FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 1997, március 21-23

Tendenciák a mesterséges neuron hálók kutatása terén

Szerző: Ferenczi László

Összefoglalás

Ezen dolgozat összefoglalót kíván képezni a mesterséges neuronhálók terén az utóbbi években elért eredményekből. A tudományos élet több területen alkalmazást nyertek a mesterséges intelligenciát alkalmazó módszerek. A szakértő rendszerek mellett ez az a terület ami gyakorlati használhatóságát legjobban bebizonyította.

A neuronhálók működésében fontos szerepet játszanak olyan speciális tulajdonságok mint az öntanulás, asszociáció. Dolgozatom első részében az előrecsatolt hálók műszaki alkalmazás szempontjából lényegesebb típusait ismertetem, majd a versengő hálók egy szűkebb csoportjára fogok kitérni. Befejezésül néhány az utóbbi években elért eredmény műszaki területen való alkalmazhatóságát fogom megvizsgálni. Ezzel egy összefoglaló képet szeretnék adni a neuronhálók főbb típusainak alkalmazási lehetőségeiről.

Biológiai alapok

A legtöbb hálótípusban a neuronmodell hasonló a biológiai neuronhoz. Az emberi agy egy komplex biológiai neurális hálózat, amely idegsejtek, neuronok sokaságát tartalmazza. Az idegi működés a félvezetők kapcsolási sebességéhez képest lassú, de a fejlett párhuzamos működés miatt nagy teljesítményű. A tanulás nem más, mint a neuronok közötti súlyok beállítása. A tanulás lehet felügyelt vagy felügyelet nélküli. (önszerveződő)

1.ábra
Egy idegsejt

2.ábra
Mesterséges neuron

3.ábra
Kétrétegű perceptron

Mesterséges neuron és a perceptron

A mesterséges neuron volt az első mesterséges idegsejt modell, számítógép nélküli megvalósításban. Jelentősége mégis nagy mivel a később kifejlesztett modellek alapjául szolgált. Erre a kezdetleges modellre építve készült el a két rétegű perceptron, amely az elemi mesterséges neuronokat két egymással kapcsolatban lévő rétegbe rendezi. Az első réteg a bemeneti a második a kimeneti réteg szerepét tölti be. Az elemi neuronok a küszöb átviteli függvényt használják. A tanítás során a súlyokat úgy kell

változtatni, hogy az egymással kapcsolatban lévő aktív neuronok között a kapcsolat erősödjön. Ez a Hebb féle tanulás.

A háló hibájának róható fel hogy hasonló minták esetén gyakori a tévesztés. Ezeket hibákat a backpropagation hálók javították ki.

Backpropagation

Ezt a neurális hálót gyakran szokták többrétegű perceptronnak nevezni. A backpropagation egy többrétegű hálózat. Tipikusan 3 vagy 4 réteget szoktak alkalmazni. A perceptron modell nem volt képes a kizáró vagy művelet megtanulására, de a rejtett réteg megjelenésével a backpropagation háló már képes erre. Az XOR művelet jelentős előre lépés volt a perceptronhoz képest. A hálózatot itt is minták alapján tanítjuk. A súlyokat a hibák alapján az általánosított delta szabály szerint módosítjuk úgy, hogy a hálózat kimenetén a hiba kisebb legyen, a minta újbóli tanításakor.

4.ábra

Backpropagation háló (A) és a kizáró vagy művelet (B)

Furat megmunkálás műveleti sorrendjének tervezése backpropagation neuron hálóval

Backpropagation neurális hálózatot alkalmazó szoftverek egyik képviselője a Brainmaker nevezetű program. Néhány éve egy tudományos kutatás keretén belül vizsgálták a műszaki területen való alkalmazhatóságát.[6,7]

Erre az egyik példa a hengeres furatok technológiai paramétereinek becslése, amelynek során a használt algoritmusok nem voltak képesek a technológia váltások határán elhelyezkedő megmunkálások között átmenet képzésére. Például egy tengely végén elhelyezkedő 25 mm átmérőjű furat, ami az algoritmus szempontjából „közepes furatnak” számít, amíg a tőle 0,5 mm-rel kisebb, 24,5 mm-es furat még „kis furatnak” tekinthető és már minőségileg tér el a 0,5 mm-rel nagyobb társától. A példánál maradva mondhatjuk a 25 mm névleges átmérőjű furatot „kicsit jobb” megmunkálni X módon, mint az ugyanolyan feltételek közötti 24,5 mm átmérőjűt, illetve elmondhatjuk, hogy erre már a Z műveletsor „kicsit alkalmasabb” lenne. Semmiképpen sem állíthatjuk azt, hogy X igen, Z pedig egyáltalán nem alkalmazható, ezzel szemben jelenleg ilyen merev algoritmusok működnek szinte minden rendszerben. Létrehoztak egy olyan rendszert, amely képes volt a fenti határok összemosására és az eredményt valószínűségi súlyozással együtt szolgáltatva. Ez a rendszer a Brainmaker programon alapul, amely a backpropagation neuronhálót használja. A furat megmunkálással kapcsolatban két kísérlet történt. Az első esetén háló bemeneti adataiként a furat átmérő, furat pontossági osztálya, érdességi osztálya, míg kimenetként a furat megmunkálási sorrendje szolgált. Ebben az esetben a betanítás bináris jellegű (kizáró) volt, ami azt jelenti, hogy a kimenetek közül mindig csak egyet tekintünk aktívnek, az összes többi passzív állapotban volt. Azaz egy megadott bemeneti mintára csak egy kimenetet aktivált. Míg a második esetben egy kicsit másképp történt. Itt a neuronháló a bementi adatokból csak a következő szükséges művelet típusát állapította meg, és csak már furatos előgyártmányok szerepeltek bemenetként. Egy input vektor egyidejűleg több kimenetet is aktiválhatott. A felépített és betanított hálót ezek után egy ellenőrzésnek vetették alá, ami három részből állt. Az elsőben a tesztadatokkal futtatva a betanított hálózatot a jó és rossz válaszok aránya jellemezte a betanítás hatékonyságát, minőségét. A második

módszernél lehetőségünk volt egy-egy kimeneti neuron kiválasztására, s a tesztelő eljárás megmutatta, hogy a kiválasztott output neuron gerjesztettsége mely input neuronoktól és milyen mértékben függ. A harmadik tesztelési lehetőség a bemeneti neuronok valamelyikének lineáris változtatott gerjesztése, midőn a többi aktuális gerjesztettségű maradt. Eközben lehetőségünk volt bármelyik kimeneti neuron gerjesztettségi állapotának figyelésére is. Itt ez különösen alkalmas ellenőrzési módszer, hiszen éppen a furatátmérő változásának hatására van szükségünk. Mind a két esetben használhatónak bizonyult a backpropagation neuron háló.

Hátracsatolt neuronháló modellek

A hátracsatolt modelleknél az input réteg neuronjai felől nemcsak előre, az output réteg neuronjai felé halad az inger, hanem visszafelé is. Így egy neuron kimenete visszacsatolódik egy megelőző réteg neuronjára, ezáltal a visszacsatolt neuron bemenetének értéke függhet a korábbi kimeneti értéktől.

Hopfield Féle Neuron háló

A Hopfield háló egyrétegű neuronhálózat, amelyben minden neuron kimenete a többi elem bemenetére a beállítható súlyozással van visszacsatolva. Ez az egyetlen neuron réteg, inputként és outputként is szerepel. A neuronok kapcsolata szimmetrikus. A hálózat tanítását a módosított Hebb szabály alapján végezzük. A Hopfield háló esetében alkalmazott módosított szabály a súlyok erősségét növeli vagy csökkenti annak megfelelően, hogy a két neuron kimenete megegyező vagy különböző állapotú. A hálót elsősorban bináris minták tárolására, illetve a tárolt képek hiányos változatainak felismerésére lehet használni. Jelentős alkalmazási területe még az optimalizációs problémák megoldása. Nevezetesen alkalmazása az utazóügynök feladat megoldása (a városok mindegyikét egyszer és csak egyszer érintő legrövidebb körút megadása).

Kétszintű folyamatoptimalizációs lehetőség Hopfield féle neuronháló segítségével

Optimalizációs problémánál elsődleges feladatunk a célfüggvény megválasztása. Egyöntetű cél a mai vállalatok tervezési rendszerében, hogy a gyártási folyamatnak a rendelkezésre álló erőforrások figyelembevételével, az előírt minőség betartásával minimális anyag, energia, idő, stb. ráfordítása legyen. Cél a gyártási költségek minimalizálása. A gyártási költségek alapvetően két csoportra bonthatók: a munkadarabok konkrét megmunkálásával kapcsolatos és a megmunkálások közötti átmenetekkel kapcsolatos költségekre. A kétszintű optimalizálás lényege: az első szinten felületenként kiválasztjuk a műveleti költségek szempontjából optimális megmunkálásokat, majd a második szinten ezeket a megmunkálásokat úgy rendezzük sorba hogy az átmeneti költségek összege minimális legyen. A két szinten felmerülő problémákról a következőket állapíthatjuk meg. Az első szint „legrövidebb út” problémája nem jelent nehézséget, ellentétben a második szinttel ami az operációkutatásból ismert

5.ábra

Hopfield háló

Bemeneti minta

6.ábra

Kohonen háló

„utazó ügynök probléma” technológiai tartalmú analógiája. Ez a probléma az NP-teljes problémák csoportjába tartozik, azaz nagy valószínűséggel nem létezik olyan algoritmus, amely nagyméretű feladatok megoldását elfogadható futási

idővel szolgáltatná. Az utazó ügynök problémára a feladat megoldása során szigorító feltételeket teszünk. A feladat megoldására több lehetőségünk van. Úgymint: teljes leszámolás, eredeti utazó ügynök feladat megoldásának átalakítása, speciális egzakt módszerek, heurisztikus algoritmusok.[4,7] Az eredeti utazó ügynök feladatot az említett Hopfield - féle neuron háló segítségével is meghatározható.

A Hopfield modell egy 10 várost tartalmazó feladat esetén 20 futtatás során 16-szor konvergál a lehetséges körúthoz, ebből 8 a legjobb körutat adja meg 181.440 lehetséges körút közül.

Kohonen neuron háló modell

Az önszervező hálózat a bemeneti minták topologikus leképezését végzi el: a minták olyan rendezését, amelynek során az egymáshoz közeli minták egymáshoz közeli osztályokba kerülnek. Az egyrétegű hálózat a bemeneti tároló elemeit a súlyokon keresztül egy kétdimenziós hálóra vetíti, ahol a neuronok egymással versengve, a legerősebb neuront kijelölve választják ki, hogy melyik neuron fogja a kijelölt mintát reprezentálni.

Alkatrészcsaládok és gépcsoportok képzése

A csoport technológiát jellegzetesen a kis és közepes gyártási tételszám esetén használható. Három módszer ismert a technológiai csoportok kialakításához: az alakszerinti csoportosítás, osztályozás és kódolás és termelési folyamat elemzése. Ez utóbbihoz kapcsolódóan ismert a mátrix manipulációs módszer. Ezen eljárás előnye, hogy elkerüli a szubjektív és komplex osztályozási elveket. A módszer egy olyan mátrixon alapul amelynek vízszintes sorai a szerszámgépek a függőleges sorai az alkatrészekre vonatkoznak. A mátrix x_{ij} elemei egyenlők eggyel ha az i . gép szükséges a j . alkatrész megmunkálásához és nulla ha ez nem igaz. Nagy méretű mátrixok esetén a sok szűk keresztmetszet miatt nehéz ezeket a mátrixokat használni. Az önszerveződő neuron hálók képesek a mintákban rejlő hasonlóság felismerésére. Ezt a tulajdonságot használhatjuk az alkatrészcsaládok és gépcsoportok azonosítására a gép előfordulási mátrix alapján. Két megközelítés volt a leglényegesebb: a Kohonen modellen és az ART1 hálón alapuló. A gépcsoportok és alkatrészcsaládok kialakítását a háló stabil állapotában a súlymátrix alapján tehetjük meg. Az alkatrész osztályok száma a betanítás kezdetén ismeretlen, így csak kevés számú output neuront használhatunk. A stabil állapot beállta után a kimeneti neuronok számának változtatása nincs hatással az eredményre. A neuron hálók osztályozó képessége kiaknázzható a csoport technológiai problémák megoldásához.

Irodalom

- [1]. R. Beale and T. Jackson: Neural Computing: An Introduction, Adam Hilger, Bristol, 1990.
- [2]. Dr. Dudás László: Mesterséges intelligencia módszerek I-II , Oktatási segédlet, Miskolc, 1995.
- [3]. César O. Malavé - Satheesh Ramachanran: Machine-part family formation Artificial Neural Networks for Intelligent Manufacturing, Edited by Cihan H. Dagli, Chapman & Hall 1994.
- [4]. Eszes László: Szakaszos technológiai folyamatok optimalizálása szigorított „utazó ügynök” feladatra visszavezetett módszerrel, Gépgyártástechnológia, XXVII évfolyam, 8.szám, 1987. augusztus
- [6]. Jeanette Lawrence: Introduction to Neural Networks California Scientific Software, Grass Valley, 1991.
- [7]. Máday A. - Dr. Vadász D.: A Brainmaker neuronhálós AI program rendszer adaptációs lehetőségeinek feltárása méretes szerszámokkal végzett furat megmunkálások kiválasztásához, Kutatási jelentés, Miskolci Egyetem, 1991.
- [7]. Máday Attila: Mesterséges neurális hálózatok műszaki alkalmazhatóságának vizsgálata, Kutatási jelentés, Miskolci Egyetem, 1992.
- [8]. Dr. Tóth Tibor: Automatizált műszaki tervezés a gépgyártástechnológiában, Egyetemi jegyzet, Miskolc, 1994.

Ferenczi László doktorandusz,

Miskolci Egyetem, Alkalmazott Informatika Tanszék, Miskolc - Egyetemváros 3515, Tel: +36-46-365-111/19-52, +36-30-585-580, E-mail: ferenczi@iit.uni-miskolc.hu