

Spis treści

Przedmowa XIII

I Podstawy

	Wprowadzenie	3
1	Rola algorytmów w obliczeniach	5
1.1	Algorytmy	5
1.2	Algorytmy jako technologia	11
2	Zaczynamy	16
2.1	Sortowanie przez wstawianie	16
2.2	Analiza algorytmów	24
2.3	Projektowanie algorytmów	31
3	Rzędy wielkości funkcji	46
3.1	Notacje O , Ω i Θ	47
3.2	Notacja asymptotyczna: definicje formalne	50
3.3	Standardowe notacje i typowe funkcje	59
4	Metoda „dziel i zwyciężaj”	71
4.1	Mnożenie macierzy kwadratowych	75
4.2	Algorytm Strassena mnożenia macierzy	79
4.3	Metoda podstawiania	84
4.4	Metoda drzewa rekursji	89
4.5	Metoda rekurencji uniwersalnej	95
★ 4.6	Dowód ciągłej wersji twierdzenia o rekurencji uniwersalnej	100
★ 4.7	Rekurencje Akry-Bazziego	108
5	Analiza probabilistyczna i algorytmy randomizowane	119
5.1	Problem zatrudnienia sekretarki	119
5.2	Zmienne losowe wskaźnikowe	122
5.3	Algorytmy randomizowane	127
★ 5.4	Analiza probabilistyczna i dalsze zastosowania zmiennych losowych wskaźnikowych	132

II Sortowanie i statystyki pozycyjne

	Wprowadzenie	149
6	Heapsort – sortowanie przez kopcowanie	153
6.1	Kopce	153
6.2	Przywracanie własności kopca	156
6.3	Budowanie kopca	158
6.4	Algorytm sortowania przez kopcowanie (heapsort)	161
6.5	Kolejki priorytetowe	163
7	Quicksort – sortowanie szybkie	172
7.1	Opis algorytmu	173
7.2	Czas działania algorytmu quicksort	177
7.3	Randomizowana wersja algorytmu quicksort	181
7.4	Analiza algorytmu quicksort	182
8	Sortowanie w czasie liniowym	193
8.1	Dolne ograniczenia dla problemu sortowania	193
8.2	Sortowanie przez zliczanie	196
8.3	Sortowanie pozycyjne	199
8.4	Sortowanie kubelkowe	203
9	Mediany i statystyki pozycyjne	214
9.1	Minimum i maksimum	215
9.2	Wybór w oczekiwanym czasie liniowym	216
9.3	Wybór w pesymistycznym czasie liniowym	223

III Struktury danych

	Wprowadzenie	235
10	Elementarne struktury danych	238
10.1	Proste tablicowe struktury danych: tablice, macierze, stosy i kolejki	238
10.2	Listy (z dowiązaniem)	244
10.3	Reprezentowanie drzew (ukorzenionych)	249
11	Tablice z haszowaniem	256
11.1	Tablice z adresowaniem bezpośrednim	257
11.2	Tablice z haszowaniem	259
11.3	Funkcje haszujące	266
11.4	Adresowanie otwarte	276
11.5	Rozważania praktyczne	284

- 12 Drzewa wyszukiwań binarnych 294**
 - 12.1 Co to jest drzewo wyszukiwań binarnych? 294
 - 12.2 Wyszukiwanie w drzewie wyszukiwań binarnych 297
 - 12.3 Wstawianie i usuwanie 302
- 13 Drzewa czerwono-czarne 312**
 - 13.1 Własności drzew czerwono-czarnych 312
 - 13.2 Operacje rotacji 316
 - 13.3 Operacja wstawiania 318
 - 13.4 Operacja usuwania 327

IV Zaawansowane metody konstruowania i analizowania algorytmów

- Wprowadzenie 341**
- 14 Programowanie dynamiczne 342**
 - 14.1 Rozcinanie pręta 343
 - 14.2 Mnożenie ciągu macierzy 352
 - 14.3 Podstawy programowania dynamicznego 360
 - 14.4 Najdłuższy wspólny podciąg 371
 - 14.5 Optymalne drzewa wyszukiwań binarnych 376
- 15 Algorytmy zachłanne 392**
 - 15.1 Problem wyboru zajęć 393
 - 15.2 Podstawy strategii zachłannej 400
 - 15.3 Kody Huffmana 405
 - 15.4 Zarządzanie pamięcią podręczną w trybie offline 413
- 16 Analiza kosztu zamortyzowanego 421**
 - 16.1 Metoda kosztu sumarycznego 422
 - 16.2 Metoda księgowania 426
 - 16.3 Metoda potencjału 428
 - 16.4 Tablice dynamiczne 432

V Złożone struktury danych

- Wprowadzenie 449**
- 17 Wzbogacanie struktur danych 452**
 - 17.1 Dynamiczne statystyki pozycyjne 452
 - 17.2 Jak wzbogacać strukturę danych 458
 - 17.3 Drzewa przedziałowe 461

- 18 B-drzewa 469**
 - 18.1 Definicja B-drzewa 473
 - 18.2 Podstawowe operacje na B-drzewach 476
 - 18.3 Usuwanie klucza z B-drzewa 483
- 19 Struktury danych dla zbiorów rozłącznych 490**
 - 19.1 Operacje na zbiorach rozłącznych 490
 - 19.2 Listowa reprezentacja zbiorów rozłącznych 493
 - 19.3 Lasy zbiorów rozłącznych 497
 - ★ 19.4 Analiza metody łączenia według rangi z kompresją ścieżki 501

VI Algorytmy grafowe

- Wprowadzenie 515**
- 20 Podstawowe algorytmy grafowe 517**
 - 20.1 Reprezentacje grafów 517
 - 20.2 Przeszukiwanie wszerek 521
 - 20.3 Przeszukiwanie w głąb 530
 - 20.4 Sortowanie topologiczne 539
 - 20.5 Silnie spójne składowe 543
- 21 Minimalne drzewa rozpinające 551**
 - 21.1 Rozrastanie się minimalnego drzewa rozpinającego 552
 - 21.2 Algorytm Kruskala i Prima 557
- 22 Najkrótsze ścieżki z jednym źródłem 569**
 - 22.1 Algorytm Bellmana-Forda 576
 - 22.2 Najkrótsze ścieżki z jednym źródłem w acyklicznych grafach ... 580
 - 22.3 Algorytm Dijkstry 584
 - 22.4 Ograniczenia różnicowe i najkrótsze ścieżki 590
 - 22.5 Dowody własności najkrótszych ścieżek 596
- 23 Najkrótsze ścieżki między wszystkimi parami wierzchołków 609**
 - 23.1 Najkrótsze ścieżki i mnożenie macierzy 611
 - 23.2 Algorytm Floyda-Warshalla 617
 - 23.3 Algorytm Johnsona dla grafów rzadkich 624
- 24 Maksymalny przepływ 632**
 - 24.1 Sieci przepływowe 633
 - 24.2 Metoda Forda-Fulkersona 638
 - 24.3 Najliczniejsze skojarzenia w grafach dwudzielnych 654
- 25 Skojarzenia w grafach dwudzielnych 665**
 - 25.1 Najliczniejsze skojarzenia w grafach dwudzielnych (raz jeszcze) 666
 - 25.2 Problem stabilnych małżeństw 676
 - 25.3 Algorytm węgierski dla problemu przydziału 682

VII Wybrane zagadnienia

	Wprowadzenie	703
26	Algorytmy równoległe	706
26.1	Podstawy równoległości typu fork-join	708
26.2	Równoległe mnożenie macierzy	727
26.3	Równoległe sortowanie przez scalanie	731
27	Algorytmy online	746
27.1	Czekając na windę	747
27.2	Utrzymywanie listy wyszukiwania	750
27.3	Zrządzanie pamięcią podręczną online	756
28	Operacje na macierzach	772
28.1	Rozwiązywanie układów równań liniowych	772
28.2	Odwracanie macierzy	785
28.3	Symetryczne macierze dodatnio określone i metoda najmniejszych kwadratów	790
29	Programowanie liniowe	801
29.1	Formułowanie programów liniowych i algorytmy	804
29.2	Formułowanie problemów w postaci programów liniowych	810
29.3	Dualność	816
30	Wielomiany i FFT	826
30.1	Reprezentacja wielomianów	828
30.2	DFT i FFT	834
30.3	Układy obliczające dla FFT	842
31	Algorytmy teoriolicebne	851
31.1	Podstawowe pojęcia teorii liczb	852
31.2	Największy wspólny dzielnik	858
31.3	Arytmetyka modularna	863
31.4	Rozwiązywanie modularnych równań liniowych	870
31.5	Chińskie twierdzenie o resztach	874
31.6	Potęgi elementu	877
31.7	System kryptograficzny z kluczem publicznym RSA	881
★	31.8 Sprawdzanie, czy dana liczba jest pierwsza	888
32	Wyszukiwanie wzorca	901
32.1	Algorytm „naiwny” wyszukiwania wzorca	904
32.2	Algorytm Rabina-Karpa	906
32.3	Wyszukiwanie wzorca z wykorzystaniem automatów skończonych	910
★	32.4 Algorytm Knutha-Morrisa-Pratta	917
	32.5 Tablice sufiksowe	926

33	Algorytmy uczenia maszynowego	943
33.1	Grupowanie (klasteryzacja)	945
33.2	Algorytmy multiplikatywnych wag	954
33.3	Zejście gradientowe	961
34	NP-zupełność	980
34.1	Czas wielomianowy	985
34.2	Weryfikacja w czasie wielomianowym	992
34.3	NP-zupełność i redukowalność	997
34.4	Dowodzenie NP-zupełności	1007
34.5	Problemy NP-zupełne	1014
35	Algorytmy aproksymacyjne	1036
35.1	Problem pokrycia wierzchołkowego	1038
35.2	Problem komiwojażera	1041
35.3	Problem pokrycia zbioru	1047
35.4	Randomizacja i programowanie liniowe	1050
35.5	Problem sumy podzbioru	1055

VIII Dodatek: Podstawy matematyczne

	Wprowadzenie	1069
A	Sumy	1070
A.1	Wzory i własności dotyczące sum	1070
A.2	Szacowanie sum	1075
B	Zbiory i nie tylko	1083
B.1	Zbiory	1083
B.2	Relacje	1088
B.3	Funkcje	1090
B.4	Grafy	1093
B.5	Drzewa	1097
C	Zliczanie i prawdopodobieństwo	1106
C.1	Zliczanie	1106
C.2	Prawdopodobieństwo	1112
C.3	Dyskretne zmienne losowe	1118
C.4	Rozkłady: geometryczny i dwumianowy	1124
★	C.5	Krańce rozkładu dwumianowego 1130
D	Macierze	1140
D.1	Macierze i operacje na macierzach	1140
D.2	Podstawowe własności macierzy	1145

Bibliografia	1152
---------------------	-------------

Skorowidz	1173
------------------	-------------