

Ágens technológiák

Neurális hálózatok

Werner Ágnes

Villamosmérnöki és Információs Rendszerek Tanszék

e-mail: werner.agnes@virt.uni-pannon.hu

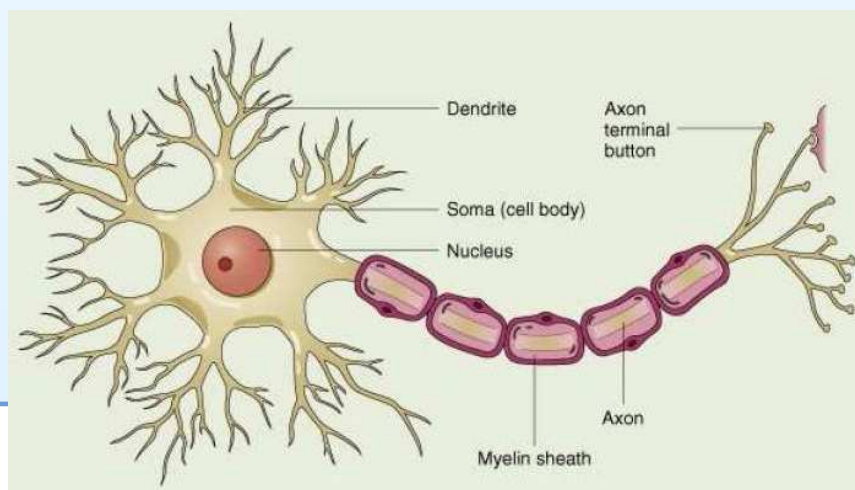
Alapok

A mesterséges neurális hálózat egy rendszer, melynek **modellje az emberi agy**.

Elnevezések: párhuzamosan elosztott feldolgozás, neuroszámítás, gépi tanulási algoritmus, természetes intelligens rendszerek és mesterséges neurális hálózatok.

Tulajdonképpen a neurális hálózat egy kísérlet, amely speciális hardver elemek, és összetett szoftver segítségével szimulálni próbálja a neuronok több rétegű, de egyszerű működési elvét.

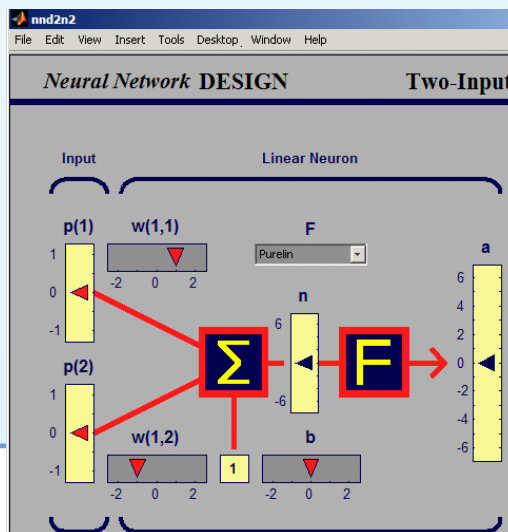
A tanulási folyamat úgy zajlik, hogy a kapcsolatok erősségét változtatjuk olyan irányba, ami a teljes rendszert a helyes eredmény elérésére sarkallja.



A neurális hálózatok tervezési folyamatának lépései

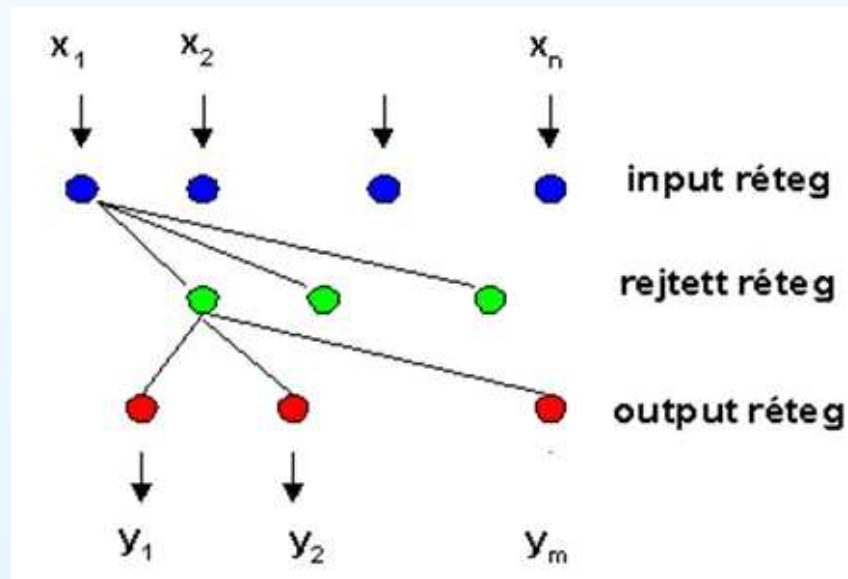
1. A neuronok rétegekbe szervezése.
2. A neuronok kapcsolat típusának meghatározása mind a rétegen belül, mind az egyes rétegek között.
3. Meg kell határozni azt a módszert, ahogy egy neuron fogadja az inputot, és kibocsátja az outputot.
4. Meg kell határozni a kapcsolat erősségét a hálózaton belül úgy, hogy lehetővé tegyük a hálózat számára azt, hogy megtanulja a kapcsolatok megfelelő súlyozását egy ún. öntanuló adatbázist felhasználva.

Neurális hálózat tervezéséhez és a hálózat működésének szimulációjához például használhatjuk a Matlab rendszert.



Topológia

Némely neuronok kapcsolatban állnak a külvilággal, hogy fogadják a bejövő adatokat (input), mások a valóság felé kibocsájtják az eredményeket (output), míg az összes többi neuron rejtve marad a külvilág számára.



Rétegek közti kapcsolat

- *Teljesen összekapcsolt*: Az első réteg összes neuronja összeköttetésben áll a következő réteg összes neuronjával.
- *Részlegesen összekapcsolt*: Az első réteg egy neuronjának nem kell feltétlenül kapcsolódnia a következő réteg összes neuronjához.
- *Add tovább kapcsolat*: Az első réteg neuronjai a kimenő adataikat továbbküldik a következő réteg számára, de semmiféle visszacsatolást a második rétegtől nem kapnak.
- *Kétirányú kapcsolat*: Ebben az esetben a második réteg visszacsatol az első réteg felé. Az Add tovább és a Kétirányú kapcsolat lehet teljesen összekapcsolt és részlegesen összekapcsolt.
- *Hierarchikus kapcsolat*: Ha egy neurális hálózat hierarchikus szerkezetű, az alsóbb réteg neuronjai csak egy következő (mélyebb) réteg neuronjaival kommunikálhatnak.
- *Ismétlődő kapcsolat*: A rétegek kétirányú kapcsolattal rendelkeznek, és egy meghatározott ideig folyamatosan küldhetik üzeneteiket a kapcsolatokon keresztül mindaddig, amíg egy meghatározott célt el nem ér a rendszer.

Rétegen belüli kapcsolat

- *Visszatérő, ismétlődő kapcsolat:* A réteg neuronjai teljesen, vagy részlegesen összekapcsoltak. Miután ezek a neuronok fogadták egy másik réteg adatait (input), a saját kimenő adataikat (output) többször "megbeszélik" egymással, mielőtt azt tovább küldhetnék egy következő réteg számára.
- *Központi/környezetet kizáró kapcsolat:* A rétegben lévő neuron ösztönző (támogató) kapcsolatban áll önmagával és közvetlen szomszédjaival, és gátló kapcsolatban van az összes többi neuronnal.

Hálózat

A neurális hálózat felfogható egy olyan modellnek, amelyben minden neuron *bekapcsolt*, illetve *kikapcsolt* állapotban lehet, és amelyben az átkapcsolás *be* állapotba akkor kerül, amikor a neuront kellő számú szomszédos neuron stimulálja.

A neurális hálózatok jellemzői:

- *Taníthatók*: létezik olyan eljárás, amellyel a hálózat bemenetére adott mintákhoz tartozó kimeneti minták többszöri megadása után a hálózat valamennyi betanult mintához a kívánt legjobb kimenetet szolgáltatja.
- *Általánosító képességgel rendelkezik*: a be nem tanított esetekre is közelítően jó megoldást adnak.
- *Hibatűrők*: az előző tulajdonságokból adódóan a bemeneti hibákra kevésbé érzékenyek.
- *Gyors a válaszidejük*.

Főbb alkalmazási területek:

- mintafelismerés (hang- és képfeldolgozás, alakfelismerés, jelfeldolgozás),
- nem lineáris rendszerek szimulációja (előrebecslés, tanácsadás),
- adattömörítés (képtovábbítás),
- szabályozás.

A McCulloch-Pitts neuron sematikus modellje

Legyenek a bemeneti adatok $x(n) = [x_1(n), \dots, x_m(n)]^T$ m dimenziós vektorok, ahol $n = 1, 2, \dots$ az időpillanatokot jelenti. Az ismeretlen rendszer minden $x(n)$ -hez megad egy $d(n)$ kimeneti értéket.

A célunk az, hogy ezt az ismeretlen rendszert helyettesítsük egy olyan egységgel, amely adott input esetén "hasznló" outputot ad, mint az eredeti.

A McCulloch-Pitts neuron sematikus modellje: A neuron

tüzel, ha inputjainak súlyozott összege $\sum_{j=1}^m w_j x_j$ meghaladja a θ küszöböt.

A McCulloch-Pitts neuron sematikus modellje

A McCulloch-Pitts modellben egy modellneuron működését az

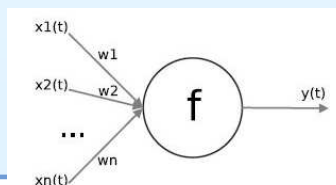
$$y(t+1) = \text{sgn}^+ \left(\sum_{j=1}^m w_j x_j(t) - \theta \right)$$

sgn^+ az egységugrás függvény: $\text{sgn}^+(h) = 1$, ha $h > 0$ és $\text{sgn}^+(h) = 0$ minden más esetben

$x_j(t) \in \{0, 1\}$ pontosan akkor 1, ha a j -edik preszinaptikus neuron a t . időpillanatban tüzel és $y(t+1) \in \{0, 1\}$ akkor 1, ha a modellezett neuronunk tüzelni fog a $t+1$ -edik időpillanatban

A w_j súlyok modellezik a j -edik szinapszis átvivő képességét. Ha $w_j > 0$, akkor a szinapszis gerjesztő, ha $w_j = 0$, akkor a szinapszis nem ereszt át jelet, ha $w_j < 0$, akkor a szinapszis gátló.

A θ paraméter a neuron tüzelési küszöbét jelzi: ha az inputok súlyozott összege meghaladja a θ értéket, a neuron a $t+1$ -edik pillanatban tüzelni fog, egyébként pedig nem tüzel.



Hopfield típusú hálózatok

A neuronhálózatok váza egy súlyozott irányított gráf: a gráf csúcspontjaiban vannak a neuronok, a neuronok összeköttetéseit pedig a gráf éleihez rendelt súlyok határozzák meg.

A Hopfield hálózatok eredetileg az asszociatív memória modellezésének céljára szolgáltak, később azonban kombinatorikai feladatok megoldására és a kiszámíthatóság modellezésére is felhasználták őket.

Ha például az asszociatív memóriaegységünkben képeket tárolunk, akkor a memóriaegység már a kép egy része alapján is képes kell legyen a kép hiányzó részének kiegészítésére.

A Hopfield hálózatokban a memórianyomokat, mint az $X = \{-1, 1\}^N$ tér elemeit reprezentáljuk.

A hálózat N db McCulloch-Pitts-féle neuronból áll, mindegyik neuron mindegyik másik neuronnal össze van kötve.

Az egyrétegű visszacsatolt háló szerkezete

Célja egy nyugalmi helyzet előállítása:

- Minden neuron kezdő állapota egy-egy bemeneti érték.
- Egy neuron mindaddig újra számolja a többi neuron kimeneti értéke alapján a belső állapotát, ameddig az eltér a korábbi állapotától.
- A stabil helyzetben kialakult állapotok lesznek a kimeneti értékek.

A modell működése:

Az i -edik neuron az

$$x_i(t + 1) = \operatorname{sgn}\left(\sum_{j=1}^N w_{ij}x_j(t) - \theta_i\right)$$

képlet alapján számolja ki a következő időpillanatbeli aktivitását

Neurális hálók tanulása

A kapcsolat erősségét a neuronok között egy súly értéként tároljuk.

A rendszer úgy tanulja meg az új ismereteket, hogy ezeken a súly értékeken változtat.

Ami azt jelenti, hogy a háló súlyait "tanítjuk", ami egy iteratív eljárás, melynek során a háló által megvalósított leképezést egy kívánt leképezéshez közelítjük.

A kívánt leképezés a neuronháló tanításánál összetartozó be-és kimeneti mintapontok $\{x_i, y_i\}$ $i = 1, 2, \dots, p$ alapján történik.

A tanító pontokban meghatározva a háló kimenetét és összehasonlítva a kívánt kimenettel hiba képezhető, mely **hibaértékek minimalizálása a cél.**