

ROBERTO MARMO

# Algoritmi per l'intelligenza artificiale



PROGETTAZIONE DELL'ALGORITMO  
DATI E MACHINE LEARNING  
NEURAL NETWORK • DEEP LEARNING

Web **Pro**<sup>+</sup>

**HOEPLI**

ROBERTO MARMO

# Algoritmi per l'intelligenza artificiale

Progettazione dell'algoritmo  
Dati e Machine Learning  
Neural Network – Deep Learning



EDITORE ULRICO HOEPLI MILANO

**Copyright © Ulrico Hoepli Editore S.p.A. 2020**

via Hoepli 5, 20121 Milano (Italy)  
tel. +39 02 864871 – fax +39 02 8052886  
e-mail [hoepli@hoepli.it](mailto:hoepli@hoepli.it)

**[www.hoeplieditore.it](http://www.hoeplieditore.it)**

Tutti i diritti sono riservati a norma di legge  
e a norma delle convenzioni internazionali

Le fotocopie per uso personale del lettore possono essere effettuate nei limiti del 15% di ciascun volume/fascicolo di periodico dietro pagamento alla SIAE del compenso previsto dall'art. 68, commi 4 e 5, della legge 22 aprile 1941 n. 633.

Le fotocopie effettuate per finalità di carattere professionale, economico o commerciale o comunque per uso diverso da quello personale possono essere effettuate a seguito di specifica autorizzazione rilasciata da CLEARedi, Centro Licenze e Autorizzazioni per le Riproduzioni Editoriali, Corso di Porta Romana 108, 20122 Milano, e-mail: [autorizzazioni@clearedi.org](mailto:autorizzazioni@clearedi.org) e sito web: [www.clearedi.org](http://www.clearedi.org).

**ISBN 978-88-203-9171-3**

Ristampa:

4 3 2 1 0                    2020 2021 2022 2023 2024

Progetto editoriale: Maurizio Vedovati – Servizi editoriali ([info@iltrio.it](mailto:info@iltrio.it))

Stampa: L.E.G.O. S.p.A., stabilimento di Lavis (TN)

Printed in Italy

# SOMMARIO

<b>Introduzione</b>	<b>XIX</b>
<b>L'autore</b>	<b>XXV</b>
<b>Ringraziamenti</b>	<b>XXVII</b>

## **CAPITOLO 1**

### **Intelligenza artificiale e umana** **1**

Che cos'è l'intelligenza	1
Differenze tra intelligenza e intelligence	4
Dall'intelligenza umana a quella artificiale	5
Definire l'intelligenza artificiale	6
Confronti tra intelligenza umana e artificiale	8
Intelligenza aumentata	9
Cognitive computing	9
Soft computing	9
Il test di Turing	10
Timori e problematiche	12
Tematiche legali	14
Cenni storici	16
Oltre l'hype	20
Rapporti con altre tecnologie	21
Big data	21
Cibernetica	22
Cloud computing	22
Data mining	23
IoT	23
Robotica	23

Figure professionali	24
Mapa mentale per riepilogare	25
Rassegna di applicazioni	25
Ulteriori letture consigliate	27
Qualcosa di simpatico	28
Riferimenti bibliografici	29
Note	32

## CAPITOLO 2

### **Analisi economico-finanziaria delle aziende** **35**

*a cura di Giandomenico De Franco*

L'autore	35
Osservatori	35
Osservatorio Artificial Intelligence	36
Osservatorio IULM	36
Analisi di Competitive Data	36
Calcolo del bilancio medio settoriale	38
Indici di redditività	40
Conclusioni	42
Note	43

## CAPITOLO 3

### **Progettazione dell'algorithm** **45**

Alcune domande iniziali	45
Percorso di sviluppo	47
Definizione del problema	49
Analisi dati input e output	53
Categoria della soluzione	53
Scelta del paradigma	55
Adeguare input e output	59
Scrittura software	59
Ottimizzare parametri	59
Messa in esercizio	59
Errore in esercizio	59
AI driven enterprise	60
Rasoio di Ockham	61
Problematiche di scalabilità	61
Scrivere la documentazione	61
Scrivere un PoC	62

Consigli per comunicare	63
Ulteriori letture consigliate	64
Riferimenti bibliografici	64
Note	65

## CAPITOLO 4

### Agente intelligente 67

Che cos'è un agente	67
Struttura dell'agente	68
Metodologia di creazione	69
Agente con riflessi semplici	70
Agente con riflessi e stato	71
Agente basato su obiettivi	72
Agente basato su utilità	72
Agente che apprende	72

## CAPITOLO 5

### Evolutionary algorithm 75

Idea di fondo	75
Meccanismo di funzionamento	75
Inizializzazione	76
Valutazione	77
Selezione	77
Riproduzione	77
Sostituzione	77
Genetic algorithm	78
Algoritmo di creazione	79
Inizializzazione	80
Valutazione	80
Selezione	81
Riproduzione	83
Sostituzione	84
Esempi	84
Selezione	84
Codice Gray	85
Enigmistica	85
Ottimizzazione	85
Trading	86

Rapporti con altri modelli	86
Controllo fuzzy	87
Neural network	87
Libreria DEAP	87
Funzionamento sul browser	91
Altri approcci evolutivi	91
Ulteriori letture consigliate	93
Riferimenti bibliografici	93
Note	95

## CAPITOLO 6

### Expert system 97

Idea di fondo	97
Meccanismo di funzionamento	97
Rappresentazione della conoscenza	98
Motore di inferenza	99
Logica proposizionale	99
Approccio probabilistico	101
Bayesian network	101
Fuzzy logic	102
Algoritmo di creazione	103
Trasparenza del funzionamento	103
Difficoltà nella creazione	104
Ruolo dell'interfaccia utente	104
Tipologie di applicazioni	105
Libreria Experta	105
Ulteriori letture consigliate	110
Riferimenti bibliografici	110
Note	111

## CAPITOLO 7

### Fuzzy logic 113

Idea di fondo	113
Meccanismo di funzionamento	113
Insieme fuzzy	114
Variabile linguistica	116
Proprietà degli insiemi fuzzy	117
Operazioni sugli insiemi fuzzy	118

Regole fuzzy	119
Inferenza fuzzy	119
Creazione del sistema fuzzy	122
Svantaggi della fuzzy logic	123
Fuzzy logic e probabilità	123
Trasparenza del ragionamento fuzzy	123
Rapporti con altri modelli	124
Neural network	124
Sistemi esperti	124
Tipologie di applicazioni	124
Sistema di controllo fuzzy	125
Fuzzy clustering	127
Libreria Scikit-fuzzy	131
Fuzzy c-means clustering	131
Sistema di decisione fuzzy	135
Altri esempi	137
Ulteriori letture consigliate	137
Riferimenti bibliografici	138
Note	139

## CAPITOLO 8

# Machine learning 141

Idea di fondo	141
Meccanismo di funzionamento	141
Vantaggi e svantaggi	142
Differenza rispetto ad altri approcci	143
Programmazione esplicita	143
Data mining	144
Data science	145
Statistica	145
Intelligenza artificiale	146
Deep learning	146
Categorie di soluzioni	147
Classificazione	147
Clustering	149
Regressione	149
Trovare anomalie	149
Forme di apprendimento	149
Supervised learning	149
Unsupervised learning	153

Semi-supervised	153
Reinforcement	153
Transfer	153
Canvas	154
Fogli di riepilogo	155
Algoritmo di creazione	155
Definizione del problema	156
Pre-elaborazione dati, estrazione feature	156
Scelta del modello e del learning	156
Scrittura software	157
Training e test del modello	157
Errore ammissibile	158
Messa in esercizio	158
Errore in esercizio	158
Un semplice esempio	160
Ensemble machine learning	160
Machine learning pipeline	163
Machine learning con API	164
Machine learning distribuito	165
Machine learning su larga scala	166
Machine learning nel browser	166
Consigli operativi	167
Riferimenti bibliografici	168
Note	169

## CAPITOLO 9

### Pre-elaborazione dei dati 171

Preparare il giusto input	171
Formato dei file	172
Formati numerici	173
Dataset	176
Raccolte online	176
Creazione	177
Aggiungere altri dati	178
Verificare il bilanciamento del dataset	180
Dataset famosi	181
Esplorazione preliminare	182
Verificare la fonte	182
Verificare il formato del file	182
Visualizzare i dati	183

Formato dei dati	183
Ordine di grandezza	184
Valori minimo, massimo, media	184
Dati mancanti	184
Esplorare i dati	185
Altri strumenti utili	190
Selezione delle feature	190
Trasformare date in numeri	192
Trasformare stringhe in numeri	193
Codice ASCII	193
Stringhe	193
Elenco di opzioni	195
Testo	195
Altre trasformazioni numeriche	197
Combinare in grande input	197
Discretizzazione	197
Binarizzazione	198
Trasformazione generica	199
Gestire valori anomali	199
Ridimensionamento delle feature	201
Standard Scaler	201
MinMaxScaler	202
MaxAbsScaler	203
RobustScaler	203
Normalizzazione	204
Riduzione della quantità di feature	207
PCA	207
LDA	209
Algoritmo di pre-elaborazione	211
Ulteriori letture consigliate	211
Riferimenti bibliografici	211
Note	212

## CAPITOLO 10

### Valutazione del modello

215

Idea di fondo	215
Importanza della valutazione	215
Quando fare la valutazione	216
Definire gli obiettivi	216
Scelta dei dati da provare	217

Scelta delle metriche da usare	217
Confrontare vari modelli	218
Valutare la classificazione	218
Accuratezza	218
Log-Loss	219
Confusion matrix	220
Curva ROC	227
Valutare il clustering	231
Adjusted Rand index	231
Mutual Information based scores	232
Homogeneity, completeness e V-measure	233
Valutare la regressione	233
MAE	234
MSE	234
RMSE	235
R <sup>2</sup>	235
Analisi critica dei risultati	236
Scrittura del rapporto	237
Algoritmo per valutare	237
Ulteriori letture consigliate	238
Riferimenti bibliografici	238
Note	239

## CAPITOLO 11

### **k-Nearest Neighbors** **241**

Idea di fondo	241
Meccanismo di funzionamento	241
Libreria Scikit-learn	243
Ulteriori letture consigliate	247
Riferimenti bibliografici	247
Note	248

## CAPITOLO 12

### **Linear regression** **249**

Idea di fondo	249
Meccanismo di funzionamento	249
Libreria Scikit-learn	250
Note	254

**CAPITOLO 13****Logistic regression 255**

Idea di fondo	255
Meccanismo di funzionamento	255
Libreria Scikit-learn	257
Classificatore binario	257
Classificatore multi-classe	258
Note	259

**CAPITOLO 14****Support Vector Machine 261**

Idea di fondo	261
Meccanismo di funzionamento	261
SVM lineare	261
SVM non lineare	263
SVM con molte classi	264
Classi sbilanciate	264
Una sola classe	264
Support Vector Regression	265
Algoritmo di creazione	265
Vantaggi e svantaggi	266
Rapporti con neural network	266
Libreria Scikit-learn	267
Grafico dei vettori di supporto	267
Multi-classificazione	268
Classi sbilanciate	271
Con cross validation	272
Regressione	272
Trovare outlier	274
Ulteriori letture consigliate	275
Riferimenti bibliografici	275
Note	276

**CAPITOLO 15****Decision tree 277**

Idea di fondo	277
Meccanismo di funzionamento	277

Foreste di alberi	280
Libreria Scikit-learn	280
Classificazione	280
Regressione	283
Random Forest	284
Ulteriori letture consigliate	286
Riferimenti bibliografici	286
Note	287

## CAPITOLO 16

### Bayes e naive Bayes **289**

Idea di fondo	289
Meccanismo di funzionamento	289
Teorema di Bayes	290
Alcuni esempi	291
Classificazione	292
Naive Bayes	292
Bayesian network	293
Librerie Scikit-learn e Pgmpy	296
Naive Bayes	296
Bayesian network	297
Ulteriori letture consigliate	299
Riferimenti bibliografici	299
Note	300

## CAPITOLO 17

### Neural network **301**

Idea di fondo	301
Neurone biologico e matematico	301
Funzione a gradino	303
Funzione lineare	303
Funzione logistica	303
Funzione ReLU	304
Funzione softmax	304
Neural network	304
Vantaggi e svantaggi	305
Differenza rispetto ad altri approcci	306
Training	306

Perceptron	306
Libreria Scikit-learn	307
Multi Layer Perceptron	309
Funzione di errore	311
Discesa del gradiente	312
Algoritmo back propagation	313
Evitare overfitting	314
MLP auto-associativa	315
Radial Basis Function	315
Algoritmo di creazione	316
Visualizzare i pesi	318
Libreria Scikit-learn	318
Libreria Keras	323
Self Organized Map	325
Unsupervised training	326
Visualizzare la SOM	328
Algoritmo di creazione	329
Codice	330
Recurrent Neural Network	333
Codice	335
Altri modelli	336
Hopfield	337
Boltzmann	337
Risonanza adattiva ART	338
Algoritmo per la creazione	338
Neural network nel browser	339
Ulteriori letture consigliate	339
Riferimenti bibliografici	340
Note	341

## CAPITOLO 18

# Deep Neural Network 343

Deep learning	343
Tensore	343
Framework e librerie	344
TensorFlow	344
Theano	348
Keras	348
CAFFE	349
Pytorch	349

Convolutional Neural Network	349
Idea di fondo	349
Meccanismo di funzionamento	350
Vantaggi e svantaggi	354
Differenza rispetto ad altri approcci	356
Uso come estrattore di feature	356
Modalità di training	356
Transfer training	357
Rassegna di modelli	358
Algoritmo di creazione	359
Libreria Keras	359
GAN	368
Deep learning nel browser	370
Ulteriori letture consigliate	371
Riferimenti bibliografici	372
Note	374

## CAPITOLO 19

### Reinforcement learning 377

Idea di fondo	377
Meccanismo di funzionamento	377
Algoritmo di creazione	381
Codice	381
Ulteriori letture consigliate	383
Riferimenti bibliografici	383
Note	384

## CAPITOLO 20

### Analisi uso di smartphone con IoT 385

*a cura di Claudio Bottari*

L'autore	385
Scenario	385
Approccio al problema	386
Codice	387
Fruizione del sistema	392
Fruizione tramite servizio	392
Fruizione embedded	392
Note	393

**CAPITOLO 21****Sales forecast****395***a cura di Salvatore Palange*

L'autore	395
Scenario	395
Approccio al problema	396
Codice	397
Note	404



# INTRODUZIONE

La diffusione dell'intelligenza artificiale ha conosciuto una rapida crescita negli ultimi anni, grazie alla disponibilità di hardware potente, piattaforme di sviluppo, abbondante documentazione e numerosissimi dati. Cominciano pertanto a diffondersi applicazioni con ottimi risultati e a costi contenuti. I mass media ne raccontano i progressi tecnologici e le applicazioni di massa. Le aziende ne aumentano l'impiego per risolvere problemi tecnici, analizzare i dati riguardanti il business ecc. I centri di formazione aumentano la disponibilità di corsi. I governi cominciano a interessarsi agli investimenti da attuare. Aumentano le discussioni sulle implicazioni etiche, sulle ricadute nel mondo del lavoro, sul rapporto con la mente umana. Le persone cominciano a percepire l'intelligenza artificiale come parte integrante della loro vita, in grado di risolvere problemi pratici. Dopo tanti decenni di studi e ricerche, promesse e delusioni, l'intelligenza artificiale è arrivata nella nostra vita quotidiana e intende restarci. Tutto ciò ha generato un grande interesse in molte persone, tanto da spingerle ad approfondire questa tematica, per saperne di più, per trovare nuove possibilità di lavoro, per avere la possibilità di creare qualcosa con le proprie mani grazie alle semplificazioni introdotte dalla tecnologia informatica.

Chi decide di muovere i primi passi nell'intelligenza artificiale perché vuole realizzare qualcosa potrebbe sentirsi confuso dall'enorme disponibilità di materiale da studiare, codice da scaricare, librerie da installare, luoghi da frequentare e tante altre necessità.

## Chi dovrebbe leggere questo libro

Questo libro si rivolge principalmente a chi comincia a muoversi nell'intelligenza artificiale; obiettivo primario dell'autore è aumentare la quantità di persone in grado di comprendere e applicare queste tecnologie avanzate. In particolare, il volume è rivolto agli sviluppatori di software che devono risolvere problemi computazionali aventi una complessità più elevata, tanto da non essere risolvibili con il tipico approccio di programmazione.

La lettura è utile anche per gli esperti che vogliono riepilogare le idee e completare le conoscenze.

La conoscenza della programmazione con il linguaggio Python è necessaria per comprendere gli algoritmi presentati e per modificarli secondo le proprie esigenze. Il libro può essere letto anche da chi conosce altri linguaggi; sostanzialmente gli algoritmi sono ormai implementati in quasi tutti i linguaggi, bisogna solo trovare il nome corrispondente nella libreria preferita. Non sono necessarie conoscenze di statistica e probabilità, perché non vengono spiegate le dimostrazioni matematiche del funzionamento degli algoritmi, quanto piuttosto le modalità di scelta e di applicazione.

I docenti in corsi di formazione possono contattare l'autore per avere materiale di supporto nelle loro lezioni.

## Approccio presentato

Questo libro intende offrire una panoramica delle principali tematiche che bisogna affrontare per avviare l'uso degli algoritmi con cui costruire una soluzione basata sull'intelligenza artificiale. Una sorta di mappa del territorio da esplorare senza correre il rischio di perdersi nelle tante strade esistenti.

I codici e gli esempi possono essere eseguiti da chi ha conoscenze di programmazione, per cominciare subito a vedere i risultati del proprio studio.

Il libro presenta un approccio pragmatico, fornendo strumenti per cominciare subito a programmare; non intende entrare nei dettagli matematici per dimostrare come funziona un certo meccanismo.

Si è preferito approfondire l'approccio metodologico, specificando come ragionare e come organizzarsi, e dare meno importanza al dettaglio realizzativo sulla specifica istruzione di una libreria, perché le librerie subiscono frequenti cambiamenti e sono disponibili molte descrizioni su internet.

Nel libro vengono riportati suggerimenti operativi, criticità, capacità richieste e ciò che serve per realizzare soluzioni a problemi medio-piccoli e per cominciare a comprendere il funzionamento delle soluzioni per i problemi più grandi.

Le problematiche da affrontare sono state suddivise in diversi capitoli, così chi deve risolvere uno specifico problema può individuare subito cosa leggere senza impegnarsi in materiale che non gli serve.

## Che cosa non contiene questo libro

Ogni autore di un libro deve decidere che cosa non scrivere per evitare al lettore un discorso troppo lungo da seguire, dispersivo nella realizzazione pratica, con un prezzo di acquisto elevato e un numero di pagine che potrebbe scoraggiarne la lettura. La scelta migliore consiste nell'inserire il libro nell'ambito di altre fonti di informazione, nel fornire i collegamenti necessari per raggiungerle al termine di ogni capitolo e nel giustificare le scelte.

L'approccio fornito è rivolto al software, non vengono trattati gli aspetti di progettazione dell'hardware, il collegamento di sensori elettronici ecc.

Non vengono spiegate le interfacce grafiche dei sistemi per sviluppare il software, perché esistono tanti sistemi diversi, la cui scelta dipende anche dalle preferenze personali. Non viene spiegato il dettaglio di programmazione per la specifica istruzione di una libreria, perché, come già detto, le librerie subiscono frequenti cambiamenti e sono disponibili molte descrizioni su internet.

Per lo stesso motivo, non viene spiegata in dettaglio la sintassi di una funzione presa da una libreria.

Le questioni etiche, le ricadute sulla società e le implicazioni economiche derivanti dall'utilizzo di certi strumenti non vengono discusse in dettaglio, perché non è il luogo adatto ed esistono altri libri per approfondirle.

## Conoscenze richieste

Gli esempi nel libro sono scritti con il linguaggio di programmazione Python 3.0, con esclusione dell'Appendice D disponibile online, in cui viene presentata la piattaforma software RapidMiner.

Python è stato scelto perché è molto diffuso nell'intelligenza artificiale e sono disponibili varie librerie. Pertanto, occorre già conoscere la programmazione con Python, di cui esistono svariate fonti librarie e online.

Gli esempi in RapidMiner permettono di creare soluzioni senza programmare, il che può essere utile per un primo approccio. Non viene spiegata in dettaglio l'interfaccia grafica, perché è semplice da usare e ne viene fornita ampia documentazione.

Non sono stati scelti i famosi linguaggi R, MatLab, Java, C solo per mancanza di spazio; nell'Appendice B disponibile online vengono indicate le librerie da utilizzare.

Conoscere la lingua inglese è utile per leggere fonti più dettagliate. Conoscenze avanzate di statistica e probabilità sono necessarie per comprendere a fondo il funzionamento degli algoritmi ed, eventualmente, pensare a come crearne di nuovi.

## Organizzazione del libro

Il testo è suddiviso idealmente in tre parti e ventuno capitoli, dedicati a uno specifico problema da affrontare. In tal modo, l'indice dei capitoli suggerisce il percorso di realizzazione di una soluzione.

La prima parte è una panoramica sull'intelligenza artificiale, con le definizioni necessarie per comprendere le pagine successive e le tematiche collegate.

Capitolo 1: definizione di intelligenza artificiale e semplice confronto con l'intelligenza umana.

Capitolo 2: indici numerici per comprendere le dinamiche del mercato italiano generato intorno all'intelligenza artificiale.

Capitolo 3: sequenza di operazioni per passare dalla definizione del problema alla scelta dell'algoritmo tra quelli forniti dall'AI, alla programmazione, fino alla documentazione e alla messa in esercizio.

Capitolo 4: definire un agente per dargli l'autonomia necessaria con cui affrontare un contesto tramite percezione e azione.

La seconda parte spiega i modelli di AI più importanti.

Capitolo 5: algoritmi evolutivi e genetici, in grado di evolversi secondo regole analoghe a quelle della selezione naturale.

Capitolo 6: come realizzare un sistema basato su expert system.

Capitolo 7: come realizzare un sistema basato su fuzzy logic.

Capitolo 8: come funziona il machine learning per imparare dai dati, metodologie di creazione.

Capitolo 9: pre-elaborazione dei dati per estrarre numeri dal dominio del problema da risolvere e per adattarli all'input richiesto dal modello di machine learning.

Capitolo 10: valutazione delle prestazioni del modello addestrato, con cui decidere se accettarlo o modificarlo.

Capitolo 11: k-Nearest Neighbors, in grado di decidere in base alla situazione dei punti più vicini.

Capitolo 12: Linear regression, per una serie storica di dati da cui calcolare il valore successivo o intermedio.

Capitolo 13: Logistic regression, che fornisce la probabilità che un dato valore di ingresso appartenga a una classe scelta tra due o più alternative.

Capitolo 14: Support Vector Machine, per decidere in base a punti scelti come supporto e con spazi delle feature con dimensione maggiore.

Capitolo 15: Decision tree, in grado di prendere una decisione in base a una serie di domande e risposte.

Capitolo 16: teorema di Bayes per risolvere problemi di classificazione quando si può ragionare in termini di probabilità a priori e condizionali.

Capitolo 17: Neural network ispirata al cervello umano, modelli Perceptron, MLP, SOM, RNN.

Capitolo 18: Deep learning per realizzare neural network più sofisticate con grandi quantità di dati.

Capitolo 19: Reinforcement learning, in cui un agente deve imparare ad agire in modo intelligente in ambiente dinamico.

Nella terza parte vengono descritte alcune applicazioni.

Capitolo 20: analisi dell'utilizzo dello smartphone grazie all'intelligenza artificiale applicata ai dati dei sensori IoT.

Capitolo 21: sales forecast con serie storiche, a supporto delle attività di pianificazione per il reparto vendite aziendale.

Sul sito web associato al libro, <http://www.algoritmiaa.it/>, sono disponibili le seguenti Appendici:

A: Che cos'è un algoritmo;

B: Consigli per imparare Python;

C: Link per imparare l'intelligenza artificiale;

D: Creare algoritmi con l'ambiente visuale RapidMiner.

## Percorsi di lettura

La lettura completa è consigliata a tutti, per scoprire problematiche non conosciute e avere una visione d'insieme su tutti gli aspetti.

Chi non conosce questo settore potrebbe leggere tutti i capitoli nell'ordine di scrittura, attività comunque consigliata almeno una volta.

Chi deve risolvere un problema specifico può leggere il singolo capitolo di interesse, con particolare riferimento alle tabelle riassuntive indicanti le risposte alle principali operazioni da svolgere.

La bibliografia è indicata alla fine di ogni capitolo, per comodità di lettura.

Per impostare un progetto, oppure per verificare cosa è stato già fatto, si possono leggere solo i capitoli della seconda parte.

Un percorso di lettura sconsigliato consiste nell'andare direttamente alle sezioni di programmazione per usare subito gli algoritmi, ritenendo che tutte le pagine precedenti contengano soltanto inutili discussioni teoriche. Giustamente, Leonardo da Vinci affermava che: "Quelli che s'innamoran di pratica senza scienza son come 'l nocchier ch'entra in navilio senza timone o bussola, che mai ha certezza dove si vada. Sempre la pratica deve essere edificata sopra la bona teorica".

Le prime righe di ogni capitolo ne riassumono il contenuto, permettendo di sapere subito cosa viene trattato e se conviene leggere il seguito. In alcuni capitoli si comincia con la descrizione di una metafora, per capire a cosa ci si è ispirati quando è stato creato il modello proposto. Esempi e codice sono indicati alla fine del capitolo.

I termini tecnici più importanti vengono evidenziati con il grassetto alla prima occorrenza nel testo; in tale occasione ne viene fornita la definizione per facilitarne l'individuazione. Nel sito web associato al libro viene fornito l'indice analitico aggiornato, per trovare velocemente il significato delle parole importanti. In tal modo, questo libro propone un piccolo dizionario delle parole da conoscere.

Per brevità di scrittura, vengono usate queste sigle: AI per Artificial Intelligence, ML per Machine Learning, NN per Neural Network, DL per Deep Learning.

Tutti i siti web citati sono stati controllati nel febbraio 2020 e sono disponibili in un file formato Adobe PDF da scaricare presso il sito web associato al libro, per seguire eventuali modifiche.

Nella sitografia fornita nel sito web <http://www.algoritmiia.it/> è riportato il titolo della pagina web, per poterlo copiare in un motore di ricerca e arrivare all'indirizzo corretto, senza ricopiare il link oppure in caso di link non aggiornato.

Conviene eseguire tutti i codici proposti almeno una volta, per rendersi conto delle loro potenzialità e dei punti critici.

Nel codice proposto sono presenti vari commenti, per far comprendere il percorso da seguire e cosa cambiare secondo le necessità. La freccia ← a fine riga indica che il codice prosegue nella riga successiva.

## Criteria di scelta dei servizi citati

Tutti i nomi dei servizi descritti nel libro sono marchi registrati e appartengono alle rispettive società che li hanno sviluppati. Essi sono stati selezionati per dare un ampio insieme di scelta su vari fronti al lettore. Tale scelta è avvenuta esclusivamente per conseguire l'obiettivo editoriale, con beneficio delle rispettive società in termini di comunicazione.

Non è stato possibile contattare i responsabili di tutte le realtà citate nel libro. In tali casi, i loro testi nel libro sono stati ripresi senza nessuna alterazione dal materiale disponibile sul sito web aziendale. Chi volesse segnalare altri servizi o rettifiche può contattare l'autore tramite email [info@robertomarmo.net](mailto:info@robertomarmo.net).

## Strumentazione necessaria

Un computer collegato a internet permette di realizzare la maggior parte delle tecniche e di comprendere le potenzialità dei vari approcci.

Nel libro viene usato Python 3.0, ambiente Google Colab, che offre un servizio di cloud hosting di Jupyter Notebooks su <https://colab.research.google.com> a chi ha un account Google; nel codice vengono indicate le righe da modificare per chi usa altri ambienti.

## Dove trovare gli aggiornamenti

I siti [www.algoritmiia.it](http://www.algoritmiia.it) e [www.robertomarmo.net/libro-algoritmi-ia.html](http://www.robertomarmo.net/libro-algoritmi-ia.html) contengono le appendici da scaricare gratis, istruzioni per scaricare il codice, modifiche al testo, nuovi casi di studio e soluzioni, link ai siti web citati in ogni capitolo per evitare di doverli riscrivere. Su <https://github.com/robertomarmo/libroAI> si trovano le istruzioni per scaricare il codice, link e immagini aggiuntive. I materiali gratuiti sono disponibili online anche su [www.hoeplieditore.it/9171-3](http://www.hoeplieditore.it/9171-3).

# L'AUTORE

## ROBERTO MARMO



Roberto Marmo è laureato in Scienze dell'Informazione (vecchio nome del corso di laurea in Informatica) e ha conseguito il Dottorato di Ricerca in Ingegneria Informatica. Sito web <http://www.robertomarmo.net>, email [info@robertomarmo.net](mailto:info@robertomarmo.net), profilo LinkedIn <https://www.linkedin.com/in/robertomarmo>; su GitHub con <https://github.com/robertomarmo>.

Professore a contratto di Informatica alla Facoltà di Ingegneria dell'Università di Pavia, presso il Laboratorio di Computer Vision and Multimedia, sito <http://vision.unipv.it>. Docente in Master e corsi di formazione sulle tematiche dell'intelligenza artificiale per analizzare immagini, testo, video presi da varie fonti come internet, social media, telecamere ecc. Consulente per aziende interessate allo sviluppo di applicazioni software con l'intelligenza artificiale.

Per Hoepli Editore ha pubblicato *Social Media Mining*, dedicato all'estrazione di informazioni dai social media, e *La matematica di Facebook*, dedicato alle formule matematiche per descrivere le dinamiche nei social media.

Per Edizioni FAG ha pubblicato *Vendere con il Social Commerce, Creare applicazioni per Facebook* (prima e seconda edizione), *Promuoversi con i business social network, TV Connessa. Tecniche e business*. Per GiveMeAChance Editrice ha pubblicato *Social Network per il Non profit*, per Il Rostro Editrice ha pubblicato *Introduzione alla visualizzazione scientifica*.

# RINGRAZIAMENTI

Prima di tutto, come autore del libro ringrazio il lettore per l'acquisto e il tempo dedicato alla lettura, augurandogli un utilizzo con ampia soddisfazione delle tecniche descritte. Ringrazio il pubblico delle conferenze in cui ho spiegato le tecniche, la cui partecipazione con vivo interesse ha permesso di realizzare una piccola indagine per stabilire come organizzare questo libro. Ringrazio i professori Roberto Tagliaferri, Edoardo Caianiello, Roberto Cordeschi dell'Università di Salerno; Eliano Pessa, Virginio Cantoni, Luca Lombardi e Marco Piastra dell'Università di Pavia per avermi fatto conoscere l'intelligenza artificiale con vari punti di vista. Ringrazio il personale del Laboratorio di Computer Vision and Multimedia della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Pavia, per il supporto fornito nelle attività di ricerca e divulgazione. Ringrazio i curatori: Giandomenico De Franco del secondo capitolo, Claudio Bottari del ventesimo capitolo, Salvatore Palange del ventunesimo capitolo, Rodolfo Baggio e Filippo Carone Fabiani dell'appendice D fornita sul sito web del libro.

# Dati • Machine learning • Neural network • Deep learning

Che cos'è l'intelligenza artificiale? Come creare un algoritmo per risolvere problemi computazionali complessi? Quali sono i vantaggi e gli svantaggi? Come organizzare i dati? Come preparare l'input e interpretare l'output? Come scegliere le librerie e gli strumenti di programmazione?

Questo libro intende rispondere a queste e altre domande con un approccio pragmatico orientato al "ragionare per trovare soluzioni". Rivolto al programmatore che vuole avviare lo sviluppo degli algoritmi, è utile anche a chi desidera capire come funzionano certe soluzioni o immaginare nuovi utilizzi.

Il volume è ricco di esempi, consigli, codice in linguaggio Python e link, selezionati con cura per cominciare subito a sperimentare gli approcci principali e conoscere le problematiche esistenti.

Roberto Marmo è professore a contratto di informatica presso la facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Pavia, consulente e formatore sull'intelligenza artificiale per cercare e analizzare informazioni estratte da internet, social media e altre fonti. È autore di altri libri, fra cui *Social Media Mining* e *Matematica Rock*, entrambi pubblicati da Hoepli. [www.robertomarmo.net](http://www.robertomarmo.net)

Tra gli argomenti trattati:

- analisi economico-finanziaria delle aziende;
- progettazione dell'algoritmo;
- algoritmo evolutivo, logica fuzzy, sistema esperto;
- vari modelli di machine learning;
- neural network e deep learning;
- analisi di smartphone con IoT e sales forecast.

## Risorse online

Su [www.algoritmiia.it](http://www.algoritmiia.it) e [www.hoeplieditore.it/9171-3](http://www.hoeplieditore.it/9171-3) sono disponibili numerosi materiali gratuiti a integrazione del testo.

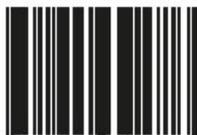
[www.hoeplieditore.it](http://www.hoeplieditore.it)

Ulrico Hoepli Editore S.p.A.  
via Hoepli, 5 - 20121 Milano  
e-mail [hoepli@hoepli.it](mailto:hoepli@hoepli.it)

€ 29,90

e book disponibile

ISBN 978-88-203-9171-3



9 788820 391713