

# ÍNDICE

---

<b>PREFACIO</b> .....	<b>XI</b>
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1 PRELIMINARES .....	1
1.2 BREVE REVISIÓN HISTÓRICA .....	7
1.3 POTENCIALES DESTINATARIOS DEL LIBRO .....	9
1.4 HERRAMIENTAS Y CONJUNTOS DE DATOS .....	11
1.4.1 Herramientas, <i>frameworks</i> , librerías y servicios cognitivos .....	11
1.4.2 Conjuntos de datos .....	16
1.5 ORGANIZACIÓN DEL LIBRO .....	28
<b>CAPÍTULO 2. COMPUTACIÓN NUMÉRICA</b> .....	<b>31</b>
2.1 INTRODUCCIÓN .....	31
2.2 TENSORES .....	31
2.3 DESBORDAMIENTO Y SUBDESBORDAMIENTO .....	32
2.4 MÉTODOS DE OPTIMIZACIÓN .....	33
2.4.1 Gradiente Descendente Estocástico .....	37
2.4.2 Propagación de la Raíz Media Cuadrática .....	42
2.4.3 Estimación del Momento Adaptativo .....	43
2.4.4 Otros métodos de optimización .....	43
2.5 FUNCIONES DE ACTIVACIÓN NO LINEALES Y UNIDADES LINEALES .....	44
2.6 FUNCIONES DE PÉRDIDA .....	50
2.6.1 Clasificación .....	51
2.6.2 Regresión .....	53
<b>CAPÍTULO 3. REDES NEURONALES PROFUNDAS</b> .....	<b>55</b>
3.1 INTRODUCCIÓN .....	55
3.2 FUNDAMENTOS GENERALES .....	55
3.3 EL PERCEPTRÓN .....	58
3.3.1 Arquitectura del perceptrón .....	58
3.3.2 Entrenamiento del perceptrón .....	61
3.3.3 El perceptrón para problemas multiclase .....	64
3.4 LA RED DE RETROPROPAGACION .....	66
3.4.1 Arquitectura de la red .....	66
3.4.2 Entrenamiento por retropropagación .....	69

3.5 REDES DE CREENCIA/BAYESIANAS PROFUNDAS .....	76
<b>CAPÍTULO 4. OPERACIONES REDES NEURONALES CONVOLUCIONALES I .....</b>	<b>79</b>
4.1 INTRODUCCIÓN .....	79
4.2 OPERACIÓN DE CONVOLUCIÓN .....	80
4.2.1 Sin relleno con ceros y una unidad de desplazamiento .....	87
4.2.2 Relleno con ceros y una unidad de desplazamiento .....	88
4.2.3 Relleno para obtener la misma dimensión de salida .....	89
4.2.4 Relleno completo para obtener una mayor dimensión de salida .....	90
4.2.5 Sin relleno con ceros y desplazamientos superiores a la unidad .....	91
4.2.6 Relleno con ceros y desplazamientos superiores a la unidad .....	91
4.3 AGRUPAMIENTO ( <i>POOLING</i> ) .....	93
4.4 CONVOLUCIÓN ARITMÉTICA TRANSPUESTA .....	98
4.4.1 Transposición no <i>zero-padding</i> y una unidad de desplazamiento .....	101
4.4.2 Transposición <i>zero-padding</i> y una unidad de desplazamiento .....	102
4.4.3 Transposición <i>half (same) padding</i> .....	103
4.4.4 Transposición <i>full padding</i> .....	103
4.4.5 Transposición no <i>zero-padding</i> y desplazamientos superiores a la unidad .....	104
4.4.6 Transposición <i>zero-padding</i> y desplazamientos superiores a la unidad .....	105
<b>CAPÍTULO 5. OPERACIONES REDES NEURONALES CONVOLUCIONALES II .....</b>	<b>109</b>
5.1 INTRODUCCIÓN .....	109
5.2 CONVOLUCIONES DILATADAS .....	109
5.3 CONVOLUCIÓN NO LINEAL .....	112
5.4 CONVOLUCIONES 1D, 2D y 3D .....	115
5.5 SOBREAJUSTE, <i>WEIGHT DECAY</i> Y <i>DROPOUT</i> .....	123
5.6 NORMALIZACIÓN .....	129
5.7 <i>SOFTMAX</i> .....	133
<b>CAPÍTULO 6. MOTIVACIÓN DE LAS REDES NEURONALES CONVOLUCIONALES .....</b>	<b>135</b>
6.1 INTRODUCCIÓN .....	135
6.2 COMPARTICIÓN DE PARÁMETROS .....	135
6.3 BASE NEUROCIÉNTIFICA DE LAS CNN .....	140
<b>CAPÍTULO 7. ARQUITECTURAS DE LAS REDES NEURONALES CONVOLUCIONALES I .....</b>	<b>149</b>
7.1 INTRODUCCIÓN .....	149
7.2 ORGANIZACIÓN DE CAPAS EN LAS CNN .....	149
7.3 CAPAS <i>INCEPTION</i> .....	150
7.4 ALEXNET .....	156
7.4.1 Niveles de activación y visualización en las capas de la red .....	158
7.4.2 Agrupamiento piramidal espacial .....	160
7.5 VGGNET .....	161
7.6 LENET .....	163
7.7 RESNET .....	164
<b>CAPÍTULO 8. ARQUITECTURAS DE LAS REDES NEURONALES CONVOLUCIONALES II .....</b>	<b>173</b>
8.1 INTRODUCCIÓN .....	173
8.2 GOOGLNET .....	173
8.3 OTRAS REDES CON MÓDULOS <i>INCEPTION</i> .....	184
8.3.1 Red <i>Inception-V4</i> .....	185

8.3.2 Redes híbridas Inception-ResNet.....	187
8.4 ARQUITECTURA XCEPTION .....	191
8.5 SQUEEZENET .....	191
8.6 MÓDULOS DE CONVOLUCIONES DILATADAS PARALELAS .....	199
8.7 REDES DENSAS .....	200
8.8 REDES DENTRO DE REDES .....	202
<b>CAPÍTULO 9. ARQUITECTURAS DE LAS REDES NEURONALES CONVOLUCIONALES III .....</b>	<b>205</b>
9.1 INTRODUCCIÓN .....	205
9.2 AUTOCODIFICADORES .....	206
9.2.1 Arquitectura de un autocodificador .....	207
9.2.2 Funciones de activación y pérdida.....	213
9.2.3 Aplicaciones de los autocodificadores.....	215
9.3 REDES SIAMESAS .....	219
9.3.1 Arquitectura de las redes siamesas .....	220
9.3.2 Entrenamiento de las redes siamesas .....	223
9.3.3 Aplicaciones de las redes siamesas .....	225
9.4 REDES NEURONALES DE CÁPSULAS (CAPSNET) .....	228
<b>CAPÍTULO 10. SEGMENTACIÓN SEMÁNTICA DE IMÁGENES CON CNN .....</b>	<b>239</b>
10.1 INTRODUCCIÓN .....	239
10.2 CODIFICADOR-DECODIFICADOR (AUTOENCODER) .....	240
10.3 RED CONVOLUCIONAL TOTAL (FCN) .....	241
10.4 PARSENET .....	244
10.5 U-NET .....	244
10.6 RED PIRAMIDAL DE CARACTERÍSTICAS .....	246
10.7 PSPNET .....	250
10.8 DEEPLAB .....	251
10.8.1 DeepLabv3 .....	259
10.8.2 DeepLabv3+ .....	261
10.9 ENCNET .....	263
10.9.1 Codificación de contexto .....	264
10.9.2 Enfatización del mapa de características.....	264
10.9.3 SE-Loss .....	265
10.10 MEDIDAS DE DESEMPEÑO .....	266
<b>CAPÍTULO 11. REDES CONVOLUCIONALES PARA ANÁLISIS DE VÍDEO .....</b>	<b>267</b>
11.1 INTRODUCCIÓN .....	267
11.2 MODELOS CNN CON LSTM .....	268
11.3 REDES DE DOS FLUJOS .....	268
11.3.1 Modelo-1 .....	269
11.3.2 Modelo-2 .....	281
11.4 REDES CONVOLUCIONALES 2D, 3D Y MIXTAS .....	284
11.4.1 R2D: Convoluciones 2D sobre el vídeo completo .....	285
11.4.2 R3D: Convoluciones 3D .....	286
11.4.3 MCx y rMCx: convoluciones mixtas 3D y 2D.....	287
11.4.4 R(2+1)D: (2+1)D convoluciones .....	288
11.5 REDES DE SEGMENTOS TEMPORALES .....	289

<b>CAPÍTULO 12. DETECCIÓN DE OBJETOS EN IMÁGENES I</b> .....	<b>297</b>
12.1 INTRODUCCIÓN .....	297
12.2 COEFICIENTES DE REGRESIÓN DEL RECTÁNGULO .....	299
12.3 SOLAPAMIENTO DE REGIONES Y PRECISIÓN .....	302
12.4 ANCHOR BOXES .....	304
12.5 DETECCIÓN DE OBJETOS MULTIESCALA .....	310
12.6 R-CNN .....	311
12.7 FAST R-CNN .....	313
12.7.1 Función de pérdida <i>multi-task</i> .....	316
12.7.2 Estrategia de muestreo del <i>mini-batch</i> .....	318
12.7.3 Retropropagación a través de las capas de <i>pooling</i> de la RoI .....	319
12.7.4 Hiperparámetros SGD .....	319
12.7 FASTER R-CNN .....	320
12.8.1 Generación de regiones ( <i>anchors generation</i> ) .....	322
12.8.2 Función de pérdida ( <i>loss function</i> ) .....	322
12.8.3 Entrenamiento .....	324
12.9 MASK R-CNN .....	325
12.9.1 Entrenamiento .....	326
12.9.2 Representación de la máscara .....	326
12.9.3 Alineamiento de la RoI .....	326
12.9.4 Arquitectura de red .....	330
12.10 SSD: SINGLE SHOT MULTIBOX DETECTOR .....	331
12.10.1 Bases para el entrenamiento del SSD .....	333
12.10.2 Objetivo de entrenamiento del SSD .....	334
<b>CAPÍTULO 13. DETECCIÓN DE OBJETOS EN IMÁGENES II</b> .....	<b>335</b>
13.1 INTRODUCCIÓN .....	335
13.2 YOLO .....	335
13.2.1 Primera versión (YOLOv1) .....	336
13.2.2 Segunda versión (YOLOv2) .....	340
13.2.3 Tercera versión (YOLOv3) .....	351
13.2.4 Cuarta y quinta versiones (YOLOv4, YOLOv5) .....	355
13.3 PANET .....	357
13.3.1 Incremento de ruta abajo-arriba .....	357
13.3.2 <i>Pooling</i> adaptativo de características .....	359
13.3.3 Fusión totalmente conectada .....	360
13.4 CORNERNET/CENTERNET .....	362
13.4.1 Red <i>hourglass</i> .....	363
13.4.2 Detección de esquinas .....	365
13.4.3 Agrupación de esquinas .....	366
13.4.4 <i>Corner pooling</i> .....	367
<b>CAPÍTULO 14. DETECCIÓN DE OBJETOS EN IMÁGENES III</b> .....	<b>371</b>
14.1 INTRODUCCIÓN .....	371
14.2 OVERFEAT .....	371
14.2.1 Clasificación .....	372
14.2.2 Localización .....	375
14.2.3 Detección .....	376

14.3 RETINANET.....	377
14.4 R-FCN.....	380
14.5 FCOS.....	390
14.6 EFFICIENTDET.....	393
14.7 TRANSFORMADOR ESPACIAL.....	397
14.7.1 Red de localización.....	397
14.7.2 Rejilla de muestreo parametrizada.....	398
14.7.3 Muestreador de imagen diferenciable.....	399
<b>CAPÍTULO 15. REDES PARA DISPOSITIVOS MÓVILES.....</b>	<b>403</b>
15.1 INTRODUCCIÓN.....	403
15.2 MOBILENET (V1, V2, V3).....	403
15.2.1 MobileNetV1.....	403
15.2.2 MobileNetV2.....	405
15.2.3 MobileNetV3.....	410
15.3 SHUFFLENET.....	414
<b>CAPÍTULO 16. PLATAFORMAS PARA ESPACIOS DE BÚSQUEDA EN CLASIFICACIÓN DE IMÁGENES.....</b>	<b>419</b>
16.1 INTRODUCCIÓN.....	419
16.2 NAS.....	419
16.3 NASNET.....	424
16.4 NETADAPT.....	431
<b>CAPÍTULO 17. ALGORITMO DEEPCDREAM Y REDES GENERATIVAS ANTAGÓNICAS.....</b>	<b>437</b>
17.1 INTRODUCCIÓN.....	437
17.2 DEEPCDREAM.....	438
17.3 REDES GENERATIVAS ANTAGÓNICAS.....	449
<b>CAPÍTULO 18. REDES NEURONALES RECURRENTE, RECURSIVAS Y LSTM.....</b>	<b>459</b>
18.1 INTRODUCCIÓN.....	459
18.2 CONSIDERACIONES PRELIMINARES.....	459
18.3 REDES NEURONALES RECURRENTE.....	463
18.4 REDES NEURONALES RECURSIVAS.....	469
18.5 LONG SHORT-TERM MEMORY (LSTM).....	470
18.5.1 LSTM Bidireccional (BiLSTM).....	475
18.5.2 Predicción utilizando LSTM.....	477
18.5.3 Clasificación utilizando LSTM.....	480
18.6 GATED RECURRENT UNITS (GRU).....	482
18.7 ENCODER-DECODER UTILIZANDO LSTM.....	485
<b>ANEXO: RETROPROPAGACIÓN.....</b>	<b>487</b>
A.1 ESQUEMA DEL MODELO DE ENTRENAMIENTO.....	487
A.2 REGLA DELTA.....	488
A.3 MECANISMO DE RETROPROPAGACIÓN.....	490
A.3.1 Ejemplo 1: una neurona de entrada y una de salida.....	492
A.3.2 Ejemplo 2: dos neuronas de entrada y una de salida.....	493
A.3.3 Ejemplo 3: dos neuronas de entrada y dos de salida.....	496
A.4 ENTROPÍA CRUZADA Y SU DERIVADA.....	500

**BIBLIOGRAFÍA ..... 503**

**ÍNDICE ANALÍTICO ..... 533**

---