

Spis treści

Przedmowa

1	Wprowadzenie	5
2	Historia powstania i kierunki rozwoju sieci neuronowych	8
2.1	Dzieje badań nad sieciami neuronowymi	8
2.2	Czym jest sieć neuronowa?	12
2.3	Aktualne kierunki badań i zastosowań sieci neuronowych	13
2.4	Ogólne właściwości sieci neuronowych	18
2.5	Narzędzia realizacji sieci neuronowych	19
2.5.1	Uwagi ogólne	19
2.5.2	Oprogramowanie do modelowania sieci	20
2.5.3	Neurokomputery oferowane do sprzedaży	23
2.5.4	Firmy wytwarzające sprzęt i oprogramowanie dla neurokomputingu	25
3	Liniowe sieci neuronowe	27
3.1	Neurony	27
3.2	Warstwa neuronów jako najprostsza sieć	29
3.3	Uczenie pojedynczego neuronu	30
3.4	Matematyczne aspekty procesu uczenia sieci	33
3.5	Uczenie sieci elementów liniowych	35
3.6	Uczenie bez nauczyciela	37
3.7	Warianty metod uczenia i samouczenia	38
3.8	Uczenie z rywalizacją i sieci Kohonena	40
3.9	Uczenie z forsowaniem	43
3.10	Przyspieszanie procesu uczenia	45
3.11	Uwagi końcowe	47
4	Nieliniowe sieci neuronowe	49
4.1	Nieliniowy model neuronu	49
4.2	Właściwości nieliniowego modelu neuronu	51
4.3	Właściwości nieliniowych sieci wielowarstwowych	52
4.4	Formy nieliniowości neuronu	55
4.5	Uczenie nieliniowego neuronu	57
4.6	Uczenie sieci nieliniowej	59

4.7 Dobór parametrów uczenia sieci	62
5 Sieci CP	65
5.1 Pomysł sieci „przesyłającej żetony” (Hecht-Nielsena)	65
5.2 Działanie pierwszej warstwy sieci CP	66
5.3 Przykład sieci CP pokazujący wady jej działania	67
5.4 Zadania drugiej warstwy sieci	68
5.5 Uczenie pierwszej warstwy sieci CP	68
5.6 Uczenie drugiej warstwy sieci CP	70
5.7 Przykład zadania rozwiązywanego przez sieć CP	70
5.8 Autoasocjacyjna sieć CP	71
6 Sieci rezonansowe	74
6.1 Podstawowy schemat działania sieci	74
6.2 Uczenie sieci ART	76
6.3 Zasada działania sieci ART	78
6.4 Rola i struktura układu konkretnego	79
6.5 Układ orientujący	82
6.6 Mankamenty sieci ART	84
7 Sieć Hopfielda	86
7.1 Sprzężenie zwrotne jako nowa jakość w strukturach sieci	86
7.2 Natura procesów w sieciach Hopfielda	87
7.3 Stany równowagi w sieci Hopfielda	88
7.4 Procesy dynamiczne w sieciach Hopfielda	89
7.5 Pamięć autoasocjacyjna	90
7.6 Maszyny Boltzmanna	91
7.7 Przykład zastosowania sieci Hopfielda — konwerter	93
7.8 Rozwiązywanie problemu komiwojażera	94
8 Sieci pamięci skojarzeniowej	98
8.1 Sieć Hintona	98
8.2 Ogólne własności sieci Hintona	100
8.3 Dwukierunkowa pamięć asocjacyjna — sieć BAM	103
8.4 Uczenie sieci BAM i przykład jej działania	106
8.5 Działanie sieci BAM przy braku zgodności ze wzorcem	107
8.6 Pojemność pamięci sieci BAM	109
8.7 Odmiany sieci BAM	110
9 Dynamika procesu uczenia sieci neuronowych	112
10 Przykłady konkretnych zastosowań sieci neuronowych	121
10.1 Rozpatrywanie wybranego zbioru wyrazów	121
10.1.1 Uwagi wstępne	121
10.1.2 Struktura sieci wybranej do badań	121

10.1.3	Uczenie sieci	122
10.1.4	Zbiory uczące i zbiór testujący	122
10.1.5	Współczynniki uczenia	123
10.1.6	Czas uczenia	124
10.2	Rozwiązywanie problemu komiwojażera	125
10.2.1	Opis problemu i programu symulującego sieć	125
10.2.2	Wyniki eksperymentów	125
11	Zakończenie	128
	Dodatek: Techniki realizacji sieci neuronowych	131
D.1	Sieci analogowe	131
D.2	Sieci optoelektroniczne	133
D.3	Sieci realizowane cyfrowo z typowych elementów	133
D.4	Specjalizowane „neuronowe” układy scalone	135
D.5	Podsumowanie	136
	Literatura	137