

Obsah

1. ÚVOD	7
1.1 HISTORIE NEURONOVÝCH SÍTÍ.....	7
1.2 BIOLOGICKÁ PODOBNOST.....	9
1.3 DĚLENÍ SÍTÍ, ZÁKLADNÍ POJMY.....	12
1.3.1 Podle počtu vrstev.....	12
1.3.2 Podle algoritmu učení.....	13
1.3.3 Podle stylu učení.....	14
1.4 PŘENOSOVÉ FUNKCE.....	14
1.4.1 Funkce perceptron.....	15
1.4.2 Funkce binární.....	16
1.4.3 Funkce logistická.....	16
1.4.4 Funkce hyperbolický tangens.....	16
1.5 OBECNÉ SCHÉMA NEURONOVÉ SÍTĚ.....	17
1.6 JAK SÍŤ FUNGUJE.....	19
1.7 MĚŘENÍ VZDÁLENOSTÍ.....	21
1.7.1 Hammingova vzdálenost.....	22
1.7.2 Euklidova vzdálenost.....	22
1.7.3 Vzdálenost Manhattan.....	22
1.7.4 Čtvercová vzdálenost.....	23
1.8 LINEÁRNÍ A NELINEÁRNÍ SEPARABILITA TRÍD.....	23
1.9 TRINÁCTÝ HILBERTŮV PROBLÉM A KOLMOGOROVŮV TEORÉM.....	24
1.10 JAK FUNGUJE LIDSKÝ MOZEK.....	27
2. TYPY SÍTÍ	29
2.1 SÍŤ S DOPŘEDNÝM ŠÍŘENÍM.....	29
2.1.1 Perceptron.....	29
2.1.1.1 Fixní přírůstky.....	31
2.1.1.2 Absolutní korekce.....	31
2.1.1.3 Zlomková korekce.....	31
2.1.1.4 Gradientní metoda.....	32
2.1.2 Příklad použití fixního přírůstku.....	33
2.1.3 Vícevrstvá síť s algoritmem „Backpropagation“.....	35
2.1.3.1 Aktivační fáze.....	35
2.1.3.2 Adaptační fáze (vlastní Backpropagation).....	36
2.1.3.3 Chybová funkce a globální minimum.....	36
2.1.3.4 Odvození algoritmu Backpropagation.....	37
2.1.3.5 Příklad učení a použití sítě s Backpropagation.....	40
2.2 REKURENTNÍ SÍŤ.....	43
2.2.1 Hopfieldova síť.....	43
2.2.1.1 Učení.....	44
2.2.1.2 Vybavování.....	45
2.2.1.3 Odvození.....	46
2.2.2 Síť CLN (Competitive Learning Network).....	47
2.2.2.1 Fáze soutěžení.....	48
2.2.2.2 Fáze odměny.....	50
2.2.3 Síť BAM (Bidirectional Associative Memory).....	51
2.2.3.1 Učení.....	51
2.2.3.2 Vybavování.....	52
2.3 SÍŤ SE SAMOORGANIZACÍ.....	53
2.3.1 Kohonenova síť.....	53
2.3.1.1 Učení.....	54
2.3.1.1.1 Inicializace.....	54
2.3.1.1.2 Předložení vzoru.....	54

2.3.1.1.3	Určení vzdálenosti.....	54
2.3.1.1.4	Určení vítěze (nejbližšího neuronu).....	55
2.3.1.1.5	Adaptace vah.....	55
2.3.1.2	Vybavování.....	55
2.3.1.2.1	Předložení vzoru.....	55
2.3.1.2.2	Určení vzdálenosti.....	55
2.3.1.2.3	Určení vítěze (nejbližšího neuronu).....	56
2.3.2	ART síť (<i>Adaptive Resonant neTwork</i>).....	56
2.3.2.1	Adaptační fáze ART1.....	57
2.3.2.2	Struktura sítě.....	58
2.3.2.3	Příklad ART1.....	61
3.	OPTIMALIZACE TOPOLOGIE NEURONOVÉ SÍTĚ.....	64
3.1	POČET VRSTEV.....	64
3.2	POČET NEURONŮ VE VRSTVÁCH.....	65
3.3	OPTIMALIZACE STRUKTURY SÍTĚ POMOCÍ GENETICKÝCH ALGORITMŮ.....	66
3.3.1	Struktura sítě a její „šlechtění“ pomocí genetických algoritmů.....	67
3.3.2	Šlechtění sítě.....	69
4.	PŘÍPRAVA TRÉNOVACÍ MNOŽINY.....	71
4.1	MNOŽSTVÍ VZORKŮ (VEKTORŮ, ČLENŮ TRÍD A TRÍD).....	71
4.2	DĚLKA A POSUN VEKTORŮ.....	72
4.3	TRANSFORMACE ORIGINÁLNÍCH HODNOT ČLENŮ VEKTORŮ.....	74
4.4	HRANIČNÍ PŘÍPADY ČLENŮ TRÍD.....	76
5.	OPTIMÁLNÍ START UČENÍ.....	77
5.1	SIMULOVANÉ ŽIHÁNÍ.....	78
5.2	GENETICKÉ ALGORITMY.....	79
5.2.1	Genetický algoritmus.....	82
5.2.1.1	Navržení genetické struktury.....	82
5.2.1.2	Inicializace.....	83
5.2.1.3	Ohodnocení.....	83
5.2.1.4	Volba rodičů.....	85
5.2.1.5	Reprodukce.....	85
5.2.1.6	Mutace.....	85
5.3	LINEÁRNÍ REGRESE.....	86
6.	POUŽITÍ NEURONOVÝCH SÍTÍ.....	90
6.1	KLASIFIKACE.....	90
6.2	DVOUHODNOTOVÁ KLASIFIKACE (BINÁRNÍ).....	92
6.3	VÍCEHODNOTOVÁ KLASIFIKACE.....	92
6.4	AUTOASOCIACE.....	94
6.5	JAK NAUČIT SÍŤ AUTOASOCIACI.....	95
6.6	POTLAČENÍ ŠUMU.....	97
6.7	UČENÍ SE VZORY OBSAHUJÍCIMI ŠUM.....	99
6.8	PREDIKCE.....	100
6.9	PRINCIP PREDIKCE.....	101
6.10	PREDIKČNÍ INTERVAL, POSUN A PŘEDSTIH.....	102
6.11	TRENDY, VARIACE A DIFERENCE.....	103
6.12	VÍCENÁSOBNÁ PREDIKCE.....	104
6.13	PREDIKČNÍ CHYBA.....	105
6.14	PŘÍKLAD PREDIKCE - SLUNEČNÍ AKTIVITA.....	107
6.15	PŘÍKLAD IDENTIFIKACE GEOMETRICKÝCH STRUKTUR V ČASOVÝCH ŘADÁCH.....	110
6.16	FRAKTÁLNÍ VIDĚNÍ, KOMPRES DAT A JEJICH ŠIFROVÁNÍ.....	115
7.	FUNKČNÍ APROXIMACE.....	118
7.1	INVERZNÍ APROXIMACE.....	118

7.2	NEURONOVÉ SÍTĚ A REGRESE.....	119
8.	POUŽITÁ A DOPORUČENÁ LITERATURA.....	121
9.	REJSTŘÍK.....	122

Seznam obrázků

OBR. 1.1-1	MODEL NEURONU Z 40. LET	7
OBR. 1.2-1	SCHÉMATICKÁ PODOBNOST TECHNICKÉHO A BIOLOGICKÉHO NEURONU	10
OBR. 1.2-2	SCHÉMA SYNAPSE	11
OBR. 1.4-1	PŘENOSOVÉ FUNKCE NEURONU	15
OBR. 1.4-2	NEJVÍCE POUŽÍVANÁ FUNKCE - LOGISTICKÁ	15
OBR. 1.5-1	VÍCEVRSTVÁ SÍŤ	18
OBR. 1.5-2	RŮZNÉ TOPOLOGIE SÍTÍ	19
OBR. 1.6-1	NELINEÁRNÍ HRANICE MEZI TRÍDAMI - IDEÁLNÍ PŘÍPAD	20
OBR. 1.8-1	PROBLÉM NELINEÁRNĚ SEPARABILNÍ	24
OBR. 1.8-2	PROBLÉM LINEÁRNĚ SEPARABILNÍ	24
OBR. 1.9-1	TRANSFORMAČNÍ SÍŤ PODLE LORENTZ-SPRECHEROVY ROVNICE	26
OBR. 1.10-1	„MEMORY SWITCH“	31
OBR. 1.10-2	ČTVEREC	28
OBR. 2.1-1	SCHÉMA SÍTĚ PERCEPTRON	29
OBR. 2.1-2	LINEÁRNÍ SEPARABILITA Z PŘÍKLADU	33
OBR. 2.2-1	HOPFIELDOVA SÍŤ	43
OBR. 2.2-2	SCHÉMA SÍTĚ CLN	48
OBR. 2.2-3	SCHÉMA BAM SÍTĚ	51
OBR. 2.3-1	KOHONENOVA SÍŤ	53
OBR. 2.3-2	ADAPTAČNÍ FUNKCE OKOLÍ	55
OBR. 2.3-3	SCHÉMA SÍTĚ ART	57
OBR. 3.2-1	OPTIMALIZOVANÁ STRUKTURA SÍTĚ	65
OBR. 3.3-1	DRUHY ADRESOVÁNÍ V CHROMOZÓMU	67
OBR. 3.3-2	KONVERZE MEZI SÍTÍ A CHROMOZÓMEM	69
OBR. 3.3-3	CYKLUS ŠLECHTĚNÍ SÍTĚ POMOCÍ GENETICKÝCH ALGORITMŮ	70
OBR. 4.2-1	HRUBÁ TRANSFORMACE OBRÁZKU DO MATICE	73
OBR. 4.2-2	JEMNĚJŠÍ TRANSFORMACE OBRÁZKU DO MATICE	73
OBR. 4.2-3	POSUV VEKTORŮ	74
OBR. 4.4-1	PRŮŘEZ PLOCHOU GLOBÁLNÍ CHYBY	83
OBR. 4.4-2	PLOCHA GLOBÁLNÍ CHYBY VE 3D77	83
OBR. 5.2-1	DNA	80
OBR. 5.2-2	BIOLOGICKÉ CHROMOZÓMY	86
OBR. 5.2-3	DĚLENÍ DNA	81
OBR. 5.3-1	LINEÁRNÍ REGRESE	88
OBR. 6.5-1	SINUSOIDA	95
OBR. 6.5-2	OSAMĚLÁ SINUSOIDA	95
OBR. 6.5-3	KUMULACE VEKTORŮ	96
OBR. 6.6-1	H SE ZAŠUMĚNÍM 0 A 20 %	97
OBR. 6.6-2	H SE ZAŠUMĚNÍM 50 % - 2 POKUSY	98
OBR. 6.6-3	H SE ZAŠUMĚNÍM 75 % - 2 POKUSY	98
OBR. 6.7-1	VHODNÍ KANDIDÁTI PRO UČENÍ SE ZAŠUMĚNÝMI VZORY	99
OBR. 6.9-1	PRINCIP PREDIKCE	102
OBR. 6.11-1	LINEÁRNÍ REGRESE	104
OBR. 6.12-1	VÍCENÁSOBNÁ PREDIKCE	105
OBR. 6.14-1	ORIGINÁLNÍ SLUNEČNÍ ŘADA	109
OBR. 6.14-2	VYHLAŽENÁ SLUNEČNÍ ŘADA	109

OBR. 6.14-3 AUTOPREDIKCE.....	109
OBR. 6.14-4 PREDIKCE.....	110

Seznam tabulek

TABULKA 1.1-1 - ROZDÍL MEZI PC A NS	9
TABULKA 1.8-1 DATA PRO NLS PROBLÉM	24
TABULKA 1.8-2 - DATA PRO LS PROBLÉM.....	24
TABULKA 2.1-1 VÝPOČET VAH PERCEPTRONU.....	34

Seznam vět

VĚTA 1.2-1 O GENERALIZACI NEURONOVÝCH SÍTÍ.....	9
VĚTA 1.3-1 TYPY SÍTÍ.....	12
VĚTA 1.4-1 O PŘENOSOVÝCH FUNKCÍCH.....	14
VĚTA 1.5-1 O TOPOLOGII A PARAMETRECH SÍTĚ.....	17
VĚTA 1.6-1 O FÁZÍCH SÍTĚ A TRÍDÁCH.....	19
VĚTA 1.7-1 MĚŘENÍ VZDÁLENOSTI.....	21
VĚTA 1.8-1 O SEPARABILITĚ.....	23
VĚTA 1.10-1 O SPOLEČNÝCH VLASTNOSTECH MOZKU A SÍTÍ.....	27
VĚTA 2.1-1 O PERCEPTRONU.....	29
VĚTA 2.1-2 O VÍCEVRSTVÉ SÍTÍ.....	35
VĚTA 2.2-1 O HOPFIELDOVÉ SÍTÍ.....	43
VĚTA 2.2-2 O SÍTÍ CLN.....	47
VĚTA 2.2-3 O SÍTÍ BAM.....	51
VĚTA 2.3-1 O KOHONENOVÉ SÍTÍ.....	53
VĚTA 2.3-2 O SÍTÍ ART.....	56
VĚTA 2.3-1 OPTIMALIZACE TOPOLOGIE SÍTĚ.....	64
VĚTA 3.3-1 O PŘÍPRAVĚ TRÉNOVACÍ MNOŽINY.....	71
VĚTA 4.4-1 OPTIMÁLNÍ START UČENÍ.....	77
VĚTA 5.3-1 POUŽITÍ SÍTÍ.....	90
VĚTA 6.1-1 O KLASIFIKACI.....	90
VĚTA 6.4-1 O AUTOASOCIACI.....	94
VĚTA 6.8-1 O PREDIKCI.....	100
VĚTA 6.14-1 O FUNKČNÍ APROXIMACI.....	118