultados	51
6.2.3.	Relación entre exactitud y velocidad	51
6.3.	Módulo 3: Extractor de información	52
6.4.	Elección de parámetros finales	52
7.	Conclusiones y trabajo futuro	54
7.1.	Conclusiones	54
7.2.	Trabajo futuro	55
	Bibliografía	57
	Anexos	60
A.	Conceptos útiles	60
A.1.	Conceptos Base	60
A.2.	Distancias	60
A.3.	Métricas de evaluación	60
B.	Resultados experimentales	61
B.1.	Resultados experimentales módulo de detección	62
B.2.	Resultados experimentales módulo de tracking	64
C.	Especificaciones de Hardware	65
C.1.	Jetson Nano 2GB	66
C.2.	Cámara PTZ	66