

Spis treści

| | |
|---|----|
| 1. Pojęcia wstępne uczenia maszynowego | 9 |
| 2. Modele regresji liniowej | 12 |
| 2.1. Wprowadzenie | 12 |
| 2.2. Ogólny model regresji liniowej | 13 |
| 2.3. Zastosowanie dekompozycji SVD w regresji liniowej | 16 |
| 2.4. Implementacja regresji liniowej | 21 |
| 3. Klasyfikatory KNN | 25 |
| 4. Klasyfikatory probabilistyczne Bayesa | 32 |
| 4.1. Wprowadzenie | 32 |
| 4.2. Pełny klasyfikator Bayesa | 32 |
| 4.3. Naiwny klasyfikator Bayesa | 38 |
| 4.4. Implementacja naiwnego klasyfikatora Bayesa w Matlabie | 43 |
| 5. Drzewa decyzyjne | 48 |
| 5.1. Wprowadzenie | 48 |
| 5.2. Struktura drzewa decyzyjnego | 49 |
| 5.3. Algorytm tworzenia drzewa decyzyjnego | 51 |
| 5.4. Implementacja modelu drzewa decyzyjnego | 58 |
| 5.5. Las losowy drzew decyzyjnych | 64 |
| 5.5.1. Opis metody | 64 |
| 5.5.2. Implementacja lasu losowego | 67 |
| 6. Sieć neuronowa MLP | 73 |
| 6.1. Wprowadzenie | 73 |
| 6.2. Struktura sieci | 73 |
| 6.3. Algorytmy uczące sieci MLP | 76 |
| 6.3.1. Wyznaczanie gradientu metodą propagacji wstecznej | 77 |
| 6.3.2. Algorytmy gradientowe uczenia sieci | 80 |
| 6.3.3. Program komputerowy do uczenia sieci MLP w Matlabie | 87 |
| 6.4. Przykłady użycia sieci MLP w aproksymacji danych | 90 |
| 6.5. Praktyczne wskazówki doboru struktury sieci MLP | 94 |

| | |
|--|-----|
| 7. Sieć radialna RBF | 97 |
| 7.1. Struktura sieci RBF | 97 |
| 7.2. Algorytmy uczące sieci RBF | 98 |
| 7.2.1. Zastosowanie algorytmu samoorganizacji i dekompozycji SVD | 99 |
| 7.2.2. Algorytm OLS | 101 |
| 7.3. Program komputerowy do uczenia sieci radialnej w Matlabie | 104 |
| 7.4. Przykłady zastosowania sieci RBF | 106 |
| 7.4.1. Aproksymacja funkcji nieliniowych | 106 |
| 7.4.2. Problem 2 spiral | 109 |
| 7.4.3. Sieć RBF w kalibracji sztucznego nosa | 110 |
| | |
| 8. Sieć wektorów nośnych SVM | 112 |
| 8.1. Wprowadzenie | 112 |
| 8.2. Sieć liniowa SVM w zadaniu klasyfikacji | 113 |
| 8.3. Sieć nieliniowa SVM w zadaniu klasyfikacji | 119 |
| 8.3.1. Interpretacja mnożników Lagrange'a w rozwiązaniu sieci | 125 |
| 8.3.2. Problem klasyfikacji przy wielu klasach | 126 |
| 8.4. Sieci SVM do zadań regresji | 127 |
| 8.5. Przegląd algorytmów rozwiązania zadania dualnego | 130 |
| 8.6. Program komputerowy uczenia sieci SVM w Matlabie | 133 |
| 8.7. Przykłady implementacji uczenia sieci SVM | 134 |
| 8.8. Porównanie sieci SVM z innymi rozwiązaniami neuronowymi | 137 |
| | |
| 9. Sieci głębokie | 141 |
| 9.1. Wprowadzenie | 141 |
| 9.2. Sieć konwolucyjna CNN | 142 |
| 9.2.1. Struktura sieci CNN | 142 |
| 9.2.2. Podstawowe operacje w sieci CNN | 144 |
| 9.2.3. Uczenie sieci CNN | 150 |
| 9.3. Transfer Learning | 154 |
| 9.4. Przykład użycia sieci ALEXNET w trybie transfer learning | 157 |
| 9.5. Inne rozwiązania pre-trenowanej architektury sieci CNN | 167 |
| 9.6. Sieci CNN do detekcji obiektów w obrazie | 175 |
| 9.6.1. Sieć YOLO | 175 |
| 9.6.2. Sieć R-CNN | 177 |
| 9.6.3. Sieć U-NET w segmentacji obrazów biomedycznych | 181 |
| 9.7. Autoenkoder | 182 |
| 9.7.1. Struktura autoenkodera | 182 |
| 9.7.2. Funkcja celu | 183 |
| 9.7.3. Proces uczenia | 186 |
| 9.7.4. Przykład zastosowania autoenkodera w kodowaniu danych | 188 |
| 9.8. Podstawy działania autoenkodera wariacyjnego | 192 |
| 9.9. Sieci generatywne GAN | 195 |
| 9.10. Głębokie sieci rekurencyjne LSTM | 198 |
| 9.10.1. Wprowadzenie | 198 |
| 9.10.2. Zasada działania sieci LSTM | 200 |

| | |
|---|------------|
| 9.11. Sieci transformerowe | 207 |
| 9.11.1. Wprowadzenie | 207 |
| 9.11.2. Enkoder | 209 |
| 9.11.3. Dekoder | 213 |
| 9.11.4. Uczenie sieci | 215 |
| 9.11.5. Inne zastosowania sieci transformerowych | 217 |
| 10. Zagadnienia generalizacji i zespoły sieci | 218 |
| 10.1. Pojęcie generalizacji | 218 |
| 10.2. Miara VCdim i jej związek z generalizacją | 221 |
| 10.3. Metody poprawy zdolności generalizacji sieci | 224 |
| 10.4. Problem generalizacji w sieciach głębokich | 229 |
| 10.5. Zespoły sieci do polepszenia zdolności generalizacji | 231 |
| 10.5.1. Struktura zespołu i metody integracji | 231 |
| 10.5.2. Warunki właściwego działania zespołu | 236 |
| 10.6. Techniki tworzenia silnych rozwiązań na bazie słabych predyktorów | 240 |
| 10.6.1. AdaBoost | 240 |
| 10.6.2. Gradient boosting | 242 |
| 11. Transformacje i metody redukcji wymiaru danych | 245 |
| 11.1. Transformacja PCA | 245 |
| 11.1.1. Istota przekształcenia PCA | 246 |
| 11.1.2. Implementacja przekształcenia PCA w Matlabie | 249 |
| 11.1.3. Zastosowanie PCA w kompresji | 251 |
| 11.1.4. PCA w zastosowaniu do ilustracji rozkładu danych wielowymiarowych | 253 |
| 11.2. Przekształcenie LDA Fishera | 255 |
| 11.3. Ślepa separacja sygnałów | 257 |
| 11.3.1. Sformułowanie problemu ślepej separacji | 257 |
| 11.3.2. Algorytmy bazujące na statystykach drugiego rzędu | 260 |
| 11.3.3. Metody bazujące na statystykach wyższego rzędu | 261 |
| 11.3.4. Toolbox ICALAB w Matlabie | 263 |
| 11.4. Rzutowanie Sammona | 268 |
| 11.5. Transformacja tSNE | 269 |
| 12. Metody grupowania danych wielowymiarowych | 274 |
| 12.1. Wprowadzenie | 274 |
| 12.2. Miary odległości między wektorami | 275 |
| 12.3. Miary odległości między klastrami | 276 |
| 12.4. Algorytm K-means grupowania | 278 |
| 12.5. Algorytm hierarchiczny grupowania | 284 |
| 12.6. Algorytmy rozmyte grupowania | 288 |
| 12.6.1. Algorytm grupowania górskiego | 288 |
| 12.6.2. Algorytm c-means | 291 |
| 12.7. Miary jakości grupowania danych | 297 |
| 12.7.1. Miary jakości grupowania danych nieprzypisanych do klas | 298 |
| 12.7.2. Miary jakości grupowania danych przypisanych do klas | 300 |

| | |
|--|-----|
| 13. Wybrane metody generacji i selekcji cech diagnostycznych | 305 |
| 13.1. Wprowadzenie | 305 |
| 13.2. Metody generacji cech diagnostycznych | 306 |
| 13.3. Metody selekcji cech diagnostycznych | 310 |
| 13.3.1. Metoda dyskryminacyjna Fishera | 310 |
| 13.3.2. Metoda korelacji danych z klasą | 311 |
| 13.3.3. Zastosowanie jednoweściowej sieci SVM | 312 |
| 13.3.4. Zastosowanie wieloweściowej liniowej sieci SVM | 313 |
| 13.3.5. Selekcja cech bazująca na sekwencji eliminacji krokowej | 314 |
| 13.3.6. Selekcja przy zastosowaniu algorytmu genetycznego | 317 |
| 13.3.7. Zastosowanie testu statystycznego Kolmogorova-Smirnova | 319 |
| 13.3.8. Zastosowanie testu Wilcoxon-Manna-Whitneya | 321 |
| 13.3.9. Selekcja przy zastosowaniu transformacji PCA | 322 |
| 13.3.10. Selekcja przy zastosowaniu transformacji LDA | 323 |
| 13.3.11. Selekcja przy zastosowaniu lasu losowego | 326 |
| 13.3.12. Selekcja cech przy użyciu algorytmu ReliefF | 328 |
| 13.3.13. Selekcja przy użyciu metody NCA | 330 |
| 13.3.14. Metoda MRMR | 331 |
| | |
| 14. Metody oceny jakości rozwiązań | 334 |
| 14.1. Miary jakości regresji | 334 |
| 14.2. Badanie jakości rozwiązań w zadaniach klasyfikacji | 336 |
| 14.2.1. Miary jakości klasyfikatora | 337 |
| 14.2.2. Charakterystyka ROC | 341 |
| 14.3. Metody poprawy jakości klasyfikatora | 346 |
| 14.3.1. Metoda różnicowania kosztu błędnej klasyfikacji | 346 |
| 14.3.2. Metody równoważenia klas | 348 |
| 14.3.3. Problemy klasyfikacji wieloklasowej | 349 |
| 14.4. Obiektywna ocena zdolności generalizacyjnych systemu eksploracji | 351 |
| | |
| 15. Adaptacyjne systemy rozmyte | 352 |
| 15.1. Wprowadzenie | 352 |
| 15.2. Podstawy matematyczne systemów rozmytych | 353 |
| 15.3. Systemy wnioskowania | 355 |
| 15.4. Struktura systemu rozmytego TSK typu ANFIS | 358 |
| 15.5. Algorytm uczenia sieci ANFIS | 361 |
| 15.6. Zastosowanie algorytmu grupowania rozmytego c-means w tworzeniu reguł wnioskowania | 363 |
| 15.7. Zmodyfikowana struktura sieci TSK | 364 |
| | |
| Literatura | 367 |
| | |
| Skorowidz | 372 |