

Indice generale

| | |
|---|------------|
| Premessa | xi |
| La nostra ossessione per la tecnologia e l'automazione | xi |
| Etica, questioni legali e responsabilità..... | xiv |
| Intenzione e impatto: quale visione e quali obiettivi | xv |
| Uso improprio: protezione contro un uso dannoso..... | xv |
| Pregiudizi involontari: creare soluzioni per tutti..... | xvi |
| Le leggi, la privacy e il consenso: l'importanza dei valori fondamentali..... | xvi |
| Singolarità: esplorare l'ignoto | xvii |
| Ringraziamenti | xix |
| Introduzione | xxi |
| A chi è rivolto questo libro | xxi |
| Come è organizzato questo libro..... | xxi |
| Il codice | xxii |
| L'autore | xxiii |
| Capitolo 1 Concetti di intelligenza artificiale | 1 |
| Che cos'è l'intelligenza artificiale? | 1 |
| Definizione di intelligenza artificiale | 1 |
| I dati come elementi fondamentali per gli algoritmi di intelligenza artificiale | 2 |
| Gli algoritmi come le istruzioni di una ricetta | 4 |
| Breve storia dell'intelligenza artificiale | 6 |
| Tipi di problemi e paradigmi di risoluzione dei problemi | 6 |
| Problemi di ricerca: trovare un percorso verso una soluzione | 7 |
| Problemi di ottimizzazione: trovare una buona soluzione | 8 |
| Problemi di previsione e classificazione: imparare dai modelli presenti nei dati | 8 |

| | |
|--|----|
| Problemi di clustering: identificare i modelli nei dati | 8 |
| Modelli deterministici: lo stesso risultato ogni volta che viene calcolato | 9 |
| Modelli stocastici/probabilistici: risultati potenzialmente differenti ogni volta | 9 |
| I concetti dell'intelligenza artificiale | 9 |
| Intelligenza ristretta: soluzioni per scopi specifici | 9 |
| Intelligenza generale: soluzioni simili a quelle umane..... | 10 |
| Superintelligenza: il grande sconosciuto | 10 |
| Intelligenza artificiale vecchia e nuova..... | 11 |
| Algoritmi di ricerca | 11 |
| Algoritmi ispirati alla biologia | 12 |
| Algoritmi di machine learning..... | 12 |
| Algoritmi di deep learning..... | 13 |
| Usi degli algoritmi di intelligenza artificiale..... | 13 |
| Agricoltura: crescita ottimale delle piante | 13 |
| Banche: rilevamento delle frodi..... | 14 |
| Sicurezza informatica: rilevamento e gestione degli attacchi..... | 15 |
| Assistenza sanitaria: diagnosi dei pazienti | 15 |
| Logistica: percorsi e ottimizzazione | 15 |
| Telecomunicazioni: ottimizzazione delle reti..... | 16 |
| Giochi: creazione di agenti intelligenti | 16 |
| Arte: creazione di capolavori..... | 18 |
| Riepilogo | 18 |

Capitolo 2 I fondamenti della ricerca21

| | |
|---|----|
| Che cosa sono la pianificazione e la ricerca? | 21 |
| Costo del calcolo: lo scopo degli algoritmi intelligenti | 23 |
| Problemi risolvibili dagli algoritmi di ricerca | 24 |
| Rappresentare lo stato: creare una struttura per rappresentare gli spazi dei problemi e le soluzioni | 27 |
| Grafì: rappresentazione dei problemi di ricerca e delle soluzioni..... | 28 |
| Rappresentare un grafo come una struttura di dati concreta | 30 |
| Alberi: le strutture di dati utilizzate per rappresentare le soluzioni di una ricerca | 32 |
| Ricerca non informata: ricerca cieca delle soluzioni..... | 33 |
| Ricerca in ampiezza: prima in ampiezza e poi in profondità..... | 35 |
| Ricerca in profondità: prima in profondità e poi in ampiezza..... | 43 |
| Casi d'uso per gli algoritmi di ricerca non informati..... | 50 |
| Facoltativo: ulteriori informazioni sulle categorie di grafi | 51 |
| Facoltativo: altri modi per rappresentare i grafi | 51 |
| Matrice di incidenza | 52 |
| Lista di adiacenza | 53 |
| Riepilogo | 54 |

| | | |
|-------------------|--|-----------|
| Capitolo 3 | Ricerca intelligente | 55 |
| | Definizione di euristica: applicazione di scelte informate | 55 |
| | Ricerca informata: ricerca di soluzioni con una guida | 58 |
| | La ricerca A* | 58 |
| | Casi d'uso per gli algoritmi di ricerca informata | 66 |
| | Ricerca avversaria: cercare soluzioni in un ambiente in evoluzione | 66 |
| | Un semplice problema ad avversari | 67 |
| | Ricerca min-max: simula le azioni e sceglie il futuro migliore | 68 |
| | Potatura alfa-beta: ottimizza esplorando solo i percorsi sensati | 77 |
| | Casi d'uso per gli algoritmi di ricerca avversaria | 80 |
| | Riepilogo | 81 |
| | | |
| Capitolo 4 | Algoritmi evolutivi..... | 83 |
| | Che cosa si intende per evoluzione? | 83 |
| | Problemi risolvibili tramite algoritmi evolutivi | 86 |
| | Il ciclo di vita dell'algoritmo genetico | 90 |
| | Codifica dello spazio delle soluzioni | 93 |
| | Codifica binaria: rappresentazione delle soluzioni possibili tramite zeri e uni | 94 |
| | Creazione di una popolazione di soluzioni | 96 |
| | Misurazione della qualità degli individui della popolazione | 98 |
| | Selezione dei genitori in base alla loro qualità | 100 |
| | Stato stazionario: sostituzione di una parte della popolazione a ogni generazione | 102 |
| | Generazionale: sostituzione dell'intera popolazione a ogni generazione | 103 |
| | Ruota della roulette: selezionare i genitori e i sopravvissuti | 103 |
| | Riproduzione degli individui dai genitori | 104 |
| | Incrocio a punto singolo: ereditare una parte da ciascun genitore | 105 |
| | Incrocio a due punti: ereditare più parti da ciascun genitore | 106 |
| | Incrocio uniforme: ereditarietà di più parti da ciascun genitore | 107 |
| | Mutazione di stringhe di bit per la codifica binaria | 108 |
| | Mutazione flip-bit per la codifica binaria | 109 |
| | Popolare la generazione successiva | 110 |
| | Esplorare vs approfondire | 110 |
| | Condizioni di arresto | 111 |
| | Configurazione dei parametri di un algoritmo genetico | 113 |
| | Casi d'uso per gli algoritmi evolutivi | 114 |
| | Riepilogo | 115 |

Capitolo 5 Approcci evolutivi avanzati117

| | |
|---|-----|
| Ciclo di vita dell'algoritmo evolutivo | 117 |
| Strategie alternative di selezione | 118 |
| Selezione per grado: distribuire i punteggi..... | 119 |
| Selezione a torneo: facciamoli competere fra loro..... | 121 |
| Selezione elitaria: scegli solo il meglio | 121 |
| Codifica a valori effettivi: lavorare con i veri valori disponibili | 122 |
| Funzionamento della codifica a valori effettivi..... | 123 |
| Incrocio aritmetico: riproduzione matematica | 124 |
| Mutazione a valore limite | 125 |
| Mutazione aritmetica..... | 125 |
| Codifica a ordine: lavorare con le sequenze..... | 125 |
| Importanza della funzione di valutazione della qualità | 127 |
| Funzionamento della codifica a ordine | 127 |
| Mutazione a ordine: codifica a ordine/permutazione | 128 |
| Codifica ad albero: considerare le gerarchie | 128 |
| Funzionamento della codifica ad albero..... | 129 |
| Incrocio ad albero: ereditare porzioni di un albero | 130 |
| Mutazione a cambio di nodo: alterazione del valore di un nodo | 130 |
| Tipi comuni di algoritmi evolutivi | 131 |
| Programmazione genetica | 132 |
| Programmazione evolutiva | 132 |
| Glossario dei termini usati per gli algoritmi evolutivi..... | 133 |
| Altri casi d'uso per algoritmi evolutivi..... | 133 |
| Riepilogo | 134 |

Capitolo 6 Intelligenza di sciame: le formiche135

| | |
|--|-----|
| Che cos'è l'intelligenza di sciame?..... | 135 |
| Problemi risolvibili dall'ottimizzazione a colonia di formiche | 138 |
| Rappresentazione degli stati: che aspetto hanno i percorsi e le formiche? | 141 |
| Il ciclo di vita dell'algoritmo di ottimizzazione a colonia di formiche..... | 145 |
| Inizializza le scie di feromoni | 145 |
| Imposta la popolazione di formiche | 147 |
| Scegli la prossima visita per ogni formica..... | 149 |
| Aggiorna le scie di feromoni..... | 157 |
| Aggiorna la soluzione migliore | 162 |
| Determina i criteri di arresto | 163 |
| Casi d'uso per gli algoritmi di ottimizzazione a colonia di formiche..... | 164 |
| Riepilogo | 166 |

| | | |
|-------------------|--|------------|
| Capitolo 7 | Intelligenza di sciame: particelle | 167 |
| | Che cos'è l'ottimizzazione a sciame di particelle? | 167 |
| | Problemi di ottimizzazione: una prospettiva leggermente più tecnica | 169 |
| | Problemi risolvibili dall'ottimizzazione a sciame di particelle | 173 |
| | Rappresentare lo stato: che aspetto hanno le particelle?..... | 175 |
| | Ciclo di vita dell'ottimizzazione a sciame di particelle | 176 |
| | Inizializza la popolazione di particelle | 177 |
| | Calcola la qualità di ogni particella..... | 179 |
| | Aggiorna la posizione di ogni particella..... | 182 |
| | Determina i criteri di arresto | 194 |
| | Casi d'uso per algoritmi di ottimizzazione a sciame di particelle .. | 195 |
| | Riepilogo | 197 |
| | | |
| Capitolo 8 | Machine learning | 199 |
| | Che cos'è il machine learning?..... | 199 |
| | Problemi risolvibili dal machine learning..... | 201 |
| | Apprendimento con supervisione..... | 201 |
| | Apprendimento senza supervisione | 202 |
| | Apprendimento per rinforzo | 203 |
| | Un flusso di lavoro di machine learning | 203 |
| | Raccolta e conoscenza dei dati: conoscere il contesto | 204 |
| | Preparazione dei dati: pulizia e valutazione | 205 |
| | Addestramento di un modello: previsione con la regressione lineare | 210 |
| | Test del modello per determinarne l'accuratezza..... | 221 |
| | Miglioramento della precisione | 224 |
| | Classificazione con alberi decisionali | 225 |
| | Problemi di classificazione: o questo o quello | 225 |
| | Basi degli alberi decisionali | 226 |
| | Addestramento di alberi decisionali..... | 229 |
| | Classificazione degli esempi con alberi decisionali | 239 |
| | Altri algoritmi di machine learning noti..... | 242 |
| | Casi d'uso per gli algoritmi di machine learning..... | 242 |
| | Riepilogo | 244 |
| | | |
| Capitolo 9 | Reti neurali artificiali | 247 |
| | Che cosa sono le reti neurali artificiali?..... | 247 |
| | Il Perceptron: una rappresentazione di un neurone..... | 250 |
| | Definizione di reti neurali artificiali..... | 254 |
| | Propagazione in avanti: utilizzo di una rete neurale artificiale addestrata | 261 |
| | Propagazione all'indietro: addestramento di una rete neurale artificiale..... | 268 |
| | Fase A: setup | 268 |

| | |
|---|-----|
| Fase B: propagazione in avanti..... | 269 |
| Fase C: addestramento | 270 |
| Opzioni per le funzioni di attivazione | 278 |
| Progettazione di reti neurali artificiali | 279 |
| Input e output..... | 279 |
| Livelli e nodi nascosti..... | 280 |
| Pesi..... | 281 |
| Pregiudizi..... | 281 |
| Funzioni di attivazione..... | 281 |
| Funzione di costo e tasso di apprendimento | 281 |
| Tipi di reti neurali artificiali e casi d'uso | 282 |
| Reti neurali convoluzionali..... | 282 |
| Reti neurali ricorrenti | 283 |
| Reti generative avversarie | 284 |
| Riepilogo | 285 |

Capitolo 10 Apprendimento per rinforzo con Q-learning289

| | |
|--|-----|
| Che cos'è l'apprendimento per rinforzo?..... | 289 |
| L'ispirazione dell'apprendimento per rinforzo..... | 290 |
| Problemi risolvibili dall'apprendimento per rinforzo..... | 293 |
| Il ciclo di vita dell'apprendimento per rinforzo..... | 294 |
| Simulazione e dati: ricreare l'ambiente | 295 |
| Addestramento con la simulazione usando Q-learning | 300 |
| Test con la simulazione e Q-table..... | 309 |
| Misurare le prestazioni dell'addestramento..... | 310 |
| Apprendimento model-free e model-based | 311 |
| Approcci di deep learning all'apprendimento per rinforzo | 312 |
| Casi d'uso per l'apprendimento per rinforzo..... | 313 |
| Robotica | 313 |
| Motori di raccomandazione..... | 313 |
| Trading finanziario | 313 |
| Giochi..... | 314 |
| Riepilogo | 315 |

Indice analitico.....317