

# *spis treści*

---

**podziękowania** xv

**o autorze** xvii

**o ilustracji na okładce** xviii

**wprowadzenie** xix

## **1. Małe problemy** 1

### 1.1. Ciąg Fibonacciego 1

Pierwsza próba rekurencyjna 1 ■ Wykorzystywanie przypadków podstawowych 3 ■ Memoizacja na ratunek 4 ■ Memoizacja automatyczna 5 ■ Uproszczony Fibonacciego 6 ■ Generowanie liczb Fibonacciego za pomocą generatora 7

### 1.2. Trywialna kompresja 7

### 1.3. Szyfr nie do złamania 12

Przygotowywanie danych 12 ■ Szyfrowanie i deszyfrowanie 13

### 1.4. Wyznaczanie liczby pi 15

### 1.5. Wieże Hanoi 16

Modelowanie wież 17 ■ Rozwiązywanie problemu wież Hanoi 18

### 1.6. Praktyczne zastosowania 19

### 1.7. Ćwiczenia 20

**2. Problemy wyszukiwania 21**

## 2.1. Przeszukiwanie DNA 21

Przechowywanie DNA 21 ■ Przeszukiwanie liniowe 23 ■  
Wyszukiwanie binarne 24 ■ Uogólniony przykład 26

## 2.2. Rozwiązywanie labiryntów 28

Generowanie losowego labiryntu 29 ■ Detale labiryntu 30 ■  
Przeszukiwanie w głąb 31 ■ Przeszukiwanie wszerek 35 ■ Algorytm A\* 39

## 2.3. Misjonarze i kanibale 44

Modelowanie problemu 44 ■ Rozwiązywanie problemu 47

## 2.4. Praktyczne zastosowania 48

## 2.5. Ćwiczenia 49

**3. Problemy spełniania ograniczeń 51**3.1. Budowanie systemu do rozwiązywania problemów  
spełniania ograniczeń 52

## 3.2. Problem kolorowania mapy Australii 56

## 3.3. Problem ośmiu hetmanów 59

## 3.4. Wykreślanki 61

## 3.5. SEND + MORE = MONEY 64

## 3.6. Układ chipów na płytce 66

## 3.7. Praktyczne zastosowania 66

## 3.8. Ćwiczenia 67

**4. Problemy grafowe 69**

## 4.1. Mapa jako graf 69

## 4.2. Budowanie szkieletu grafu 72

Stosowanie klas Edge i Graph 76

## 4.3. Znajdowanie najkrótszej drogi 77

Powrót do przeszukiwania wszerek (BFS) 77

## 4.4. Minimalizowanie kosztu budowania sieci 79

Stosowanie wag 79 ■ Znajdowanie minimalnego drzewa rozpinającego 83

## 4.5. Znajdowanie najkrótszych dróg w grafie z wagami 89

Algorytm Dijkstry 89

- 4.6. Praktyczne zastosowania 94
- 4.7. Ćwiczenia 95
- 5. Algorytmy genetyczne 97**
  - 5.1. Podstawy biologiczne 97
  - 5.2. Generyczny algorytm genetyczny 98
  - 5.3. Naiwny test 105
  - 5.4. SEND + MORE = MONEY – ciąg dalszy 107
  - 5.5. Optymalizowanie kompresji list 111
  - 5.6. Wyzwania związane z algorytmami genetycznymi 113
  - 5.7. Praktyczne zastosowania 114
  - 5.8. Ćwiczenia 115
- 6. Algorytm klasteryzacji 117**
  - 6.1. Przygotowania 118
  - 6.2. Algorytm klasteryzacji metodą k-średnich 120
  - 6.3. Klasteryzacja gubernatorów według wieku i długości geograficznej 125
  - 6.4. Klasteryzacja albumów Michaela Jacksona według długości 128
  - 6.5. Problemy i rozszerzenia algorytmu klasteryzacji metodą k-średnich 130
  - 6.6. Praktyczne zastosowania 131
  - 6.7. Ćwiczenia 132
- 7. Dość proste sieci neuronowe 133**
  - 7.1. Podłoże biologiczne? 134
  - 7.2. Sztuczne sieci neuronowe 135
    - Neurony 135 ■ Warstwy 136 ■ Propagacja wsteczna 137 ■ Pełen obraz 141
  - 7.3. Przygotowania 141
    - Iloczyn skalarny 142 ■ Funkcja aktywacji 142
  - 7.4. Budowanie sieci 142
    - Implementowanie neuronów 143 ■ Implementowanie warstw 145 ■ Implementowanie sieci 146

- 7.5. Problemy klasyfikacji 149
  - Normalizowanie danych 149
  - Klasyczny zbiór danych iris 150
  - Klasyfikowanie wina 153
- 7.6. Przyspieszanie sieci neuronowych 156
- 7.7. Problemy i rozszerzenia sieci neuronowych 156
- 7.8. Praktyczne zastosowania 158
- 7.9. Ćwiczenia 159
- 8. Przeszukiwanie z przeciwnikiem 161**
  - 8.1. Podstawowe elementy gry planszowej 161
  - 8.2. Kółko i krzyżyk 163
    - Zarządzanie stanem gry kółko i krzyżyk 163
    - Minimax 166
    - Testowanie funkcji minimax na grze kółko i krzyżyk 169
    - Rozwijanie sztucznej inteligencji w grze kółko i krzyżyk 170
  - 8.3. Connect 4 171
    - Mechanizm gry Connect 4 172
    - Sztuczna inteligencja w grze Connect 4 176
    - Poprawianie algorytmu minimax przez redukcję alfa-beta 177
  - 8.4. Inne ulepszenia algorytmu minimax 178
  - 8.5. Praktyczne zastosowania 179
  - 8.6. Ćwiczenia 180
- 9. Inne problemy 181**
  - 9.1. Problem plecakowy 181
  - 9.2. Problem komiwojażera 186
    - Naiwne podejście 186
    - Możliwości ulepszenia projektu 190
  - 9.3. Mnemotechniki dla numerów telefonów 191
  - 9.4. Praktyczne zastosowania 193
  - 9.5. Ćwiczenia 194
- dodatek A. Glosariusz 195**
- dodatek B. Dodatkowe materiały 201**
  - B.1. Python 201
  - B.2. Algorytmy i struktury danych 202

B.3. Sztuczna inteligencja	203
B.4. Programowanie funkcyjne	203
B.5. Projekty open source pomocne w uczeniu maszynowym	204
<b>dodatek C. Krótkie wprowadzenie do adnotacji typów</b>	<b>205</b>
C.1. Czym są adnotacje typów?	205
C.2. Jak wyglądają adnotacje typów?	206
C.3. Do czego przydają się adnotacje typów?	207
C.4. Jakie są wady adnotacji typów?	208
C.5. Zdobywanie dodatkowych informacji	209
<b>indeks</b>	<b>211</b>