

Spis treści

1. Jakie zadania mogą realizować sieci neuronowe w zastosowaniach biomedycznych (Tadeusiewicz R.)

1.1. Uwagi wstępne	1
1.2. Sieć neuronowa jako model w zastosowaniach biomedycznych	5
1.3. Sieci neuronowe w przetwarzaniu danych biomedycznych	9
1.4. Zastosowanie sieci neuronowych przy analizie danych biomedycznych	11
1.5. Wspomaganie osób niepełnosprawnych z wykorzystaniem sieci neuronowych oraz ich zastosowanie w protetyce i terapii	14
1.6. Sieci neuronowe zastosowane do modelowania choroby, terapii oraz do prognozowania wyników leczenia	15
1.7. Podsumowanie	17
Bibliografia	18

CZĘŚĆ I

SIECI NEURONOWE JAKO NARZĘDZIA PRZETWARZANIA SYGNAŁÓW BIOMEDYCZNYCH

2. Przygotowanie danych i planowanie eksperymentu

(Marciniak A., Korbicz J.)

2.1. Wprowadzenie	23
2.2. Przygotowanie danych	24
2.2.1. Rola przygotowania danych w procesie analizy danych	24
2.2.2. Wstępna analiza danych	25
2.2.3. Wstępne przetwarzanie danych	26
2.2.4. Analiza końcowa	27
2.3. Wybrane techniki przygotowania danych	27
2.3.1. Techniki wstępnej analizy danych	27
2.3.1.1. Pozyskanie i reprezentacja danych	27
2.3.1.2. Selekcja cech	29
2.3.2. Techniki wstępnego przetwarzania danych	31
2.3.2.1. Klasteryzacja	31
2.3.2.2. Ekstrakcja cech	33
2.3.2.3. Przetwarzanie danych w zbiorach treningowych	35
2.3.3. Techniki analizy końcowej	36
2.3.3.1. Podział danych na zbiór uczący i testujący	36
2.3.3.2. Formowanie zbiorów danych	38
2.4. Techniki planowania eksperymentu w modelowaniu neuronowym	39
2.4.1. Zarys teorii eksperymentu	39
2.4.2. Projektowanie parametrów metodą Taguchi	40

2.4.3. Metoda Taguchi w optymalizacji SNN	44
2.4.4. Czynniki determinujące jakość modeli neuronowych	49
2.5. Podsumowanie	50
Bibliografia	51

3. Wykorzystanie sieci neuronowych do przetwarzania sygnałów bioelektrycznych na przykładzie EKG *(Augustyniak P., Czopek K.)*

3.1. Wstęp	53
3.2. Interpretacja elektrokardiogramu - podejście klasyfikacyjne	55
3.3. Wyodrębnianie cech	56
3.3.1. Analiza składowych głównych	56
3.3.2. Współczynniki falkowe	60
3.3.3. Techniki uczenia sieci	61
3.3.3.1. Klasyfikator tworząco-kurczący NN	61
3.3.3.2. Klasyfikatory wykorzystujące sieci o radialnych funkcjach bazowych	63
3.4. Zastosowania sieci neuronowych w podstawowych analizach EKG	65
3.4.1. Redukcja zakłóceń sieciowych w zapisie EKG	65
3.4.2. Detekcja uderzeń serca w elektrokardiogramie	66
3.4.3. Klasyfikacja uderzeń serca	67
3.4.4. Wyznaczenie morfologii poszczególnych uderzeń serca	72
3.4.5. Określenie obecności i długości załameków elektrokardiogramu	75
3.4.6. Analiza konturu i detekcja zawału serca	76
3.4.7. Detekcja symptomów choroby niedokrwiennej	77
3.5. Zastosowania sieci neuronowych w specjalistycznych analizach EKG	78
3.5.1. Klasyfikacja arytmii	79
3.5.2. Analiza zmienności rytmu serca	79
3.5.3. Separacja elektrokardiogramu płodu	80
3.5.4. Metody detekcji bezdechu	82
3.5.5. Rekonstrukcja zakłóconych fragmentów sygnału	84
3.6. Podsumowanie	87
Bibliografia	88

4. Przetwarzanie sygnałów ABR przy użyciu sieci neuronowych w zadaniach diagnostyki słuchu *(Bania P., Bułka J., Wochlik I., Izworski A., Orzechowski T.)*

4.1. Wprowadzenie	95
4.2. Wstępne przetwarzanie danych oraz algorytm wyznaczania maksimów	97
4.3. Zadanie uczenia sieci	99
4.4. Wyniki eksperymentów	103
4.5. Podsumowanie	103
Bibliografia	103

5. Sieci neuronowe w przetwarzaniu obrazów medycznych *(Pięciak T., Jaworek-Korjakowska J., Gorgoń M.)*

5.1. Wstęp	105
------------	-----

5.2. Etap wstępnego przetwarzania obrazów	106
5.2.1. Odzyskiwanie obrazu zaszumionego i zniekształconego	106
5.2.2. Przekształcenia morfologiczne	109
5.2.2.1. Erozja	109
5.2.2.2. Dylatacja	110
5.2.2.3. Otwarcie i zamknięcie	110
5.3. Segmentacja obrazów	112
5.3.1. Adaptacyjny dobór progu binaryzacji	113
5.3.2. Modele deformowalne	116
5.4. Elementy rozpoznawania obrazów z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych	120
5.5. Podsumowanie	123
Bibliografia	124

6. Wykorzystanie sieci neuronowych w tomografii komputerowej

(Cierniak R.)

6.1. Wstęp	129
6.2. Algebraiczne neuronalne algorytmy rekonstrukcyjne	131
6.2.1. Sformułowanie problemu dla algebraicznych technik rekonstrukcyjnych	131
6.2.2. Algebraiczne algorytmy rekonstrukcyjne z wykorzystaniem sieci neuronowych z nauczycielem	133
6.2.2.1. Uczenie sieci neuronowej	134
6.2.3. Algebraiczne algorytmy rekonstrukcyjne z wykorzystaniem rekursyjnych sieci neuronowych	138
6.3. Analityczne neuronalne algorytmy rekonstrukcyjne	141
6.3.1. Sformułowanie problemu rekonstrukcyjnego dla algorytmów analitycznych	141
6.3.2. Analityczne algorytmy rekonstrukcyjne z wykorzystaniem sieci neuronowych z nauczycielem	142
6.3.2.1. Kompletowanie zestawu uczącego	144
6.3.2.2. Uczenie sieci neuronowej	145
6.3.2.3. Wykorzystanie nauczonej sieci neuronowej w procesie rekonstrukcyjnym	147
6.3.3. Analityczne algorytmy rekonstrukcyjne z wykorzystaniem rekursyjnych sieci neuronowych	148
6.4. Podsumowanie	151
Bibliografia	151

7. Neuronowo-rozmyte przetwarzanie obrazów cytologicznych w diagnostyce nowotworu piersi

(Kowal M., Filipczuk P., Obuchowicz A., Korbicz J.)

7.1. Wstęp	155
7.2. Baza obrazów medycznych	157
7.3. Segmentacja obrazów mikroskopowych	157
7.3.1. Progowanie adaptacyjne	158
7.3.2. Segmentacja z wykorzystaniem rozmytego algorytmu c-średnich	159

7.3.3. Segmentacja z wykorzystaniem konkurencyjnej sieci neuronowej	162
7.4. Wyniki klasyfikacji	163
7.5. Podsumowanie	167
Bibliografia	167

8. Ocena jakości ziaren i nasion przy pomocy sieci neuronowych

(Kubiak A., Mikrut Z., Tadeusiewicz R.)

8.1. Wstęp	171
8.2. Kryteria oceny jakości ziaren zbóż	172
8.3. Identyfikacja ziarniaków całych i połamanych	173
8.4. Metody umożliwiające ocenę czystości odmianowej ziarna zbóż	176
8.5. Identyfikacja ziarna porażonego mikrobiologicznie	178
8.6. Identyfikacja ziarna porażonego mikrobiologicznie z wykorzystaniem elektronicznego nosa i sieci neuronowych	182
8.7. Identyfikacja nasion rzepaku porażonego mikrobiologicznie z wykorzystaniem elektronicznego nosa i sieci neuronowych	184
8.8. Opis najczęściej wykorzystywanych sieci neuronowych oraz strategii analizy otrzymanych wyników	185
8.9. Podsumowanie i perspektywy	188
Bibliografia	188

9. Wykorzystanie wiedzy eksperckiej w sieci RBF na przykładzie zadania segmentacji obrazów medycznych

(Tomczyk A., Szczepaniak P.)

9.1. Wprowadzenie	191
9.2. Problem medyczny	191
9.3. Sieć radialna	192
9.4. Zastosowanie	194
9.4.1. Podejście klasyczne oparte na zbiorze treningowym	194
9.4.2. Uwzględnienie elementów wiedzy medycznej	198
9.4.3. Porównanie	201
9.5. Zakończenie	201
Bibliografia	202

CZĘŚĆ II

ZASTOSOWANIA SIECI NEURONOWYCH DO ANALIZY DANYCH MEDYCZNYCH ORAZ DO WSPOMAGANIA PROCESU DIAGNOSTYCZNEGO

10. Sieci neuronowe w ocenie prawdopodobieństwa istnienia raka jajnika u kobiet z guzami przydatkowymi

10.1. Wprowadzenie	207
10.2. Charakterystyka materiału badawczego	208
10.3. Zastosowanie sztucznych sieci neuronowych w problemie klasyfikacyjnym	209
10.4. Zastosowanie sztucznych sieci neuronowych w diagnostyce różnicowej guzów przydatkowych	214

10.5. Ocena możliwości wspomagania diagnostyki różnicowej guzów przydatkowych	222
10.6. Podsumowanie	232
Bibliografia	233

11. Wykorzystanie sieci neuronowych i metody wektorów nośnych SVM w procesie rozpoznawania aktywności ruchowej pacjentów dotkniętych chorobą Parkinsona (Kostek B., Kupryjanow A.)

11.1. Wprowadzenie	239
11.2. Rejestracja sygnałów biomedycznych	242
11.3. Parametryzacja sygnałów przyspieszenia	244
11.3.1. Parametry w dziedzinie czasu	245
11.3.2. Parametry w dziedzinie widma sygnału	246
11.4. Stosowane klasyfikatory	246
11.4.1. Podstawy metody SVM	246
11.4.2. Rozpoznawanie chodu	248
11.4.3. Rozpoznawanie ruchu rąk	250
11.5. Eksperymenty	251
11.5.1. Rozpoznawanie chodu	251
11.5.2. Rozpoznawanie ruchu rąk	253
11.6. Prace rozwojowe	254
11.6.1. Warstwa sprzętowa rozwiązania	254
11.6.2. Warstwa przetwarzania obrazu	255
11.6.2.1. Detekcja dłoni	255
11.6.2.2. Rozpoznawanie gestów	256
11.6.2.3. Ocena motoryki dłoni	257
11.7. Podsumowanie	258
Bibliografia	258

12. Zastosowanie sieci neuronowych w analizie wyników badania spirometrycznego (Grabska-Chrzastowska J., Tomalak W.)

12.1. Wstęp	263
12.2. Badanie spirometryczne	264
12.3. Klasyfikacja wyników badania spirometrycznego	266
12.3.1. Badania w latach 2004-2009	266
12.3.2. Inne badania na świecie	269
12.4. Inne badania dotyczące analizy spirogramu	271
12.5. Podsumowanie	277
Bibliografia	277

13. Analiza sygnałów EEG za pomocą sztucznych sieci neuronowych (Patan K., Rutkowski G.)

13.1. Wstęp	281
13.2. Rejestrowanie sygnału EEG	282
13.3. Analiza sygnału EEG	284
13.3.1. Metody analizy w dziedzinie czasu	284
13.3.1.1. Analiza wzrokowa	284

13.3.1.2. Metoda potencjałów wywołanych	284
13.3.2. Metody analizy w dziedzinie częstotliwości	285
13.3.2.1. Transformata Fouriera	285
13.3.2.2. Model autoregresji	286
13.3.2.3. Przekształcenie falkowe	286
13.3.3. Metody alternatywne	287
13.4. Zakres zastosowań sieci neuronowych w analizie EEG	287
13.4.1. Przetwarzanie artefaktów	289
13.4.2. Kompresja danych	290
13.4.3. Wykrywanie grafoelementów i analiza potencjałów wywołanych	290
13.4.4. Wykrywanie napadów padaczkowych	291
13.4.5. Budowanie interfejsu mózg-komputer	291
13.5. Przykłady zastosowań	291
13.5.1. Wykrywanie napadów padaczkowych	291
13.5.1.1. Sieci radialne	292
13.5.1.2. Dynamiczna sieć falkowa	294
13.5.1.3. Sieć Kohonena	295
13.5.1.4. Perceptron wielowarstwowy	297
13.6. Podsumowanie i wnioski	299
Bibliografia	300

14. Wykorzystanie wielowarstwowych sieci perceptronowych dla wspomagania obrazowej diagnostyki medycznej

(Strzelecki M., Kasprzak J., Dec G.)

14.1. Wprowadzenie	305
14.2. Tekstura obrazu	306
14.3. Klasyfikacja tekstury z wykorzystaniem sieci perceptronowych	307
14.4. Redukcja wymiarowości przestrzeni cech tekstury	308
14.5. Przykłady zastosowań wielowarstwowych sieci perceptronowych dla wspomagania obrazowej diagnostyki medycznej	311
14.5.1. Analiza obrazów USG serca w celu klasyfikacji guzów serca	311
14.5.2. Analiza dwu- i trójwymiarowych obrazów rezonansu magnetycznego wątroby	314
14.5.3. Analiza obrazów endometrium	318
14.6. Podsumowanie	322
Bibliografia	322

15. Sieci neuronowe w bioinformatyce *(Adamczak R.)*

15.1. Wprowadzenie	325
15.2. Struktury drugorzędowe	327
15.2.1. DSSP	327
15.2.2. Przewidywanie struktur drugorzędowych	328
15.2.2.1. Ocena dokładności przewidywań	329
15.2.2.2. Przewidywanie struktur drugorzędowych białek globularnych	331
15.2.2.2.1. Pierwsza generacja metod przewidywania struktur drugorzędowych	331
15.2.2.2.2. Druga generacja metod przewidywania struktur	

drugorzędowych	331
15.2.2.2.3. Trzecia generacja metod przewidywania struktur drugorzędowych	332
15.2.2.2.4. Wyniki	342
15.2.2.3. Białka transbłonowe	343
15.3. Dostępność białka dla cząsteczek rozpuszczalnika	347
15.3.1. Ocena dokładności przewidywań	348
15.3.2. Przewidywania RSA	348
15.4. Podsumowanie	353
Bibliografia	353

CZĘŚĆ III

WSPOMAGANIE OSÓB NIEPEŁNOSPRAWNYCH Z WYKORZYSTANIEM SIECI NEURONOWYCH ORAZ ICH WYKORZYSTANIE W PROTETYCE I TERAPII

16. Neuronowe systemy sterowania urządzeniami wspomagającymi samoobsługę osób niepełnosprawnych wykorzystujące ocenę sygnałów biologicznych *(Przybyło J., Chodak J., Broniec A., Wołoszyn P., Jabłoński M.)*

16.1. Wstęp	361
16.1.1. Samoobsługa osób niepełnosprawnych	361
16.1.2. Metody sterowania komputerem - rodzaje interfejsów	362
16.1.3. Własności i systematyka urządzeń wejściowych oraz typowych zadań wykonywanych przez użytkowników komputera	363
16.1.4. Interfejsy HCI i sposoby sterowania w kontekście potrzeb i ograniczeń osób niepełnosprawnych	364
16.1.4.1. Poziomy niepełnosprawności a interfejsy HCI	364
16.2. Sieci neuronowe w urządzeniach samoobsługi osób niepełnosprawnych	365
16.2.1. Przetwarzanie wstępne sygnałów i ich klasyfikacja	366
16.2.2. Kalibracja, konfiguracja, uczenie	367
16.3. Analiza i rozpoznawanie sygnałów biologicznych przydatnych w sterowaniu urządzeniami przez niepełnosprawnych	367
16.3.1. Automatyczne rozpoznawanie elementów mimiki w obrazie twarzy w kontekście sterowania	368
16.3.1.1. Sposoby pomiaru oraz opisu ekspresji mimicznych twarzy	368
16.3.1.2. Możliwości jakie oferuje mimika w kontekście sterowania	368
16.3.1.3. Metody analizy i rozpoznawania elementów mimicznych twarzy	369
16.3.2. Podstawy systemu HCI bazującego na sygnałach okoruchowych	371
16.3.2.1. Metody akwizycji sygnału okoruchowego	371
16.3.2.2. Detekcja ruchów sakadycznych w sygnale EOG	372
16.3.2.3. Kalibracja jako przykład transformacji między układami współrzędnych przy użyciu sieci neuronowej	374
16.3.3. „Sterowanie myślą” - systemy sterowania wykorzystujące sygnał EEG	379

16.3.3.1. Sposoby pomiaru oraz własności sygnału elektroencefalograficznego	379
16.3.3.2. Podstawowe paradygmaty BCI	381
16.3.3.3. Sieci neuronowe w systemach BCI	383
16.3.3.3.1. Rozpoznawanie wyobrażenia ruchu	384
16.3.3.3.2. Rozróżnianie zadań myślowych	385
16.3.3.3.3. Przynależność osobnicza	386
16.3.3.3.4. Wykrywanie potencjału P300	386
16.4. Implementacja sieci neuronowych w urządzeniach HCI	388
16.4.1. Modele sztucznych sieci neuronowych	389
16.4.1.1. Sztuczne sieci neuronowe o działaniu ciągłym	389
16.4.1.2. Pulsacyjny model neuronu	389
16.4.1.3. Ciągły model perceptronu wielowarstwowego	389
16.4.1.3.1. Ocena jakości działania sieci	391
16.4.2. Efektywność obliczeń	391
16.4.2.1. Precyzja obliczeń numerycznych a jakość rozpoznań	392
16.4.2.1.1. Ograniczenia pamięciowe	392
16.4.2.1.2. Ewaluacja funkcji przejścia	392
16.4.2.2. Równoległość w sieciach neuronowych	393
16.4.2.2.1. Zrównoleglone implementacje sieci neuronowych	394
16.5. Podsumowanie	394
Bibliografia	395

17. Rozpoznawanie ruchów i gestów wykonywanych ustami w obrazie wizyjnym z użyciem sieci neuronowych (*Dalka P., Czyżewski A.*)

17.1. Wprowadzenie	401
17.2. Opis interfejsu	402
17.2.1. Algorytm działania	404
17.2.2. Poruszanie kursorem ekranowym	405
17.3. Wyznaczanie wektora cech obrazu ust	406
17.3.1. Detekcja twarzy	406
17.3.2. Znajdowanie położenia ust	408
17.3.3. Aproksymacja kształtu ust za pomocą elipsy	411
17.3.4. Parametry obrazu ust	413
17.4. Sztuczna sieć neuronowa jako klasyfikator gestów wykonywanych ustami	416
17.4.1. Struktura sieci neuronowej	416
17.4.2. Trening sieci neuronowej	417
17.4.3. Określanie rozpoznanego gestu	418
17.5. Eksperymenty i wyniki	419
17.6. Podsumowanie	424
Bibliografia	424

18. Sieci neuronowe oparte na strukturze Hopfielda w układach wspomagania osób niedowidzących (*Laskowski Ł.*)

18.1. Wprowadzenie	427
--------------------	-----

18.2. Podstawowe wiadomości dotyczące stereowizji	429
18.3. Model układu stereowizyjnego	430
18.4. Systematyka problemów występujących w zagadnieniu dopasowania stereowizyjnego	432
18.5. Istniejący stan wiedzy w zakresie tematu badań	434
18.6. Opis sieci neuronowych opartych na strukturze Hopfielda w zagadnieniu dopasowania stereowizyjnego	437
18.7. Funkcja energii dla sieci neuronowej typu Hopfielda	438
18.8. Hybrydowa sieć maksymalna	444
18.9. Sieć ciągła samokorygująca	446
18.10. Sieć ciągła samokorygująca	453
18.11. Badania symulacyjne klasycznych sieci neuronowych opartych na strukturze Hopfielda	456
18.12. Symulacja działania hybrydowej sieci maksymalnej	459
18.13. Symulacja działania sieci ciągłej samokorygującej	461
18.14. Podsumowanie	463
Bibliografia	464

19. Perspektywy zastosowań impulsowych sieci neuronowych w systemach maszynowego sprzęgania układu nerwowego

(Ponulak F., Belter D., Kasiński A.)

19.1. Wprowadzenie	469
19.2. Systemy maszynowego sprzęgania układu nerwowego	470
19.3. Impulsowe sieci neuronowe	471
19.4. Sieci impulsowe w systemach maszynowego sprzęgania układu nerwowego	474
19.4.1. Dekodowanie i klasyfikacja aktywności nerwowej	474
19.4.2. Generacja wzorców ruchu	477
19.4.3. Sterowanie ruchem	478
19.4.4. Generacja chodu	481
19.5. Dyskusja	483
Bibliografia	484

20. Neuronowe modele przewidujące własności biomateriałów

(Szaleniec M., Szaleniec J.)

20.1. Wprowadzenie	491
20.2. Idea QSPR	493
20.3. Rodzaje modeli neuronowych	493
20.3.1. Modele bazujące na skończonym wektorze cech	493
20.3.2. Modele rekurencyjne, bazujące na grafach chemicznych	495
20.4. Podział zbioru danych na podgrupy	498
20.5. Dobór zmiennych	499
20.6. Błąd wartości przewidywanej	502
20.7. Przewidywanie własności polimerów	502
20.7.1. Przewidywanie temperatury przejścia szklanego (T _g)	502
20.7.2. Przewidywanie własności termicznych i mechanicznych	507
20.7.3. Przewidywanie własności fizykochemicznych	509

20.7.4. Przewidywanie własności biologicznych polimerów	511
20.8. Podsumowanie	517
Bibliografia	517
Aneks: Sieci kaskadowo-korelacyjne i sieci rekursywne	522

CZĘŚĆ IV

SIECI NEURONOWE ZASTOSOWANE DO MODELOWANIA CHOROBY, TERAPII ORAZ DO PROGNOZOWANIA WYNIKÓW LECZENIA

21. Zastosowania sieci neuronowych w analizie przeżycia

(Szaleniec J., Grabska-Chrzastowska J., Szaleniec M.)

21.1. Wstęp	529
21.1.1. Co to jest analiza przeżycia?	529
21.1.2. W jakim celu dokonuje się prognozowania przeżycia?	529
21.1.3. Problem obserwacji uciętych („cenzurowanie”)	530
21.1.4. Klasyczne metody analizy przeżycia	531
21.2. Podział zbioru danych na podgrupy	532
21.2.1. Modele prognozujące przeżycie dla jednego punktu w czasie	533
21.2.2. Agregacja modeli prognozujących przeżycie dla jednego punktu w czasie	534
21.2.3. Modele prognozujące przeżycie dla kolejnych punktów w czasie	537
21.2.4. Modele prognozujące przeżycie zależnie od czasu	537
21.3. Zastosowanie sieci neuronowych w analizie przeżycia w przypadku raka jajnika	539
Bibliografia	541

22. Samooptymalizujące sieci neuronowe jako narzędzie wspomagające w długoterminowym przewidywaniu ryzyka wystąpienia ponownego zawału serca *(Foryś J., Fulmański P., Miniak-Górecka A., Popa A.)*

22.1. Samooptymalizujące sieci neuronowe - idea	543
22.2. Samooptymalizujące sieci neuronowe a dane ciągłe	545
22.3. Algorytm uczenia nienadzorowanego	546
22.3.1. Klasyczny algorytm uczenia nienadzorowanego	546
22.3.1.1. Algorytm WTA	546
22.3.1.2. Algorytm WTM	547
22.3.2. Modyfikacja algorytmu WTA	549
22.4. SONN działający na danych ciągłych - praktyczne wykorzystanie do analizy danych medycznych	551
22.4.1. Opis danych	551
22.4.2. Określony przez eksperta podział zakresu cech	553
22.4.3. Wstępne przetworzenie danych przy pomocy algorytmu WTA i WTM	554
22.4.4. Podział zakresu cech wykonany za pomocą zmodyfikowanego algorytmu WTA	554
22.5. Podsumowanie	557
Bibliografia	559

23. Zastosowanie sieci neuronowych w analizie rokowniczej u chorych leczonych przeszczepieniem komórek krwiotwórczych

(Oborska S., Rzepecki P.)

23.1. Wstęp	561
23.2. Kluczowe pojęcia	561
23.3. Przeszczepianie krok po kroku	563
23.3.1. Wskazania do przeszczepienia - choroby nowotworowe krwi, nowotwory narządów litych, choroby nienowotworowe	563
23.3.2. Biorca przeszczepu - wiek, zgodność antygenowa, aktywność choroby w momencie przeszczepiania - czynniki ryzyka mające wpływ na wyniki przeszczepienia komórek krwiotwórczych	563
23.3.3. Źródła komórek krwiotwórczych	564
23.3.4. Postępowanie przygotowawcze (kondycjonowanie) i przeszczep	565
23.3.5. Przyjęcie się przeszczepu	565
23.4. Powikłania związane z przeszczepieniem komórek krwiotwórczych	565
23.5. Podsumowanie	565
Bibliografia	567

24. Klasyfikacja i analiza bólów kręgosłupa przy pomocy sztucznych sieci neuronowych *(Długosz M.)*

24.1. Wprowadzenie	569
24.2. Bóle krzyża - zarys problemu	570
24.2.1. Etiologia	571
24.2.2. Klasyfikacja	572
24.3. Sieci neuronowe w klasyfikacji bólów kręgosłupa	573
24.3.1. Pozyskiwanie i wstępne przetwarzanie danych	573
24.3.1.1. Metody ankietowe	573
24.3.1.2. Metody dynamiczne	574
24.3.2. Budowa sieci stosowanych do klasyfikacji bólów kręgosłupa	576
24.4. Podsumowanie	576
Bibliografia	577

25. Ekstrakcja reguł z sieci neuronowych *(Markowska Kaczmar U.)*

25.1. Wprowadzenie	579
25.2. Ekstrakcja wiedzy z sieci neuronowych - opis problemu	580
25.2.1. Ekstrakcja wiedzy ą klasy problemów rozwiązywane przez sieć neuronową	580
25.2.2. Reprezentacja wiedzy	581
25.2.3. Kryteria oceny pozyskanej wiedzy	583
25.2.4. Podejścia do ekstrakcji reguł	584
25.2.4.1. Podejście dekompozycyjne	584
25.2.4.2. Podejście pedagogiczne	587
25.3. GEX - genetyczna metoda ekstrakcji reguł z sieci neuronowej	588
25.3.1. Idea działania metody	588
25.3.2. Szczegóły metody	590
25.3.2.1. Genotyp osobnika	590

25.3.2.2. Populacja początkowa	591
25.3.2.3. Operatory genetyczne	591
25.3.2.4. Funkcja oceny	591
25.3.2.5. Zbiór reguł	593
25.4. Ocena eksperymentalna metody	593
25.4.1. Ocena zdolności ekstrahowania reguł niezależnie od typu atrybutów	594
25.4.2. Skalowalność	595
25.4.3. Zrozumiałość	596
25.4.4. Spójność ekstrahowanego zbioru reguł	597
25.4.5. Weryfikacja metody przez lekarza eksperta	599
25.5. Podsumowanie	600
Bibliografia	601

26. Modelowanie pnia mózgu (*Mikołajewski D., Duch W.*)

26.1. Wprowadzenie	605
26.2. Pień mózgu: podstawowe informacje	605
26.3. Modele pnia mózgu i śródmózgowia	609
26.3.1. Model klastrowy Humphriesa i współpracowników	610
26.3.2. Model Olmsteda	611
26.3.3. Koncepcja O'Reilly i Munakaty	612
26.3.4. Modele matematyczne oparte na systemach regulacji	612
26.3.5. Model Merkera	613
26.3.6. Model generacji rytmu oddechowego Rybaka i współpracowników	614
26.3.7. Modele Accornero i Capozzy	616
26.3.8. Model matematyczny Robinsona	617
26.4. Założenia do symulacji pnia mózgu	618
26.5. Wybór środowiska symulacyjnego	620
26.6. Implementacja i przykłady realizacji modeli pnia mózgu	622
26.6.1. Model układu siatkowatego jako komutatora	623
26.6.2. Model neurofizjologiczny	625
26.6.3. Model pnia mózgu jako systemu hierarchicznego	628
26.6.4. Analiza prezentowanych modeli	630
26.7. Dyskusja i kierunki dalszych badań	631
26.8. Podsumowanie	633
Bibliografia	633

27. Sieci neuronowe w modelowaniu chorób psychicznych

(*Duch W., Dobosz K.*)

27.1. Wprowadzenie	637
27.2. Komputerowa psychiatria	640
27.3. Spektrum autyzmu i ADHD	645
27.4. Symulacja deficytów uwagi w ASD i ADHD	649
27.4.1. Symulator Emergent	651
27.4.2. Model testu uwagi Posnera	652
27.4.3. Model czytania i rozumienia pojęć	655

27.5. Podsumowanie	661
Bibliografia	663

Dodatek - Kompendium sieci neuronowych (*Tadeusiewicz R., Rutkowski L., Szaleniec M., Horzyk A., Strzelecki M.*)

Wprowadzenie	667
Zestaw haseł Kompendium	668
Agregacja danych wejściowych	668
Aktywne asocjacyjne grafy neuronowe AANG	669
Algorytm genetyczny	670
Algorytm samouczenia	671
Algorytm uczenia	672
Analiza wrażliwości	673
Asocjacyjne grafowe struktury danych AGDS	673
Asocjacyjna sieć ASONN	675
Autoasocjacyjna sieć neuronowa	676
Backpropagation	677
BIAS - wyraz wolny	677
Błąd	678
Dane wejściowe	678
Dobór danych wejściowych	679
Dane wyjściowe	680
Duża sieć neuronowa	681
Egzamin	682
Epoka	683
Feedforward	684
FNN	684
Funkcja aktywacji	684
Funkcja błędu	685
Generalizacja	686
Genetyczna sieć neuronowa	687
GRNN	688
Hopfielda sieć	688
Informatyka skojarzeniowa	689
Inicjalizacja wag	690
Jednokierunkowa sieć neuronowa	690
Każdy z każdym	691
Kohonena sieć neuronowa	691
Konkurencyjna sieć neuronowa	692
Liczba warstw ukrytych	692
Mapa topologiczna	693
Minimum globalne	694
Minimum lokalne	695
MLP	695
Nauczyciel	695
Neuron	696
Neuron Kohonena	697

Neuron licznikowy	697
Neuron liniowy	698
Neuron mianownikowy	698
Neuron impulsujący (oscylacyjny)	699
Neuron radialny	700
Neuron sigmoidalny	700
Neuron tangensoidalny	700
Nieliniowa analiza dyskryminacyjna	701
Obszary decyzyjne	702
Odpowiedź	703
Odpowiedź wzorcowa	703
Perceptron	704
Perceptron wielowarstwowy	705
PNN	706
Podział przypadków uczących na podgrupy	706
Połączenia	707
Probabilistyczna sieć neuronowa	707
Proces uczenia	708
Programy modelujące sieci neuronowe	709
Przeuczenie	710
Przygotowanie danych wejściowych dla sieci neuronowej	710
Przykładowe dane wejściowe	711
Przypadek uczący	711
Quickpropagation	712
RBF	712
Redukcja połączeń	713
Rekurencyjna sieć neuronowa	713
Rozmyty system decyzyjny	714
Samoorganizująca się sieć neuronowa	715
Samouczenie	716
Sieć neuronowa	717
Sieć neuronowo-rozmyta	718
Sieć pulsująca	719
Sieć radialna	720
Sieć klasyfikacyjna	720
Sieć regresyjna	721
Sieć SONN	721
Sieć uogólnionej regresji	722
Skojarzeniowa sztuczna inteligencja AAI	723
SOM - samoorganizujące się odwzorowanie	725
Sprzętowe realizacje	725
SSE - suma kwadratów błędów	725
Sumaryczne pobudzenie	726
Struktura sieci neuronowej	727
Sygnały	728
Szybkie algorytmy uczenia	728
Transformacja PCA	729

Uczenie	730
Wagi	730
Walidacja krzyżowa	731
Warstwa ukryta	732
Warstwa wejściowa	733
Warstwa wyjściowa	734
Warstwy w sieciach neuronowych	735
Wejście	736
Wektor wag	736
Wektor wejściowy	737
Współczynnik uczenia	737
Wsteczna propagacja błędów	738
Wybór współczynnika uczenia	739
Wyjście	740
Zbiór testowy	741
Zbiór uczący	742
Zbiór walidacyjny	743
Zmiany błędu	744

oprac. BPK