

Wprowadzenie do algorytmów / Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, Clifford Stein. – Wydanie II. – Warszawa, 2024

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 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 Czekać 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 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