

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 Rekurencja 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 kubełkowe 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 wszerz 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 Algorytmy 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 Zarządzanie 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 teorioliczne 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