

# Indice generale

<b>Premessa</b>	.....	<b>xiii</b>
<b>Introduzione</b>	.....	<b>xv</b>
Struttura del libro	.....	xvi
Dotazione software necessaria	.....	xvii
A chi è rivolto questo libro	.....	xviii
Convenzioni	.....	xviii
Scarica i file degli esempi	.....	xix
L'autore	.....	xix
I revisori	.....	xix
<b>Ringraziamenti dell'autore</b>	.....	<b>xxi</b>
<b>Capitolo 1</b>	<b>Dare ai computer la capacità di apprendere dai dati</b> .....	<b>1</b>
	Costruire macchine intelligenti per trasformare i dati in conoscenza	2
	I tre diversi tipi di machine learning	2
	Effettuare previsioni sul futuro grazie all'apprendimento con supervisione	2
	Risolvere problemi interattivi con l'apprendimento di rafforzamento	5
	Scoprire le strutture nascoste con l'apprendimento senza supervisione	6
	Introduzione alla terminologia e alla notazione di base	7
	Una roadmap per la realizzazione di sistemi di apprendimento automatico	9
	Pre-elaborazione: dare una "forma" ai dati	10
	Addestramento e selezione di un modello predittivo	11
	Valutazione dei modelli e previsione su istanze di dati mai viste prima	11

Usare Python per attività di machine learning .....	12
Installazione dei pacchetti Python .....	12
Riepilogo .....	13

## **Capitolo 2 Addestrare gli algoritmi a compiti di classificazione .....15**

Neuroni artificiali: breve introduzione ai primordi del machine learning.....	15
Implementazione in Python di un algoritmo di apprendimento perceptron .....	21
Addestrare un modello del perceptron sul dataset Iris .....	24
Neuroni adattativi lineari e convergenza dell'apprendimento .....	28
Minimizzare le funzioni di costo con la discesa del gradiente.....	29
Implementazione di un neurone lineare adattativo in Python ...	31
Machine learning su larga scala e discesa stocastica del gradiente.....	36
Riepilogo .....	41

## **Capitolo 3 I classificatori di machine learning di scikit-learn .....43**

Scelta di un algoritmo di classificazione .....	43
Primi passi con scikit-learn .....	44
Addestramento di un perceptron tramite scikit-learn .....	44
Modellazione delle probabilità delle classi tramite la regressione logistica .....	49
Concetti intuitivi e probabilità condizionali della regressione logistica .....	49
I pesi della funzione di costo logistico .....	52
Addestramento di un modello a regressione logistica con scikit-learn.....	54
Risolvere l'overfitting tramite la regolarizzazione .....	57
Classificazione a massimo margine con le macchine a vettori di supporto .....	60
Individuazione del massimo margine.....	60
Il caso separabile non linearmente utilizzando variabili slack.....	62
Implementazioni alternative in scikit-learn.....	64
Soluzione di problemi non lineari utilizzando una SVM kernel .....	64
Uso della tecnica del kernel per trovare iperpiani di separazione in uno spazio di maggiori dimensioni .....	66
Apprendimento ad albero decisionale .....	69
Massimizzare il guadagno informativo: la massima sostanza al minimo costo.....	70
Costruire un albero decisionale .....	75
Combinare sistemi di apprendimento deboli e forti tramite foreste casuali.....	77
I k vicini più prossimi: un algoritmo di apprendimento pigro .....	79
Riepilogo .....	82

<b>Capitolo 4</b>	<b>Costruire buoni set di addestramento: la pre-elaborazione .....</b>	<b>85</b>
	Il problema dei dati mancanti .....	85
	Eliminazione dei campioni e delle caratteristiche con valori mancanti .....	87
	Imputazione dei valori mancanti .....	88
	Funzionamento dell'API di stima di scikit-learn .....	88
	Gestione di dati categorici .....	89
	Mappaggio di caratteristiche ordinali .....	90
	Codifica delle etichette delle classi .....	91
	Esecuzione di una codifica one-hot su caratteristiche nominali .....	92
	Partizionamento di un dataset nei set di addestramento e di test .....	93
	Portare tutte le caratteristiche sulla stessa scala .....	95
	Selezione delle caratteristiche appropriate .....	96
	Soluzioni sparse con la regolarizzazione L1 .....	97
	Algoritmi sequenziali per la selezione delle caratteristiche .....	102
	Valutazione dell'importanza delle caratteristiche con le foreste casuali .....	107
	Riepilogo .....	109
<b>Capitolo 5</b>	<b>Compressione dei dati tramite la riduzione della dimensionalità .....</b>	<b>111</b>
	Riduzione della dimensionalità senza supervisione tramite l'analisi del componente principale (PCA) .....	112
	Varianza totale e spiegata .....	113
	Trasformazione di una caratteristica .....	117
	L'analisi del componente principale in scikit-learn .....	119
	Compressione dei dati con supervisione, tramite l'analisi discriminante lineare (LDA) .....	121
	Calcolo delle matrici a dispersione .....	123
	Selezione dei discriminanti lineari per il nuovo sottospazio delle caratteristiche .....	126
	Proiezione dei campioni sul nuovo spazio di caratteristiche .....	128
	Analisi LDA con scikit-learn .....	128
	Uso della kernel PCA per il mappaggio non lineare .....	130
	Funzioni kernel e tecniche kernel .....	131
	Implementazione di una kernel PCA in Python .....	136
	Proiezione di nuovi punti di dati .....	142
	Kernel PCA con scikit-learn .....	146
	Riepilogo .....	147
<b>Capitolo 6</b>	<b>Valutazione dei modelli e ottimizzazione degli iperparametri .....</b>	<b>149</b>
	Accelerare il flusso di lavoro .....	149
	Caricamento del dataset relativo al cancro al seno nel Wisconsin .....	150

Combinare i trasformatori e gli estimatori in una pipeline.....	151
Uso della convalida incrociata k-fold per valutare le prestazioni del modello.....	151
Il modello holdout.....	152
La convalida incrociata K-fold.....	154
Debugging degli algoritmi con le curve di apprendimento e di convalida.....	157
Diagnosi dei problemi di bias e varianza con le curve di apprendimento .....	157
Soluzione dei problemi di overfitting e underfitting con le curve di convalida .....	160
Ottimizzazione dei modelli di machine learning tramite ricerca a griglia .....	162
Ottimizzazione degli iperparametri tramite la ricerca a griglia .....	162
Selezione dell'algoritmo con convalida incrociata nidificata .....	164
Varie metriche di valutazione delle prestazioni .....	165
Lettura di una matrice di confusione.....	165
Ottimizzazione della precisione e del recall di un modello di classificazione.....	167
Tracciamento di un ROC.....	169
Le metriche di valutazione per la classificazione multiclasse .....	172
Riepilogo .....	173

## **Capitolo 7      Combinare più modelli: l'apprendimento d'insieme.....175**

Apprendimento d'insieme .....	175
Implementazione di un semplice classificatore con voto a maggioranza .....	179
Combinare algoritmi differenti per la classificazione con voto a maggioranza .....	185
Valutazione e ottimizzazione del classificatore d'insieme .....	187
Bagging: costruire un insieme di classificatori da campioni di bootstrap.....	192
Sfruttare i sistemi di apprendimento deboli tramite un boost adattativo.....	196
Riepilogo .....	203

## **Capitolo 8      Tecniche di machine learning per l'analisi del sentiment.....205**

Accedere al dataset delle recensioni dei film di IMDb.....	205
Introduzione al modello bag-of-words .....	207
Trasformazione delle parole in vettori di caratteristiche .....	208
Valutazione della rilevanza delle parole in base alla frequenza (inversa) dei termini nel documento .....	209
Pulitura dei dati testuali .....	211

	Elaborazione dei documenti in token.....	213
	Addestramento di un modello a regressione logistica per la classificazione dei documenti.....	214
	Lavorare su grossi insiemi di dati: algoritmi online e apprendimento out-of-core.....	216
	Riepilogo.....	220
<b>Capitolo 9</b>	<b>Embedding di un modello in un'applicazione web .....</b>	<b>221</b>
	Serializzazione di uno stimatore scikit-learn non addestrato.....	222
	Impostazione di un database SQLite per la memorizzazione dei dati.....	224
	Sviluppare un'applicazione web con Flask.....	226
	Una prima applicazione web con Flask.....	226
	Convalida e rendering del modulo.....	228
	Trasformazione del classificatore di film in un'applicazione web ..	231
	Pubblicazione dell'applicazione web su un server pubblico.....	238
	Aggiornamento del classificatore delle recensioni di film.....	239
	Riepilogo.....	241
<b>Capitolo 10</b>	<b>Previsioni di variabili target continue: l'analisi a regressione .....</b>	<b>243</b>
	Introduzione a un modello a regressione lineare semplice.....	244
	Esplorazione del dataset Housing.....	245
	Visualizzazione delle caratteristiche importanti di un dataset...246	
	Implementazione di un modello a regressione lineare OLS.....	250
	Risoluzione dei parametri di regressione nella discesa del gradiente.....	251
	Stima del coefficiente di un modello regressione lineare tramite scikit-learn.....	254
	Adattamento di un solido modello a regressione utilizzando RANSAC.....	256
	Valutazione delle prestazioni dei modelli a regressione lineare.....	258
	Uso di metodi regolarizzati per la regressione.....	261
	Trasformare un modello a regressione lineare in uno a regressione a curva polinomiale.....	263
	Modellazione di relazioni non lineari nel dataset Housing.....	265
	Risoluzione delle relazioni non lineari tramite foreste casuali.....	267
	Riepilogo.....	272
<b>Capitolo 11</b>	<b>Lavorare con dati senza etichette: l'analisi a cluster.....</b>	<b>275</b>
	Raggruppare gli oggetti per similarità utilizzando l'algoritmo k-means.....	276
	K-means++.....	278
	Clustering hard e soft.....	280

Il metodo Elbow per trovare il numero ottimale di cluster.....	283
Quantificare la qualità del clustering tramite grafici a silhouettes .....	284
Organizzazione dei cluster come un albero gerarchico.....	288
Esecuzione di un clustering gerarchico su una matrice delle distanze .....	290
Collegamento dei dendrogrammi a una mappa termica.....	293
Applicazione del clustering agglomerativo tramite scikit-learn.....	295
Individuazione delle regioni a elevata densità tramite DBSCAN .....	296
Riepilogo .....	300

**Capitolo 12 Reti neurali artificiali per il riconoscimento delle immagini .....303**

Modellare funzioni complesse con reti neurali artificiali.....	303
Ripasso sulle reti neurali monolivello .....	305
Introduzione all'architettura di una rete neurale multilivello ...	306
Attivazione di una rete neurale tramite propagazione in avanti.....	308
Classificazione di cifre scritte a mano .....	311
Procurarsi il dataset MNIST .....	312
Implementazione di un perceptron multilivello .....	316
Addestramento di una rete neurale artificiale .....	323
Calcolare la funzione logistica di costo .....	323
Addestramento delle reti neurali tramite retropropagazione ...	326
Aspetti intuitivi della retropropagazione .....	330
Debugging delle reti neurali con il controllo dei gradienti .....	331
Convergenza nelle reti neurali.....	336
Altre architetture di reti neurali .....	337
Reti neurali convolutive .....	338
Reti neurali ricorrenti .....	339
Un'ultima parola sull'implementazione delle reti neurali.....	340
Riepilogo .....	341

**Capitolo 13 Parallelizzare l'addestramento delle reti neurali con Theano .....343**

Realizzare, compilare ed eseguire espressioni con Theano .....	344
Che cos'è Theano.....	345
Primi passi con Theano.....	346
Configurazione di Theano .....	347
Utilizzo delle strutture ad array .....	348
Per riepilogare: un esempio di regressione lineare .....	351
Scelta delle funzioni di attivazione per reti neurali ad avanzamento .....	354
Ripasso sulla funzione logistica .....	355

---

Stima delle probabilità in un problema di classificazione multiclasse tramite la funzione softmax.....	357
Allargamento dello spettro di output utilizzando una tangente iperbolica .....	358
Addestramento efficiente delle reti neurali con Keras.....	360
Riepilogo .....	365
<b>Indice analitico .....</b>	<b>367</b>