

# Indice

<b>Prefazione</b>	<i>xi</i>
<b>Presentazione dell'edizione italiana</b>	<i>xv</i>

---

## ***I Fondamenti***

---

<b>Introduzione</b>	<b>3</b>
<b>1 Ruolo degli algoritmi nell'elaborazione dei dati</b>	<b>5</b>
1.1 Algoritmi	5
1.2 Algoritmi come tecnologia	9
<b>2 Per incominciare</b>	<b>13</b>
2.1 Insertion sort	13
2.2 Analisi degli algoritmi	18
2.3 Progettare gli algoritmi	24
<b>3 Crescita delle funzioni</b>	<b>35</b>
3.1 Notazione asintotica	35
3.2 Notazioni standard e funzioni comuni	43
<b>4 Ricorrenze</b>	<b>52</b>
4.1 Il metodo di sostituzione	53
4.2 Il metodo dell'albero di ricorsione	56
4.3 Il metodo dell'esperto	61
★ 4.4 Dimostrazione del teorema dell'esperto	63
<b>5 Analisi probabilistica e algoritmi randomizzati</b>	<b>76</b>
5.1 Il problema delle assunzioni	76
5.2 Variabili casuali indicatrici	79
5.3 Algoritmi randomizzati	82
★ 5.4 Approfondimento dell'analisi probabilistica	88

---

## ***II Ordinamento e statistiche d'ordine***

---

<b>Introduzione</b>	<b>103</b>
<b>6 Heapsort</b>	<b>106</b>
6.1 Heap	106
6.2 Conservare la proprietà dell'heap	108
6.3 Costruire un heap	110
6.4 L'algoritmo heapsort	113
6.5 Code di priorità	114

- 7 Quicksort 121**
  - 7.1 Descrizione di quicksort 121
  - 7.2 Prestazioni di quicksort 124
  - 7.3 Una versione randomizzata di quicksort 128
  - 7.4 Analisi di quicksort 129
- 8 Ordinamento in tempo lineare 138**
  - 8.1 Limiti inferiori per l'ordinamento 138
  - 8.2 Counting sort 140
  - 8.3 Radix sort 143
  - 8.4 Bucket sort 145
- 9 Mediane e statistiche d'ordine 153**
  - 9.1 Minimo e massimo 153
  - 9.2 Selezione in tempo atteso lineare 155
  - 9.3 Selezione in tempo lineare nel caso peggiore 158

---

### **III Strutture dati**

---

- Introduzione 165**
- 10 Strutture dati elementari 168**
  - 10.1 Stack e code 168
  - 10.2 Liste concatenate 171
  - 10.3 Implementare puntatori e oggetti 175
  - 10.4 Rappresentazione di alberi radicati 179
- 11 Hashing 186**
  - 11.1 Tavole a indirizzamento diretto 186
  - 11.2 Tavole hash 188
  - 11.3 Funzioni hash 193
  - 11.4 Indirizzamento aperto 200
  - ★ 11.5 Hashing perfetto 207
- 12 Alberi binari di ricerca 214**
  - 12.1 Che cos'è un albero binario di ricerca? 214
  - 12.2 Interrogazione di un albero binario di ricerca 216
  - 12.3 Inserimento e cancellazione 220
  - ★ 12.4 Alberi binari di ricerca costruiti in modo casuale 223
- 13 Alberi rosso-neri 231**
  - 13.1 Proprietà degli alberi rosso-neri 231
  - 13.2 Rotazioni 234
  - 13.3 Inserimento 236
  - 13.4 Cancellazione 243
- 14 Aumentare le strutture dati 255**
  - 14.1 Statistiche d'ordine dinamiche 255
  - 14.2 Come aumentare una struttura dati 260
  - 14.3 Alberi di intervalli 263

---

**IV Tecniche avanzate di progettazione e di analisi**

---

**Introduzione 271****15 Programmazione dinamica 273**

- 15.1 Programmazione delle catene di montaggio 274
- 15.2 Moltiplicare una sequenza di matrici 280
- 15.3 Elementi della programmazione dinamica 287
- 15.4 La più lunga sottosequenza comune (LCS) 297
- 15.5 Alberi binari di ricerca ottimi 302

**16 Algoritmi golosi 315**

- 16.1 Problema della selezione di attività 316
- 16.2 Elementi della strategia golosa 323
- 16.3 I codici di Huffman 328
- ★ 16.4 Fondamenti teorici dei metodi golosi 335
- ★ 16.5 Un problema di programmazione dei lavori 340

**17 Analisi ammortizzata 346**

- 17.1 Il metodo dell'aggregazione 347
- 17.2 Il metodo degli accantonamenti 350
- 17.3 Il metodo del potenziale 352
- 17.4 Tavole dinamiche 356

---

**V Strutture dati avanzate**

---

**Introduzione 369****18 B-alberi 372**

- 18.1 Definizione dei B-alberi 375
- 18.2 Operazioni fondamentali con i B-alberi 378
- 18.3 Cancellare una chiave da un B-albero 384

**19 Heap binomiali 390**

- 19.1 Alberi binomiali ed heap binomiali 391
- 19.2 Operazioni con gli heap binomiali 395

**20 Heap di Fibonacci 408**

- 20.1 Struttura degli heap di Fibonacci 409
- 20.2 Operazioni con heap riunibili 411
- 20.3 Diminuire il valore di una chiave e cancellare un nodo 419
- 20.4 Limitare il grado massimo 422

**21 Strutture dati per insiemi disgiunti 427**

- 21.1 Operazioni con gli insiemi disgiunti 427
- 21.2 Rappresentazione di insiemi disgiunti tramite liste concatenate 430
- 21.3 Foreste di insiemi disgiunti 433
- ★ 21.4 Unione per rango con compressione del cammino 436

---

**VI    Algoritmi per grafi**

---

- Introduzione    449**
- 22    Algoritmi elementari per grafi    451**
- 22.1 Rappresentazione dei grafi    451
  - 22.2 Visita in ampiezza    454
  - 22.3 Visita in profondità    462
  - 22.4 Ordinamento topologico    470
  - 22.5 Componenti fortemente connesse    472
- 23    Alberi di connessione minimi    480**
- 23.1 Creare un albero di connessione minimo    481
  - 23.2 Gli algoritmi di Kruskal e Prim    485
- 24    Cammini minimi da sorgente unica    496**
- 24.1 Definizioni e proprietà dei cammini minimi    496
  - 24.2 L'algoritmo di Bellman-Ford    503
  - 24.3 Cammini minimi da sorgente unica nei grafi orientati aciclici    506
  - 24.4 Algoritmo di Dijkstra    509
  - 24.5 Vincoli sulle differenze e cammini minimi    514
  - 24.6 Dimostrazione delle proprietà dei cammini minimi    519
- 25    Cammini minimi fra tutte le coppie    530**
- 25.1 Introduzione    530
  - 25.2 Cammini minimi e moltiplicazione di matrici    532
  - 25.3 Algoritmo di Floyd-Warshall    537
  - 25.4 Algoritmo di Johnson per i grafi sparsi    543
- 26    Flusso massimo    550**
- 26.1 Reti di flusso    551
  - 26.2 Il metodo di Ford-Fulkerson    557
  - 26.3 Abbinamento massimo nei grafi bipartiti    568
  - ★ 26.4 Algoritmi push-relabel    572
  - ★ 26.5 Algoritmo relabel-to-front    582

---

**VII    Argomenti scelti**

---

- Introduzione    601**
- 27    Reti di ordinamento    604**
- 27.1 Reti di confronto    604
  - 27.2 Il principio zero-uno    608
  - 27.3 Una rete di ordinamento bitonico    611
  - 27.4 Una rete di fusione    614
  - 27.5 Una rete di ordinamento    616
- 28    Operazioni con le matrici    621**
- 28.1 Proprietà delle matrici    621
  - 28.2 Algoritmo di Strassen per il prodotto di matrici    629
  - 28.3 Risoluzione dei sistemi di equazioni lineari    635
  - 28.4 Inversione di matrici    646
  - 28.5 Matrici simmetriche e definite positive e minimi quadrati    651

- 
- 29 Programmazione lineare 660**
- 29.1 Introduzione 660
  - 29.2 Le forme standard e slack 666
  - 29.3 Formulare i problemi come programmi lineari 673
  - 29.4 L'algoritmo del simplesso 678
  - 29.5 Dualità 690
  - 29.6 La soluzione di base iniziale ammissibile 695
- 30 Polinomi e FFT 705**
- 30.1 Rappresentazione dei polinomi 707
  - 30.2 DFT e FFT 712
  - 30.3 Implementazioni efficienti della FFT 719
- 31 Algoritmi di teoria dei numeri 728**
- 31.1 Concetti elementari di teoria dei numeri 729
  - 31.2 Massimo comun divisore 734
  - 31.3 Aritmetica modulare 739
  - 31.4 Risolvere le equazioni lineari modulari 744
  - 31.5 Il teorema cinese del resto 747
  - 31.6 Potenze di un elemento 751
  - 31.7 Crittografia a chiave pubblica RSA 754
  - ★ 31.8 Test di primalità 760
  - ★ 31.9 Scomposizione di un numero intero in fattori primi 768
- 32 String matching 776**
- 32.1 Introduzione 776
  - 32.2 L'algoritmo ingenuo di string matching 778
  - 32.3 Algoritmo di Rabin-Karp 780
  - 32.4 String matching con automi a stati finiti 784
  - ★ 32.5 Algoritmo di Knuth-Morris-Pratt 789
- 33 Geometria computazionale 797**
- 33.1 Proprietà dei segmenti di retta 797
  - 33.2 Verificare se qualche coppia di segmenti si interseca 803
  - 33.3 Trovare l'involucro convesso 809
  - 33.4 Trovare la coppia di punti più vicini 817
- 34 NP-Completezza 825**
- 34.1 Introduzione 825
  - 34.2 Tempo polinomiale 830
  - 34.3 Verifica in tempo polinomiale 836
  - 34.4 NP-completezza e riducibilità 840
  - 34.5 Dimostrazioni della NP-completezza 849
  - 34.6 Problemi NP-completi 856
- 35 Algoritmi di approssimazione 873**
- 35.1 Il problema della copertura di vertici 875
  - 35.2 Il problema del commesso viaggiatore 877
  - 35.3 Il problema della copertura di insiemi 883
  - 35.4 Randomizzazione e programmazione lineare 887
  - 35.5 Il problema della somma di sottoinsieme 891

---

**VIII    *Appendici: prerequisiti matematici***

---

**Introduzione    903**

**A    *Sommatorie    904***

A.1    Formule e proprietà delle sommatorie    904

A.2    Limitare le sommatorie    907

**B    *Insiemi e altro    914***

B.1    Insiemi    914

B.2    Relazioni    918

B.3    Funzioni    920

B.4    Grafi    922

B.5    Alberi    926

**C    *Calcolo combinatorio e delle probabilità    934***

C.1    Calcolo combinatorio    934

C.2    Probabilità    939

C.3    Variabili casuali discrete    944

C.4    Distribuzioni geometriche e binomiali    949

★ C.5    Le code della distribuzione binomiale    954

---

**Bibliografia**

**Indice analitico**