

ÍNDICE

Introducción	xvii
<hr/>	
Capítulo 1. Dar a los ordenadores el poder de aprender de los datos	23
Crear máquinas inteligentes para transformar datos en conocimiento	24
Los tres tipos de aprendizaje automático	24
Hacer predicciones sobre el futuro con el aprendizaje supervisado	25
Clasificación para predecir etiquetas de clase	25
Regresión para predecir resultados continuos	27
Resolver problemas interactivos con aprendizaje reforzado	28
Descubrir estructuras ocultas con el aprendizaje sin supervisión	29
Encontrar subgrupos con el agrupamiento	29
Reducción de dimensionalidad para comprimir datos	30
Introducción a la terminología básica y las notaciones	30
Una hoja de ruta para crear sistemas de aprendizaje automático	33
Preprocesamiento: Dar forma a los datos	34
Entrenar y seleccionar un modelo predictivo	34
Evaluar modelos y predecir instancias de datos no vistos	35
Utilizar Python para el aprendizaje automático	36
Instalar Python y sus paquetes desde Python Package Index	36
Utilizar la distribución y el gestor de paquetes Anaconda de Python	37
Paquetes para cálculo científico, ciencia de datos y aprendizaje automático	37
Resumen	38
Capítulo 2. Entrenar algoritmos simples de aprendizaje automático para clasificación	39
<hr/>	
Neuronas artificiales: un vistazo a los inicios del aprendizaje automático	40
La definición formal de una neurona artificial	41
La regla de aprendizaje del perceptrón	43
Implementar un algoritmo de aprendizaje de perceptrón en Python	46
Una API perceptrón orientada a objetos	46
Entrenar un modelo de perceptrón en el conjunto de datos Iris	50
Neuronas lineales adaptativas y la convergencia del aprendizaje	56
Minimizar funciones de coste con el descenso de gradiente	57
Implementar Adaline en Python	60
Mejorar el descenso de gradiente mediante el escalado de características	64

Aprendizaje automático a gran escala y descenso de gradiente estocástico	66
Resumen	72
Capítulo 3. Un recorrido por los clasificadores de aprendizaje automático con scikit-learn	73
Elegir un algoritmo de clasificación	74
Primeros pasos con scikit-learn: entrenar un perceptrón	74
Modelar probabilidades de clase mediante regresión logística	81
Intuición en regresión logística y probabilidades condicionales	81
Aprender los pesos de la función de coste logística	85
Convertir una implementación Adaline en un algoritmo para regresión logística	88
Entrenar un modelo de regresión logística con scikit-learn	93
Abordar el sobreajuste con la regularización	95
Margen de clasificación máximo con máquinas de vectores de soporte	98
Margen máximo de intuición	99
Tratar un caso separable no lineal con variables flexibles	101
Implementaciones alternativas en scikit-learn	103
Resolver problemas no lineales con una SVM kernelizada	104
Métodos kernel para datos inseparables lineales	104
El truco de kernel para encontrar hiperplanos separados en un espacio de mayor dimensionalidad	106
Aprendizaje basado en árboles de decisión	110
Maximizar la ganancia de información: sacar el mayor partido de tu inversión	112
Crear un árbol de decisión	117
Combinar árboles de decisión múltiples mediante bosques aleatorios	120
K-vecinos más cercanos: un algoritmo de aprendizaje vago	123
Resumen	127
Capítulo 4. Generar buenos modelos de entrenamiento: preprocesamiento de datos	129
Tratar con datos ausentes	129
Identificar datos ausentes en datos tabulares	130
Eliminar muestras o características con valores ausentes	131
Imputar valores ausentes	132
Entender la API de estimador de scikit-learn	133
Trabajar con datos categóricos	134
Características nominales y ordinales	134

Crear un conjunto de datos de ejemplo	135
Mapear características ordinales	135
Codificar etiquetas de clase	136
Realizar una codificación en caliente sobre características nominales	138
Dividir un conjunto de datos en conjuntos de prueba y de entrenamiento individuales	140
Ajustar las características a la misma escala	142
Seleccionar características significativas	145
Regularización L1 y L2 como penalizaciones contra la complejidad del modelo	146
Una interpretación geométrica de la regularización L2	146
Soluciones dispersas con la regularización L1	148
Algoritmos de selección de características secuenciales	152
Evaluar la importancia de las características con bosques aleatorios	158
Resumen	161
Capítulo 5. Comprimir datos mediante la reducción de dimensionalidad	163
<hr/>	
Reducción de dimensionalidad sin supervisión mediante el análisis de componentes principales	164
Los pasos esenciales que se esconden detrás del análisis de componentes principales	164
Extraer los componentes principales paso a paso	166
Varianza total y explicada	169
Transformación de características	170
Análisis de componentes principales en scikit-learn	173
Compresión de datos supervisada mediante análisis discriminante lineal	177
Análisis de componentes principales frente a análisis discriminante lineal	177
Cómo funciona interiormente el análisis discriminante lineal	178
Calcular las matrices de dispersión	179
Seleccionar discriminantes lineales para el nuevo subespacio de características	182
Proyectar muestras en el nuevo espacio de características	184
ADL con scikit-learn	185
Utilizar el análisis de componentes principales con kernels para mapeos no lineales	187

Funciones kernel y el truco del kernel	188
Implementar un análisis de componentes principales con kernels en Python	194
Ejemplo 1: separar formas de media luna	195
Ejemplo 2: separar círculos concéntricos	198
Proyectar nuevos puntos de datos	201
Análisis de componentes principales con kernel en scikit-learn	205
Resumen	206
Capítulo 6. Aprender las buenas prácticas para la evaluación de modelos y el ajuste de hiperparámetros	207
<hr/>	
Simplificar flujos de trabajo con <i>pipelines</i>	207
Cargar el conjunto de datos Cancer Wisconsin	208
Combinar transformadores y estimadores en un <i>pipeline</i>	209
Utilizar la validación cruzada de K iteraciones para evaluar el rendimiento de un modelo	211
El método de retención	212
Validación cruzada de k iteraciones	213
Depurar algoritmos con curvas de validación y aprendizaje	217
Diagnosticar problemas de sesgo y varianza con curvas de aprendizaje	218
Resolver el sobreajuste y el subajuste con curvas de validación	221
Ajustar los modelos de aprendizaje automático con la búsqueda de cuadrículas	223
Ajustar hiperparámetros con la búsqueda de cuadrículas	223
Selección de algoritmos con validación cruzada anidada	225
Observar diferentes métricas de evaluación de rendimiento	227
Leer una matriz de confusión	228
Optimizar la exactitud y la exhaustividad de un modelo de clasificación	229
Representar una característica operativa del receptor	232
Métricas de calificación para clasificaciones multiclase	235
Tratar con el desequilibrio de clases	236
Resumen	239
Capítulo 7. Combinar diferentes modelos para el aprendizaje conjunto	241
<hr/>	
Aprender con conjuntos	241
Combinar clasificadores mediante el voto mayoritario	246
Implementar un sencillo clasificador de voto mayoritario	246
Utilizar el principio de voto mayoritario para hacer predicciones	253

Evaluar y ajustar el clasificador conjunto	256
Bagging: construir un conjunto de clasificadores a partir de muestras <i>bootstrap</i>	262
El <i>bagging</i> resumido	262
Aplicar el <i>bagging</i> para clasificar muestras en el conjunto de datos Wine	264
Potenciar los clasificadores débiles con el <i>boosting</i> adaptado	268
Cómo trabaja el <i>boosting</i>	268
Aplicar AdaBoost con scikit-learn	273
Resumen	276
Capítulo 8. Aplicar el aprendizaje automático para el análisis de sentimiento	277
<hr/>	
Preparar los datos de críticas de cine de IMDb para el procesamiento de texto	278
Obtener el conjunto de datos de críticas de cine	278
Preprocesar el conjunto de datos de películas en un formato adecuado	279
Introducir el modelo «bolsa de palabras»	281
Transformar palabras en vectores de características	281
Relevancia de las palabras mediante frecuencia de término–frecuencia inversa de documento	283
Limpiar datos textuales	286
Procesar documentos en componentes léxicos	288
Entrenar un modelo de regresión logística para clasificación de documentos	290
Trabajar con datos más grandes: algoritmos <i>online</i> y aprendizaje <i>out-of-core</i>	292
Modelado de temas con Latent Dirichlet Allocation	296
Descomponer documentos de textos con LDA	297
LDA con scikit-learn	297
Resumen	301
Capítulo 9. Incrustar un modelo de aprendizaje automático en una aplicación web	303
<hr/>	
Serializar estimadores de scikit-learn ajustados	304
Configurar una base de datos SQLite para el almacenamiento de datos	307
Desarrollar una aplicación web con Flask	309
Nuestra primera aplicación web con Flask	310

Validación y renderizado de formularios	312
Configurar la estructura del directorio	313
Implementar una macro mediante el motor de plantillas Jinja2	314
Añadir estilos con CSS	315
Crear la página resultante	316
Convertir el clasificador de críticas de cine en una aplicación web	316
Archivos y carpetas: observar el árbol de directorios	318
Implementar la aplicación principal como app.py	320
Preparar el formulario de críticas	322
Crear una plantilla de página de resultados	324
Desplegar la aplicación web en un servidor público	326
Crear una cuenta de PythonAnywhere	326
Cargar la aplicación del clasificador de películas	327
Actualizar el clasificador de películas	328
Resumen	330
Capítulo 10. Predicción de variables de destino continuas con análisis de regresión	331
<hr/>	
Introducción a la regresión lineal	332
Regresión lineal simple	332
Regresión lineal múltiple	333
Explorar el conjunto de datos Housing	334
Cargar el conjunto Housing en un marco de datos	335
Visualizar las características importantes de un conjunto de datos	336
Observar las relaciones mediante una matriz de correlación	338
Implementar un modelo de regresión lineal de mínimos cuadrados ordinarios	341
Resolver la regresión para parámetros de regresión con el descenso del gradiente	341
Estimar el coeficiente de un modelo de regresión con scikit-learn	346
Ajustar un modelo de regresión robusto con RANSAC	347
Evaluar el rendimiento de los modelos de regresión lineal	350
Utilizar métodos regularizados para regresión	354
Convertir un modelo de regresión lineal en una curva: la regresión polinomial	356
Añadir términos polinomiales con scikit-learn	356
Modelar relaciones no lineales en el conjunto de datos Housing	358
Tratar con relaciones no lineales mediante bosques aleatorios	361
Regresión de árbol de decisión	362
Regresión con bosques aleatorios	364
Resumen	367

Capítulo 11. Trabajar con datos sin etiquetar: análisis de grupos	369
Agrupar objetos por semejanza con k-means	370
Agrupamiento k-means con scikit-learn	370
Una manera más inteligente de colocar los centroides de los grupos iniciales con k-means++	375
Agrupamiento pesado frente a no pesado	376
Utilizar el método <i>elbow</i> para encontrar el número óptimo de grupos	379
Cuantificar la calidad del agrupamiento mediante gráficos de silueta	380
Organizar agrupamientos como un árbol jerárquico	385
Agrupar los grupos de manera ascendente	386
Realizar agrupamientos jerárquicos en una matriz de distancias	387
Adjuntar dendrogramas a un mapa de calor	391
Aplicar un agrupamiento aglomerativo con scikit-learn	393
Ubicar regiones de alta densidad con DBSCAN	394
Resumen	400
Capítulo 12. Implementar una red neuronal artificial multicapa desde cero	401
Modelar funciones complejas con redes neuronales artificiales	402
Resumen de una red neuronal de una capa	404
La arquitectura de red neuronal multicapa	406
Activar una red neuronal mediante la propagación hacia delante	409
Clasificar dígitos manuscritos	411
Obtener el conjunto de datos MNIST	412
Implementar un perceptrón multicapa	418
Entrenar una red neuronal artificial	429
Calcular la función de coste logística	430
Desarrollar tu intuición para la propagación hacia atrás	433
Entrenar redes neuronales mediante la propagación hacia atrás	434
Sobre la convergencia en redes neuronales	439
Unas últimas palabras sobre la implementación de redes neuronales	440
Resumen	441
Capítulo 13. Paralelización de entrenamiento de redes neuronales con TensorFlow	443
TensorFlow y rendimiento de entrenamiento	444
¿Qué es TensorFlow?	445
Cómo aprenderemos TensorFlow	446
Primeros pasos con TensorFlow	446

Trabajar con estructuras de matriz	449
Desarrollar un modelo simple con la API de bajo nivel de TensorFlow	450
Entrenar redes neuronales eficazmente con las API de alto nivel de TensorFlow	455
Crear redes neuronales multicapa mediante el API Layers de TensorFlow	456
Desarrollar una red neuronal multicapa con Keras	460
Elegir funciones de activación para redes multicapa	465
Resumen de la función logística	466
Estimar probabilidades de clase en clasificaciones multiclase con softmax	468
Ampliar el espectro de salida con una tangente hiperbólica	469
Activación de la unidad lineal rectificada	471
Resumen	473
Capítulo 14. Ir más lejos: la mecánica de TensorFlow	475
Características clave de TensorFlow	476
Rango y tensores de TensorFlow	476
Cómo obtener la dimensión y la forma de un tensor	477
Entender los grafos computacionales de TensorFlow	478
Marcadores de posición en TensorFlow	481
Definir marcadores de posición	481
Alimentar marcadores de posición con datos	482
Definir marcadores de posición para matrices de datos con diferentes tamaños de lote	483
Variables en TensorFlow	484
Definir variables	485
Inicializar variable	487
Alcance de la variable	488
Reutilizar variables	490
Crear un modelo de regresión	493
Ejecutar objetos en un grafo de TensorFlow mediante sus nombres	497
Almacenar y restablecer un modelo en TensorFlow	498
Transformar tensores como matrices de datos multidimensionales	501
Utilizar la mecánica de control de flujo para crear grafos	505
Visualizar el grafo con TensorBoard	509
Ampliar tu experiencia en TensorBoard	512
Resumen	513

Capítulo 15. Clasificar imágenes con redes neuronales convolucionales profundas	515
Bloques de construcción de redes neuronales convolucionales	516
Entender las CNN y conocer las jerarquías de características	516
Realizar convoluciones discretas	518
Realizar una convolución discreta en una dimensión	518
El efecto del relleno de ceros en una convolución	521
Determinar el tamaño de la salida de convolución	523
Realizar una convolución discreta en 2D	524
Submuestreo	528
Juntarlo todo para crear una CNN	530
Trabajar con entradas múltiples o canales de color	530
Regularizar una red neuronal con la eliminación	534
Implementar una red neuronal convolucional profunda con TensorFlow	536
La arquitectura de una CNN multicapa	536
Cargar y preprocesar los datos	538
Implementar una CNN en el API de TensorFlow de bajo nivel	539
Implementar una CNN en la API Layers de TensorFlow	552
Resumen	558
Capítulo 16. Modelado de datos secuenciales mediante redes neuronales recurrentes	559
Introducir datos secuenciales	560
Modelar datos secuenciales: el orden sí importa	560
Representar secuencias	561
Las diferentes categorías del modelado de secuencias	562
RNN para modelar secuencias	563
Entender la estructura y el flujo de una RNN	563
Calcular activaciones en una RNN	565
Los retos del aprendizaje de interacciones de largo alcance	568
Unidades de LSTM	570
Implementar una RNN multicapa para modelar secuencias en TensorFlow	572
Proyecto uno: crear un análisis de sentimiento de las críticas de películas IMDb con RNN multicapa	573
Preparar los datos	574
<i>Embedding</i>	578
Construir un modelo de RNN	580
El constructor de la clase SentimentRNN	581

Índice

El método build	582
Paso 1: definir celdas RNN multicapa	584
Paso 2: definir los estados iniciales para las celdas RNN	584
Paso 3: crear la RNN utilizando las celdas RNN y sus estados	585
El método train	585
El método predict	587
Instanciar la clase SentimentRNN	587
Entrenar y optimizar el análisis de sentimiento de un modelo RNN	588
Proyecto dos: implementar una RNN para el modelado de lenguaje a nivel de carácter en TensorFlow	589
Preparar los datos	590
Construir un modelo RNN a nivel de carácter	594
El constructor	595
El método build	596
El método train	598
El método sample	600
Crear y definir el modelo CharRNN	601
El modelo CharRNN en el modo de muestreo	602
Resumen del capítulo y del libro	602
Índice analítico	605
