Spis treści

Przedmowa 7

1. Wprowadzenie 9
1.1. Sztuczna inteligencja, uczenie maszynowe i uczenie głębokie 9
1.2. Klasyczne programowanie a uczenie maszynowe 10

2. Etapy uczenia maszynowego 11

3. Reprezentacja danych 14
3.1. Oznaczenia i nomenklatura 14
3.2. Uczenie nadzorowane i nienadzorowane 15
3.3. Zbiór treningowy i testowy 16

4. Regresja, klasyfikacja i klasteryzacja 18

5. Miary sukcesu 20
5.1. Regresja 20
5.2. Klasyfikacja 20
5.3. Klasteryzacja 23

6. Konfiguracja środowiska programistycznego 24

7. Parametryzacja sygnału i ekstrakcja cech 25
7.1. Parametry czasowe 25
7.2. Parametry widmowe 28
7.3. Parametry formantowe 30
7.4. Parametry czasowo-częstotliwościowe 31

8. Algorytm *k*-najbliższych sąsiadów (ang. *k-nearest neighbours, k*-NN) 40

9. Przekleństwo wymiarowości 48
9.1. Analiza składowych głównych (ang. *Principal Component Analysis*, PCA) 49
9.2. Analiza składowych niezależnych (ang. *Independent Component Analysis*, ICA) 55

10. Algorytm *k*-średnich 62

11. Algorytmy hierarchiczne 68
11.1. Miara odległości między skupieniami 68
11.2. Metody aglomeracyjne 69
11.3. Metody deaglomeracyjne 69

12. Regresja liniowa 72
12.1. Metoda analityczna 74
12.2. Regularyzacja Tichonowa 75
12.3. Metoda gradientu prostego 76

13. Uogólnione modele liniowe (ang. *Generalized Linear Models*, GML) 85
13.1. Regresja liniowa jako uogólniony model liniowy 85

14. Regresja logistyczna 87
14.1. Ocena jakości modelu regresji logistycznej 89

15. Metody wektorów nośnych 96
15.1. Margines 97
15.2. Klasyfikator maksymalizujący margines (ang. *Maximal Margin Classifier*, MMC) 97
15.3. Klasyfikator wektorów nośnych (ang. *Support Vector Classifier*, SVC) 99
15.4. Maszyna wektorów nośnych (ang. *Support Vector Machine*, SVM) 100
15.5. Maszyna wektorów nośnych w klasyfikacji wieloklasowej 102

16. Drzewa klasyfikacyjne i lasy losowe 109
16.1. Drzewa klasyfikacyjne 109
16.1.1. Współczynnik Giniego 112
16.1.2. Entropia i zysk informacyjny 113
16.1.3. Przycinanie drzew klasyfikacyjnych 113
16.2. Lasy losowe 114

17. Wprowadzenie do sieci neuronowych 132
17.1. Perceptron 132
17.2. Wielowarstwowe sieci neuronowe 134

Dodatek 145

Rozwiązania zadań 149

Bibliografia 189