

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Antecedentes sobre Sistemas de Detección de Objetos	1
1.2. Objetivos	2
1.2.1. Objetivo General	2
1.2.2. Objetivos Específicos	3
1.3. Estructura del Documento	3
2. Antecedentes Generales	4
2.1. Deep Learning	4
2.1.1. Redes Neuronales Convolucionales	5
2.1.1.1. Arquitectura de las CNNs	6
2.1.1.2. Reducción del Sobreajuste	9
2.1.1.3. Transferencia de Aprendizaje	11
2.1.2. Tipos de Arquitecturas Comunes para CNNs	11
2.1.2.1. ZFNet	12
2.1.2.2. VGGNet	13
2.1.3. Sistemas de Detección de Objetos Basados en Region Proposals	14
2.1.3.1. R-CNN	14
2.1.3.1.1. Entrenamiento del Sistema de Detección en Múltiples Etapas	15
2.1.3.1.2. Refinamiento de la Localización	16
2.1.3.2. Fast R-CNN	17
2.1.3.2.1. Arquitectura y Entrenamiento del Sistema Faster R-CNN	17
2.1.3.2.2. Función de Pérdidas Multi-tarea	18
2.1.3.3. Faster R-CNN	19
2.1.3.3.1. Region Proposal Network	20
2.1.3.3.2. Integración entre RPN y Fast R-CNN	22
2.1.3.3.3. Dimensiones de las Salidas del Sistema Faster R-CNN	24
2.2. Clasificadores Estadísticos	24
2.2.1. Support Vector Machines	24
2.2.1.1. Patrones Linealmente Separables	25
2.2.1.2. Patrones No Linealmente Separables	26
2.2.1.3. Aumento de Dimensionalidad Utilizando un Kernel	28
2.2.1.4. SVM Multiclase	30
2.2.1.4.1. One-vs-One (ovo)	30

2.2.1.4.2.	One-vs-All (ova)	30
2.2.1.5.	Algoritmo para la Gestión Eficiente de Memoria Durante el Entrenamiento de SVM	31
2.2.2.	Random Forest	32
2.2.2.1.	Árboles de Decisión	33
2.2.2.2.	Descripción del Algoritmo de Random Forest	34
2.2.2.3.	Aplicación de Random Forest en Tareas de Visión Computacional	35
3.	Metodología e Implementación del Sistema de Detección de Objetos Desarrollado	37
3.1.	Descripción General del Desarrollo del Sistema de Detección de Objetos	37
3.2.	Base de Datos	38
3.2.1.	Métrica Estándar para Medir el Rendimiento de una Detección	41
3.3.	Métodos de Etiquetado Conjunto de Entrenamiento	43
3.3.1.	Extracción Vectores de Características	43
3.3.2.	Método de Etiquetado 1	44
3.3.3.	Método de Etiquetado 2	45
3.4.	Sistema Faster R-CNN + RF	47
3.5.	Sistema Faster R-CNN + SVM	51
3.5.1.	Detalles de la Implementación de Hard Example Mining para SVM	53
3.6.	Algoritmo para Eliminar Múltiples Detecciones de un Mismo Objeto	55
4.	Resultados y Análisis	56
4.1.	Sistema Faster R-CNN	56
4.1.1.	Resultados Usando la Red ZF	56
4.1.2.	Resultados Usando la Red VGG16	56
4.2.	Estadísticas Conjuntos de Entrenamiento	57
4.2.1.	Conjunto de Entrenamiento para Método de Etiquetado 1	58
4.2.2.	Conjunto de Entrenamiento para Método de Etiquetado 2	60
4.3.	Sistema Faster R-CNN + RF Método de Etiquetado 1	62
4.3.1.	Resultados Usando la Red ZF	62
4.3.1.1.	Librería randomForest	62
4.3.1.2.	Librería scikit-learn	64
4.3.2.	Resultados Usando la Red VGG16	64
4.3.2.1.	Librería scikit-learn	64
4.4.	Sistema Faster R-CNN + RF Método de Etiquetado 2	65
4.4.1.	Resultados Usando la Red ZF	65
4.4.1.1.	Librería randomForest	65
4.4.1.2.	Librería scikit-learn	68
4.4.2.	Resultados Usando la Red VGG16	69
4.4.2.1.	Librería scikit-learn	69
4.5.	Sistema Faster R-CNN + SVM Método de Etiquetado 1	69
4.5.1.	Resultados Usando la Red ZF	69
4.5.2.	Resultados Usando la Red VGG16	70
4.6.	Sistema Faster R-CNN + SVM Método de Etiquetado 2	70
4.6.1.	Resultados Usando la Red ZF	70

4.6.1.1. Entrenamiento con Hard Example Mining	73
4.6.2. Resultados Usando la Red VGG16	74
4.7. Resumen Mejores Resultados	74
4.7.1. Rendimiento con red ZF	74
4.7.2. Rendimiento con red VGG16	75
4.8. Ejemplos de Detecciones de Objetos	76
5. Conclusiones y Trabajo Futuro	79
5.1. Conclusiones	79
5.2. Trabajo Futuro	80
Bibliografía	81