

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Contexto	1
1.2. Objetivos	2
1.2.1. Objetivo general	2
1.2.2. Objetivos específicos	2
2. Marco teórico y estado del arte	4
2.1. Sistema de detección y localización de disparos	4
2.1.1. Historia	4
2.1.2. Actualidad	4
2.2. Modelo del sonido	5
2.2.1. Efectos ambientales	5
2.2.2. Sistema lineal	6
2.3. Simulación de la propagación del sonido	7
2.4. Localización de sonidos	9
2.5. Detección de ruido impulsivo	11
2.6. Identificación del sonido de un disparo	12
2.6.1. Redes neuronales convolucionales	12
2.6.2. Preprocesamiento del sonido	13
2.7. Caracterización de un disparo	15
3. Metodología	17
3.1. Simulación	17
3.1.1. Entornos de simulación	17
3.1.1.1. Entorno simple	17
3.1.1.2. Entorno complejo	18
3.1.2. Parámetros de simulación	19
3.1.3. Obtención de respuesta al impulso	21
3.1.4. Sintetización de sonidos de disparos	21
3.2. Clasificación de sonidos	22
3.2.1. Datos de entrenamiento	22
3.2.2. Aumentación de datos	23
3.2.3. Pre-procesamiento de datos	24
3.2.4. Métricas de evaluación	24
3.3. Diseño del sistema	25
3.3.1. Módulo en terreno	26
3.3.1.1. Súbmodulo de micrófono	27

3.3.1.2.	Súbmodulo detector de ruido impulsivo	27
3.3.1.3.	Simulación de micrófono	29
3.3.2.	Base de datos	30
3.3.3.	Módulo conector IoT Hub	31
3.3.4.	Módulo clasificador	31
3.3.5.	Módulo localizador	31
3.3.5.1.	Multilateración hiperbólica	31
4.	Resultados y discusión	33
4.1.	Simulación de disparos	33
4.2.	Modelo de clasificación	34
4.3.	Pruebas del sistema	39
4.3.1.	Módulo de localización	40
4.3.2.	Pruebas generales	42
4.3.2.1.	Entorno simple	43
4.3.2.2.	Entorno complejo	44
5.	Conclusión	45
	Bibliografía	47