

Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék 1

Előszó 8

1.	Bevezetés	13
2.	A neurális hálózatok felépítése, képességei	19
2.1.	A neurális hálózat definíciója, működése	19
2.2.	A neurális hálózat elemei, topológiája	21
2.2.1.	A neuronok felépítése	21
2.2.2.	A neurális hálózatban használt összeköttetések	27
2.2.3.	A neurális hálózatok topológiája	27
2.3.	A neurális hálózatok alapvető számítási képességei, felhasználási területei	32
2.3.1.	A neurális háló, mint approximáló rendszer	33
2.3.2.	A neurális hálózat, mint asszociatív memória	35
2.3.3.	A neurális háló, mint optimalizáló rendszer	36
2.4.	A neurális hálózatok approximációs képessége	37
2.4.1.	Matematikai leképezések közelítése neurális hálóval, a probléma megfogalmazása	37
2.4.2.	Két nemlineáris réteget használó approximációs hálózatok	38
2.4.3.	Egy nemlineáris réteget használó approximációs hálózatok	41
3.	Tanulás adatokból	45
3.1.	Ellenőrzött tanulás (tanítóval történő tanítás)	48
3.2.	Nemellenőrzött tanulás	60
3.3.	A statisztikus tanuláselmélet alapjai	61
3.3.1.	Az ERM konzisztenciája	62
3.3.2.	Strukturális kockázat minimalizálás	71
3.4.	Tanulás és statisztikai becslések	74
3.5.	Determinisztikus és sztochasztikus szélsőérték-kereső eljárások	79
3.5.1.	Gradiens alapú szélsőérték-kereső eljárások	80
3.5.2.	Sztochasztikus szélsőérték-kereső eljárások	106
4.	Az elemi neuron	122
4.1.	A Rosenblatt perceptron	123
4.1.1.	A perceptron tanulása	124
4.1.2.	A perceptron tanulás konvergenciája	127
4.1.3.	A perceptron kapacitása	129
4.2.	Az adaline	131
4.2.1.	Az adaline tanítása	131
4.3.	Egy processzáló elem szigmoid kimeneti nemlinearitással	134
4.4.	További elemi neuronok	137
5.	A többrétegű perceptron (MLP)	139
5.1.	Az MLP felépítése	139
5.2.	Az MLP tanítása, a hibavisszaterjesztéses algoritmus	141
5.3.	Az MLP konstrukciójának általános kérdései	145
5.3.1.	A hálózat méretének megválasztása	145
5.3.2.	A tanulási tényező és a súlyok kezdeti értékeinek megválasztása	151
5.3.3.	A tanító pontok felhasználása, a háló minősítése	154
5.3.4.	A hibavisszaterjesztéses algoritmus változatai	162
6.	Bázisfüggvényes hálózatok	166
6.1.	Az RBF (Radiális Bázisfüggvényes) hálózat	169
6.1.1.	Középpont kiválasztó eljárások	172
6.1.2.	A szélességparaméter meghatározása	181

6.1.3.	RBF változatok	184	
6.1.4.	A kizáró VAGY (XOR) probléma megoldása RBF hálózattal		186
6.2.	A CMAC hálózat	187	
6.2.1.	A háló komplexitása	192	
6.2.2.	A CMAC hálózat fontosabb tulajdonságai	197	
6.2.3.	A CMAC háló tanítása	208	
6.2.4.	CMAC változatok	211	
6.3.	Az MLP és a bázisfüggvényes hálózatok összehasonlítása	219	
7.	Kernel módszerek	225	
7.1.	Egy egyszerű kernel gép	227	
7.2.	Kernel függvények	231	
7.3.	Szupport Vektor Gépek	234	
7.3.1.	Lineárisan szeparálható feladat lineáris megoldása	235	
7.3.2.	A lineárisan nem szeparálható feladat lineáris megoldása	242	
7.3.3.	Nemlineáris szeparálás	245	
7.3.4.	Szupport vektor gépek regressziós feladatra	249	
7.3.5.	Az SVM neurális értelmezése	256	
7.3.6.	Az SVM hatékonyabb megvalósításai	257	
7.4.	SVM változatok	260	
7.4.1.	Az LS-SVM	261	
7.4.2.	Az LS-SVM hatékonyabb megoldása	269	
7.4.3.	LS2-SVM	270	
7.4.4.	Ridge regresszió	277	
7.5.	Kernel CMAC: egy LS-SVM gép véges tartójú kernel függvényekkel		283
7.5.1.	Kernel CMAC súlykiegyenlítő regularizációval	287	
7.6.	A kernel gépek összefoglaló értékelése	289	
8.	Ellenőrzött tanítású statikus hálók alkalmazásai	294	
8.1.	Felismerési feladatok (képosztályozás)	296	
8.1.1.	Számjegyfelismerés speciális struktúrájú MLP-vel	297	
8.1.2.	Számjegyfelismerés egyrétegű hálózattal	298	
8.1.3.	Számjegyfelismerés MLP-vel, újabb eredmények	301	
8.2.	Szövegosztályozás	304	
8.2.1.	Spam szűrés SVM-mel	305	
8.3.	Ipari folyamatok modellezése	306	
8.3.1.	Gumigyártási folyamat modellezése RBF-fel	307	
8.3.2.	Acélgyártási folyamat modellezése	309	
8.3.3.	Néhány egyéb alkalmazás	313	
9.	Időfüggő (szekvenciális) hálók	317	
9.1.	Regresszorválasztás, modellstruktúra választás	318	
9.2.	Dinamikus neurális modellek	321	
9.3.	Előrecsatolt időfüggő hálózatok	325	
9.3.1.	A FIR-MLP háló	325	
9.3.2.	Egyéb NFIR hálóstruktúrák	334	
9.4.	Visszacsatolt (rekurzív) hálózatok	334	
9.4.1.	Rekurzív háló időbeli kiterítése	335	
9.4.2.	Rekurzív hálók tanítása pillanatnyi gradiens alapján	339	
9.5.	Dinamikus hálózatok kialakításának néhány további lehetősége		344
9.5.1.	A parciális deriváltak számítása	345	
9.5.2.	Neurális hálózatot tartalmazó összetett struktúrák tanítása	348	
9.6.	Dinamikus hálók alkalmazása	351	

9.6.1.	Identifikáció, rendszermodellezés	352
9.6.2.	Szabályozás, modell alapú adaptív szabályozás	366
9.6.3.	Néhány tipikus alkalmazási terület	368
10.	Moduláris háló	377
10.1.	Moduláris háló kialakítása feladat dekompozíció alapján	379
10.2.	Szakértőegyettesek	386
10.2.1.	Háló optimális lineáris kombinációja	387
10.2.2.	Pontos és különböző szakértők együttese	389
10.2.3.	MOE (Mixture Of Experts) architektúra	393
10.3.	Moduláris háló kialakítása a tanító mintakészlet módosításával	401
10.3.1.	Boosting	402
10.4.	A moduláris eljárások összefoglaló értékelése	407
11.	Nemellenőrzött tanulású hálózatok	411
11.1.1.	Hebb tanulás	412
11.1.2.	Versengő tanulás	414
11.2.	Kohonen háló, kompetitív hálózatok	415
	A Kohonen háló tanítása	416
11.2.1.	Felügyelt tanulás alkalmazása Kohonen hálózatnál: tanuló vektorkvantálás (LVQ).	422
11.3.	Adattömörítés Hebb tanulásra alapuló hálózatokkal, PCA, KLT.	423
11.3.1.	A KL transzformáció és optimalitása	425
11.3.2.	Az Oja szabály, a legnagyobb sajátértéknek megfelelő sajátvektor meghatározása.	428
11.3.3.	Főkomponens- és altér hálózatok	431
11.3.4.	Lineáris többrétegű perceptron, mint adattömörítő hálózat	437
11.4.	Nemlineáris PCA és altér háló	439
11.4.1.	Kernel PCA	441
11.4.2.	Nemlineáris többrétegű perceptron, mint adattömörítő hálózat	447
11.4.3.	Független komponens analízis	449
12.	Analitikus tanítású hálózatok	464
12.1.	A Hopfield hálózat	464
12.1.1.	Minták tárolása	466
12.1.2.	Az energiafüggvény	470
12.1.3.	Az energiafüggvény felhasználása	473
12.2.	A Boltzmann gépek	474
12.2.1.	Problémák a Hopfield hálózat alkalmazásakor	474
12.2.2.	Szimulált lehűtés	476
12.3.	Mean-field hálózatok	479
12.4.	Hopfield típusú hálózatok alkalmazása optimalizációs problémákra	483
12.4.1.	Az utazó ügynök probléma	486
12.4.2.	Rádiófrekvenciák kiosztása neurális hálózattal	488
12.4.3.	A/D konverter megvalósítása Hopfield hálózattal	489
13.	Hibrid-neurális rendszerek	492
13.1.	Az a priori tudás felhasználása virtuális minták generálására	494
13.2.	Az a priori tudás beépítése a tanuló eljárásba	497
13.2.1.	Monoton válaszú kernel regresszió	498
13.2.2.	Tudásalapú szupport vektor gép	499
13.2.3.	Súlyozott margójú szupport vektor gép	503
13.3.	KBANN, a tudás alapú neurális hálózat	506
13.3.1.	Apriori tudás használata a kezdeti hipotézis kialakításában: KBANN	508

13.3.2. Az elméleti tudás neurális hálózatba történő konvertálása	509
13.3.3. Szabály- neuron konverzió	514
13.3.4. A KBANN háló finomítása	515
13.3.5. Szabályok kinyerése - finomított domén elmélet	517
13.3.6. Új csomópontok dinamikus hozzáadása a KBANN háléhoz: TopGen algoritmus	520
13.3.7. A KBANN háló topológiájának megváltoztatása genetikus módszerrel: REGENT	524
14. Gyakorlati feladatmegoldás: adatelőkészítés, lényegkiemelés	528
14.1. Zajos adatok	529
14.1.1. Nem Gauss eloszlású zajok hatása	529
14.1.2. Zajos adatok felhasználása az adatok megfelelő súlyozásával (EIV módszer)	531
14.2. Az adatok előfeldolgozása	534
14.2.1. Adatok hihetőségvizsgálata	535
14.2.2. A bemeneti adatok normalizálása	535
14.2.3. Diszkrét értékekkel reprezentált szimbolikus adatok kezelése	538
14.2.4. Invariáns tulajdonságok elérését segítő előfeldolgozás	539
14.3. Kilógó adatok	540
14.3.1. Kilógó értékek modellezése klaszterezéssel, az EM algoritmus	542
14.4. Hiányzó adatok	549
14.5. Lényegkiemelés	555
14.5.1. A dimenziócsökkentés (lényegkiemelés) célja	555
14.5.2. Problémfüggetlen, általános eljárások (PCA, ICA)	556
Összegzés, várható fejlődési irányok	564
Függelék	567
Mátrixok és vektorok [Gol96b], [Róz91]	567
Gauss elimináció [Gol96b]	572
A reduced row echelon alak	575
Feltételes szélsőérték-keresés, Lagrange multiplikatós módszer [Fle86, Boy04]	576
Karush-Kuhn-Tucker feltételek [Cri00], [Boy04]	578
Irodalom	581
Szótár	611
Tárgymutató	611
Jelölések	621