

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Motivación y definición del problema	1
1.2. Hipótesis	2
1.3. Objetivos	2
1.3.1. Objetivo general	2
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. Estructura de la tesis	3
2. Marco Teórico	4
2.1. Deep learning	4
2.2. Redes neuronales convolucionales	4
2.2.1. Capa convolucional	5
2.2.2. Capa <i>fully-connected</i>	5
2.2.3. Capa de <i>pooling</i>	5
2.3. Detección de objetos	5
2.4. Paradigmas de detección de objetos	6
2.4.1. Two-stages Detectors	6
2.4.2. One-stage Detectors	6
2.5. YOLO (You Only Look Once)	7
2.5.1. Algoritmo de detección	7
2.5.2. Arquitectura	8
2.6. YOLOR (You Only Learn One Representation)	9
2.7. CenterNet	12
2.7.1. Algoritmo de detección	12
2.7.2. Arquitecturas backbone	14
2.7.3. DLA	14
3. Sistema de Asistencia	17
3.1. Descripción general del sistema	17
3.2. Modos de uso	18
3.2.1. Exploración del entorno	19
3.2.2. Búsqueda de una categoría de objeto	19
3.2.3. Identificación del objeto	22
3.3. Máquina de estados	23
3.4. Hardware	26
3.5. Módulo de visión	29
3.6. Módulo de voz	30

4. Validación y Experimentos	33
4.1. Base de datos	33
4.1.1. Adquisición de imágenes	33
4.1.2. Etiquetado de imágenes	35
4.1.3. <i>Data augmentation</i>	36
4.1.4. Formato de los datos	37
4.2. Entrenamiento de redes neuronales	39
4.2.1. Entrenamiento de CenterNet	39
4.2.2. Entrenamiento de YOLOR	41
4.2.3. Evaluación de modelos de detección	42
4.2.3.1. Conceptos	42
4.2.3.2. <i>Average Precision</i> (AP)	44
4.2.3.3. <i>Average Recall</i> (AR)	45
4.2.3.4. <i>frames por second</i> (FPS)	45
4.3. Metodología de validación del sistema	45
4.3.1. Usuarios	45
4.3.2. Acondicionamiento	46
4.3.3. Experimentos	47
4.3.4. Encuesta de evaluación	48
5. Resultados y Análisis	50
5.1. Redes neuronales	50
5.1.1. CenterNet	50
5.1.2. YOLOR	53
5.1.3. Comparación	56
5.2. Evaluación del sistema	57
5.3. Evaluación del sistema	57
5.3.1. Respuestas encuesta	58
5.3.2. Análisis por edad y ocupación	61
6. Conclusiones y Trabajo futuro	66
Bibliografía	69
Anexos	73
Anexo A. Resumen Extendido	73
Anexo B. Base de datos utilizada	74
Anexo C. Evaluación del Sistema	76
C.1. Guía de experimentos	77
C.2. Encuesta	79