

## A celluláris neurális hálózatok alkalmazása a robotikában

Gacsádi Sándor'  
Nagyváradai Egyetem

A neurális hálózatok olyan számítási feladatok megoldására létrejött párhuzamos feldolgozást végző adaptív eszközök, melyek eredete a biológiai rendszerektől származtatható. Az ilyen típusú számítási rendszerek hasonló vagy azonos felépítésű nagyszámú, egymással összeköttetésben lévő építőelemekből állnak. A neurális hálózatok nagy mértékben párhuzamos felépítéssel és tanulási képességgel rendelkeznek, emiatt számos feladat megoldásánál nemcsak alkalmasnak, hanem alapvetően jobbnak is bizonyultak mint a hagyományos algoritmikus számítási rendszerek. Ilyen feladatok a különféle felismerési problémák (szöveg illetve kép felismerés), vagy a különféle optimalizálási feladatok. A neurális hálózatok hasonlóan fontos alkalmazási területe a nemlineáris rendszerek vizsgálata, szabályozása, amilyen például a robotika.

A neurális hálózatok tudománya egy alternatíva lehet más hagyományos eljárásokkal szemben, bár nem tökéletes megoldás bármilyen problémára.

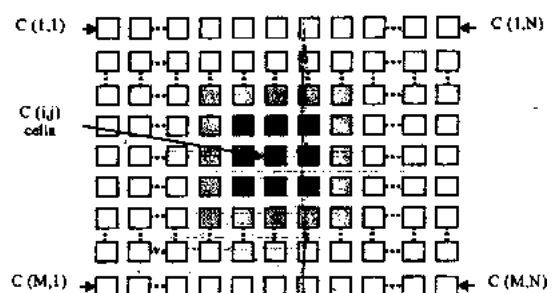
### Celluláris neurális hálózatok

A celluláris neurális hálózat (CNN-Cellular neural network [1]) két – esetleg többdimenziós, szabályosan elhelyezkedő, lokális interakcióval rendelkező, nemlineáris dinamikájú cellából épített analóg processzor tömb. Legegyszerűbb esetben a hálózat egy  $M \times N$ -es négyzetráccsal ábrázolható (1. ábra), amelynek minden cellája a saját közvetlen környezetével van összekötve. A cella állapotának szomszédaitól való függését súlytényezők határozzák meg, melyek együttesét template-nek nevezzük. Egy ilyen template a CNN elemi utasítása, amely önmagában egy komplex tér-időbeli dinamikát „kódol”, megoldást adva ezáltal egy-egy konkrét feladatra. Néhány template-ből és logikai műveletből készül az analogikai (analóg és logikai) algoritmus.

Az elemi processzorokat (cellákat) lokális memóriával, logikai, aritmetikai egységgel és egy globális programozó egységgel ellátva kapjuk a CNN Univerzális Számítógépet (CNN-UM [2]) amely egy tárolt programú analogikai szuperszámítógép.

A CNN kutatás fontos tárgyköre a CNN analogikai algoritmusok fejlesztése számos tudományterületen, főleg olyanokban ahol a probléma megoldása a kétdimenziós jelfeldolgozásra vezethető vissza [3]. A CNN szerkezeti felépítéséből adódóan egy cellát egy képpixelnek megfelelően, a CNN-UM számos képfeldolgozási feladatban

alkalmazható. Más típusú neurális hálózatokkal szemben, a CNN-UM nagy előnye a chip-ben való integrálási lehetősége és megvalósítása mai könnyen elérhető technológiával. Ebből adódik a párhuzamos feldolgozás, ami lehetővé teszi a jelfeldolgozást valós időben (real time). Ez különösen fontos a képfeldolgozásban, ahol nagyon nagy a számításiigény és ezért sok időbe kerül az információ feldolgozása.



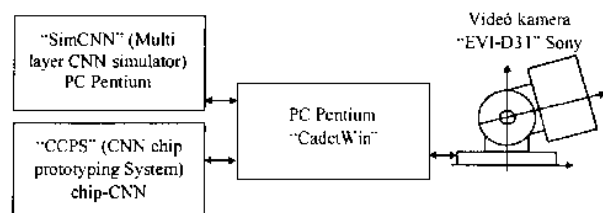
1. ábra

A CNN architektúrát ábrázoló négyzetrács

### Egy mozgó objektum követése videokamerával

A robotikában a felvetődő problémák sokfélék, ezért a neurális hálózatokra mint új módszerek kipróbálására sok lehetőség adódik: pálya tervezés, pálya követés, szenzor információk feldolgozása, tehát képfeldolgozás is; illetve autonóm eszközök intelligens, irányítása.

A felhasznált kísérleti rendszert a 3. ábra szemlélteti. A két szabadságfokú robotkarhoz egy videokamera van rögzítve. A celluláris neurális hálózatok segítségével elkészült egy analogikai algoritmus, amellyel lehetséges a robotkar adaptív irányítása, felhasználva a képfeldolgozás által kapott információkat [4] azokból a képekből, amelyeket a kamera rögzít.



2. ábra

CNN alapú kísérleti rendszer egy mozgó objektum követése videokamerával

Miután először ki választották a felvett képből egy objektumot (egy meghatározott kritérium szerint), a robotkar és ezáltal a kamera is automatikusan követi az objektum mozgását.

A robotkar adaptív vezérlése celluláris neurális hálózatok segítségével, két fő lépést tartalmaz:

i.) Az objektum detektálása, követése egy síkban, abban az esetben, ha nem ismerjük annak sem mozgási irányát, sem sebességét.

ii.) Meghatározni a robotkar aktuális vezérlő értékeit.

Az CNN algoritmusnak gyorsnak kell lennie, ami korlátozza a lépések számát és időtartamát.

A kísérletek elvégzésére a "Cadetwin" fejlesztési környezet szolgált alapul (CNN application development environment and toolkit under Windows). Ez a környezet lehetőséget nyújt a CNN template-ek tanítására és kipróbálására, valamint az algoritmusok alacsony (AMC), illetve magas szintű nyelven (ALPHA) való programjainak létrehozására és a CNN-chip használatára.

A 3-as ábra egy kockát ábrázol azokból a képekből, amelyeket a mozgó kamera rögzített az algoritmus kipróbálása során.



3. ábra

*Laser mozgó nyaláb követése  
egy kép síkfelületén, videokamerával*

A kísérleti eredmények igazolják, hogy a kifejlesztett CNN algoritmus lehetővé teszi egy robotkar adaptív irányítását és ezáltal egy mozgó objektum követését videó kamerával, valós időben.

## Irodalom

- [1.] L.O. Chua, L. Yang, "Cellular neural networks: Theory and Applications", IEEE Transactions on Circuits and Systems, (CAS), Vo1.35, pp. 1257-1290, 1988.
- [2.] T. Roska, L.O. Chua, "The CNN Universal Machine: An analogic array computer". IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Analog and Digital Signal Processing. (CAS-II), Vo1.40, pp. 163-173. 1993.
- [3.] L.O. Chua, T. Roska, "The CNN paradigm". IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Fundamental Theory and Applications, (CAS-I), Vo1.40, pp. 147-156, 1993.
- [4.] A. Gacsádi, P. Szolgay, "An analogic CNN algorithm for following continuously moving objects", Proceedings of the IEEE International Workshop on Cellular Neural Networks and their Applications, (CNNA 2000), pp 99-105, Catania, 2000.
- [5.] \*\*\* "CadetWin-99, CNN application development environment and toolkit under Windows" Version 3.0, Analogical and Neural Computing Laboratory, Computer and Automation Institute, Hungarian Academy of Science. Budapest. 1999.