

Zrínyi Miklós Gimnázium
Művészet és tudomány napja

Tanulás - tanuló gépek - tanuló algoritmusok - mesterséges neurális hálózatok

Dr. Viharos Zsolt János
Elsősorban volt Zrínyis diák
Tudományos főmunkatárs
MTA SZTAKI
Mérnöki és üzleti intelligencia
kutatócsoport
Gyártási és üzleti folyamatok
kutatócsoport-vezető
www.sztaki.hu/~viharos

10/9/2009

Tartalom

- Tanulás
- Tanuló gépek, tanuló algoritmusok
- Mesterséges neurális hálózatok
- Alkalmazások
- Kitekintés

Tanulás



Tanulás - tudásszint & olvasás

- Sárga
- Piros
- Zöld
- Bíbor
- Fekete
- Barna
- Rózsaszín
- Narancssárga
- Fehér
- Kék



yellow

red

green

purple

black

brawn

pink

orange

/1

white

Tudás: 0

blue

Hiba: 10

Tanulás - tudásszint & olvasás

- Sárga
- Piros
- Zöld
- Bíbor
- Fekete
- Barna
- Rózsaszín
- Narancssárga
- Fehér
- Kék



yellow

red

green

purple

black

brawn

pink

orange

/2

white

Tudás: 3

blue

Hiba: 7

Tanulás - tudásszint & olvasás

- Sárga
- Piros
- Zöld
- Bíbor
- Fekete
- Barna
- Rózsaszín
- Narancssárga
- Fehér
- Kék



yellow

red

green

purple

black

brown

pink

orange

/3

white

blue

Tudás: 6

Hiba: 4

Tanulás - tudásszint & olvasás

- Sárga
- Piros
- Zöld
- Bíbor
- Fekete
- Barna
- Rózsaszín
- Narancssárga
- Fehér
- Kék



yellow

red

green

purple

black

brawn

pink

orange

white

blue

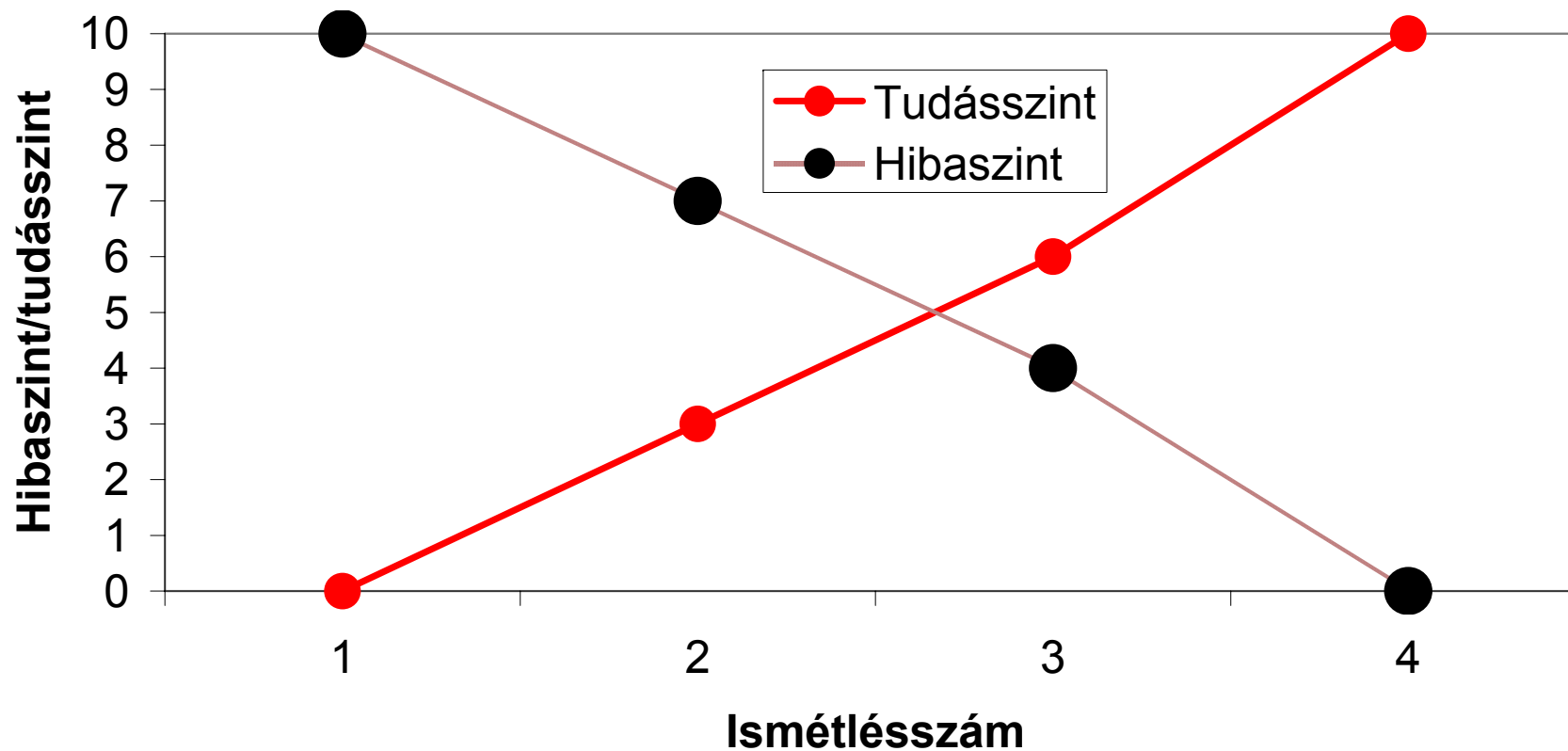
/4

Tudás:10

Hiba: 0

Tudás vs. hiba

A hiba csökkenése az ismétlések számának növelésével



Tanulás - folyamat (számtalan egyszerűsítés!)

- Tananyag - párok
magyarul

angolul

- Tanulás

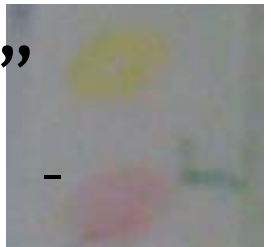
- A tananyag ismételése = párok ismételt olvasása
- Cél: a tudás növelése = a hiba csökkentése
- A tudás növekedése mérhető a hiba csökkenésével



1 bemenet - 1 kimenet

- Tanulás-„raktározás”

- Ismertek a bemenet



- kimenet párok

- Kék



blue

- Tudás-„előhívás” (beszéd, dolgozat, felelés)

- Adott a bemenet



→

kimenet meghatározása

- Kék



Tanuló gépek, tanuló algoritmusok

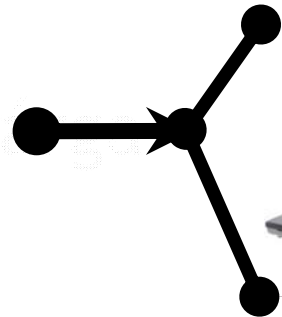
- Tanulás-„raktározás”

- Ismertek a bemenet



- kimenet párok

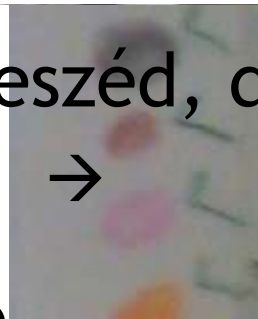
- Kékerőssítésgépek



blueee

- Tudás-„előhívás” (beszéd, dolgozat, felelés)

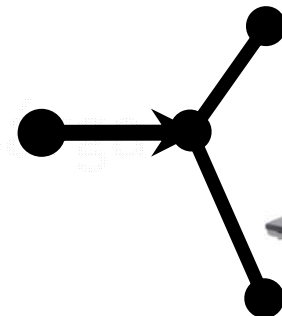
- Adott a bemenet



→

kimenet meghatározása

- Kékerőssítésgépek



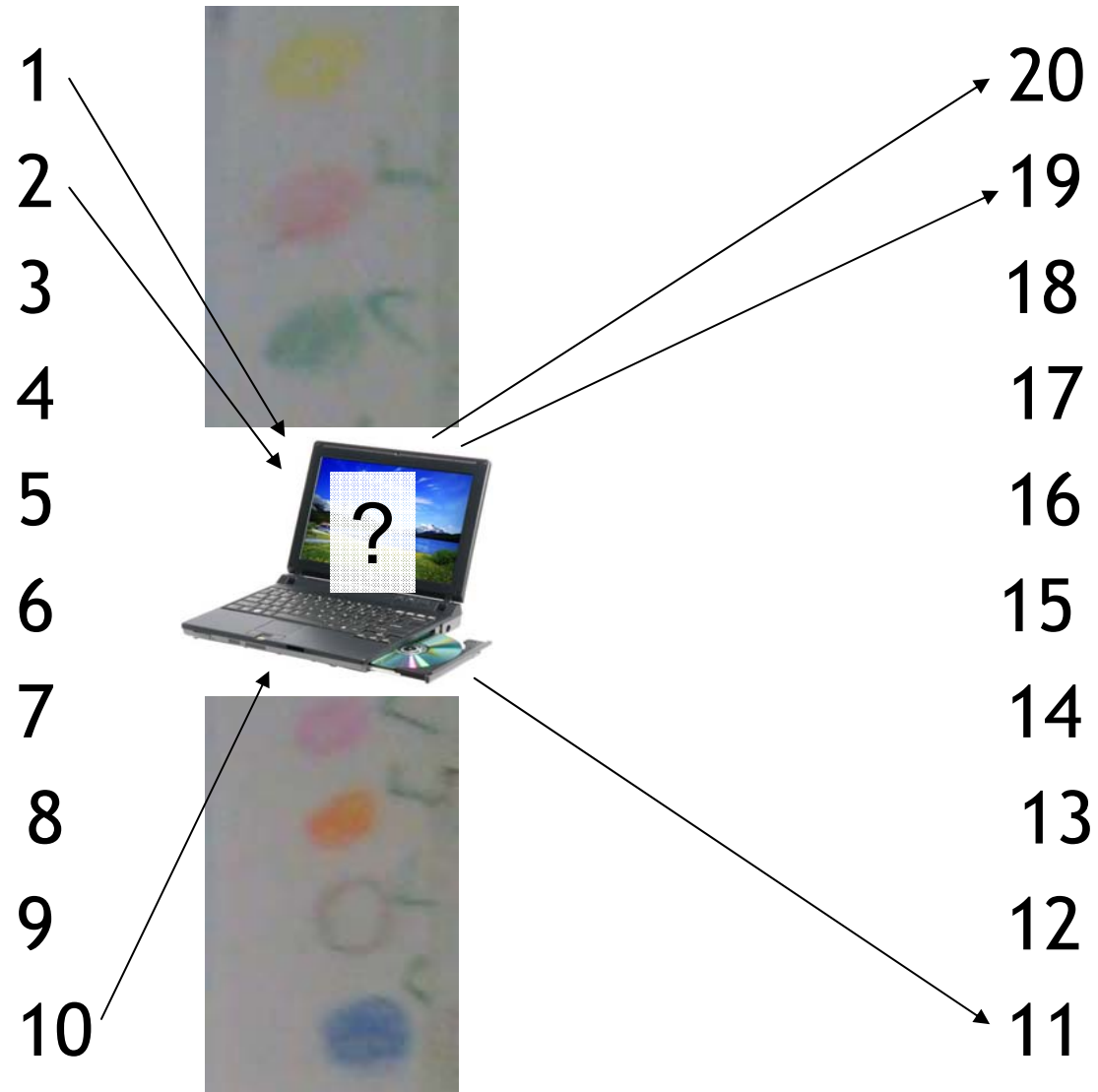
Tanulás - tudásszint & olvasás

- Sárga = 1
- Piros = 2
- Zöld = 3
- Bíbor = 4
- Fekete = 5
- Barna = 6
- Rózsaszín = 7
- Narancss. = 8
- Fehér = 9
- Kék = 10



- yellow = 20
- red = 19
- green = 18
- purple = 17
- black = 16
- brawn = 15
- pink = 14
- orange = 13
- white = 12
- blue = 11

Tanulás - tudásszint & olvasás



Biológia - matematika - számítástechnika

•1,2,3...



20,19,18...

•Tanítunk: sokszor megmutatjuk a számpárokat

•**Biológiai analógia**

•Neuronok

•Összeköttetések

•Ingerület terjedés

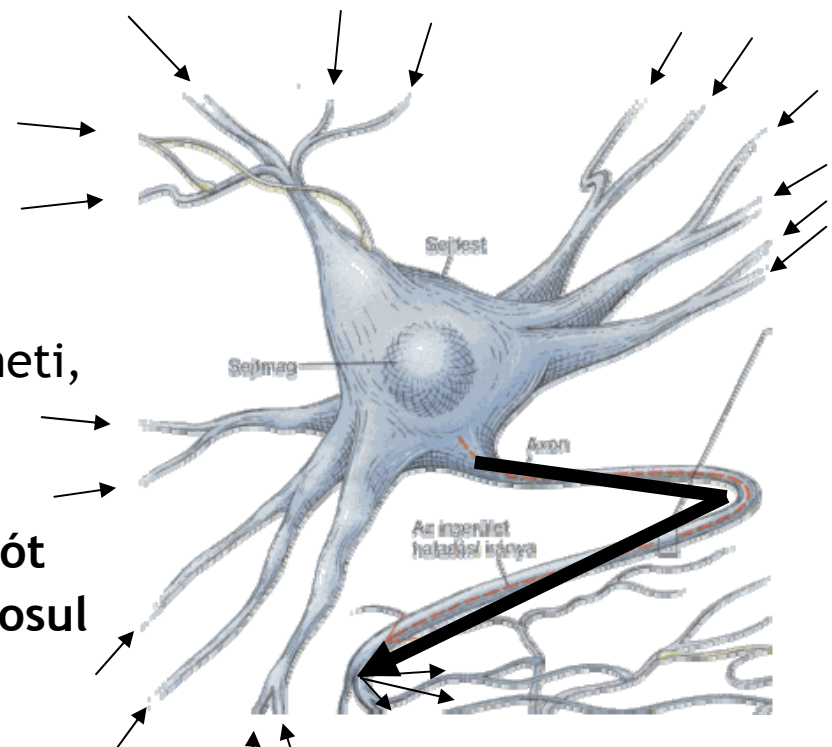
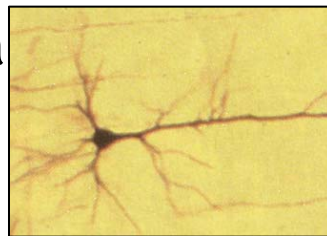
•Elektromos áram

•Bemeneti, (sok) rövid és (egy) kimeneti, hosszú axon

•Az axonok módosítják az információt

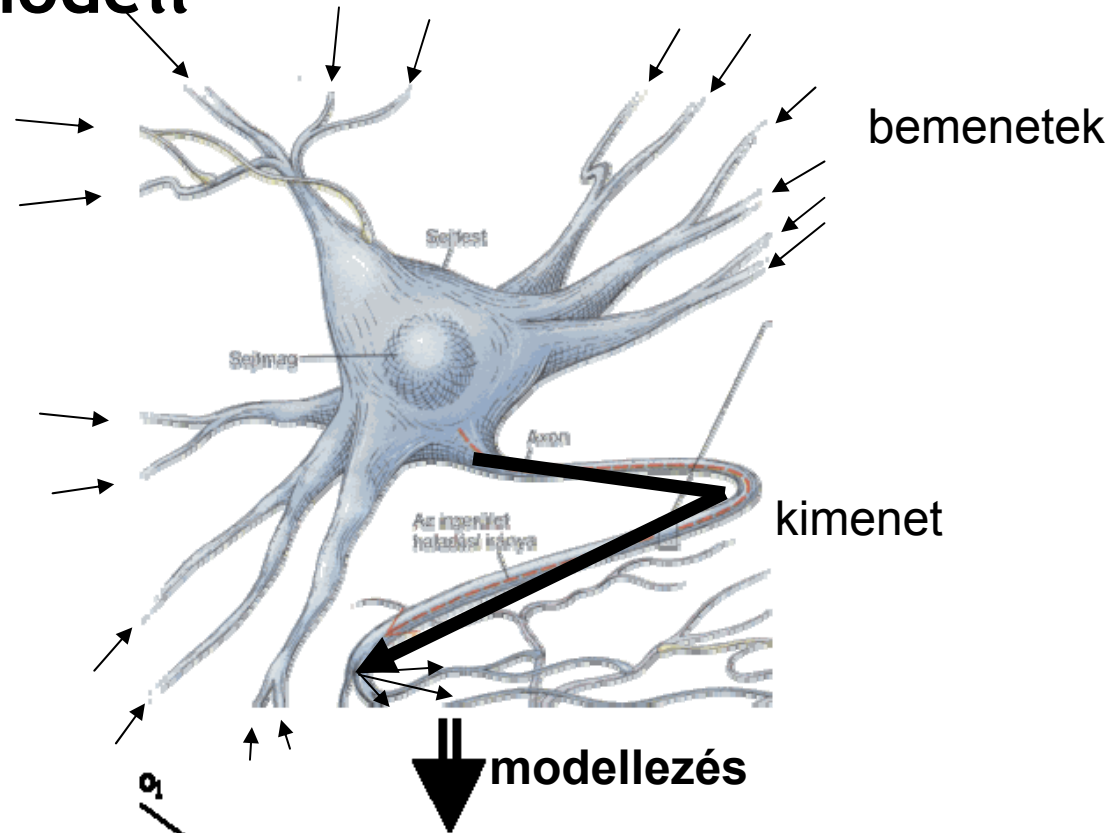
•A sejten átmenő információ is módosul

•Ez a tudás tárolási modell alapja!



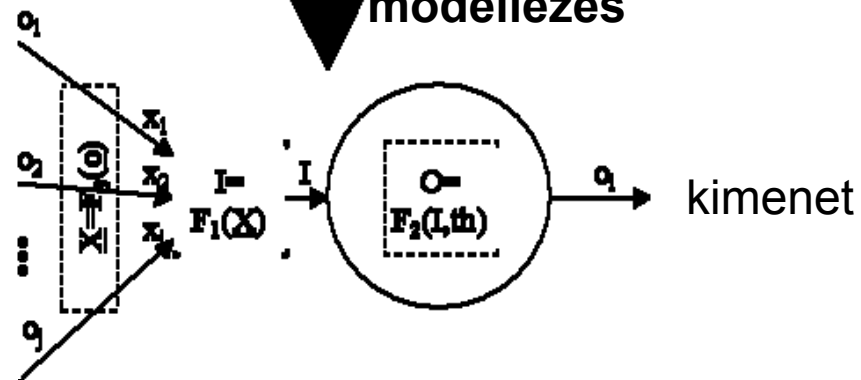
A neuronmodell

biológia

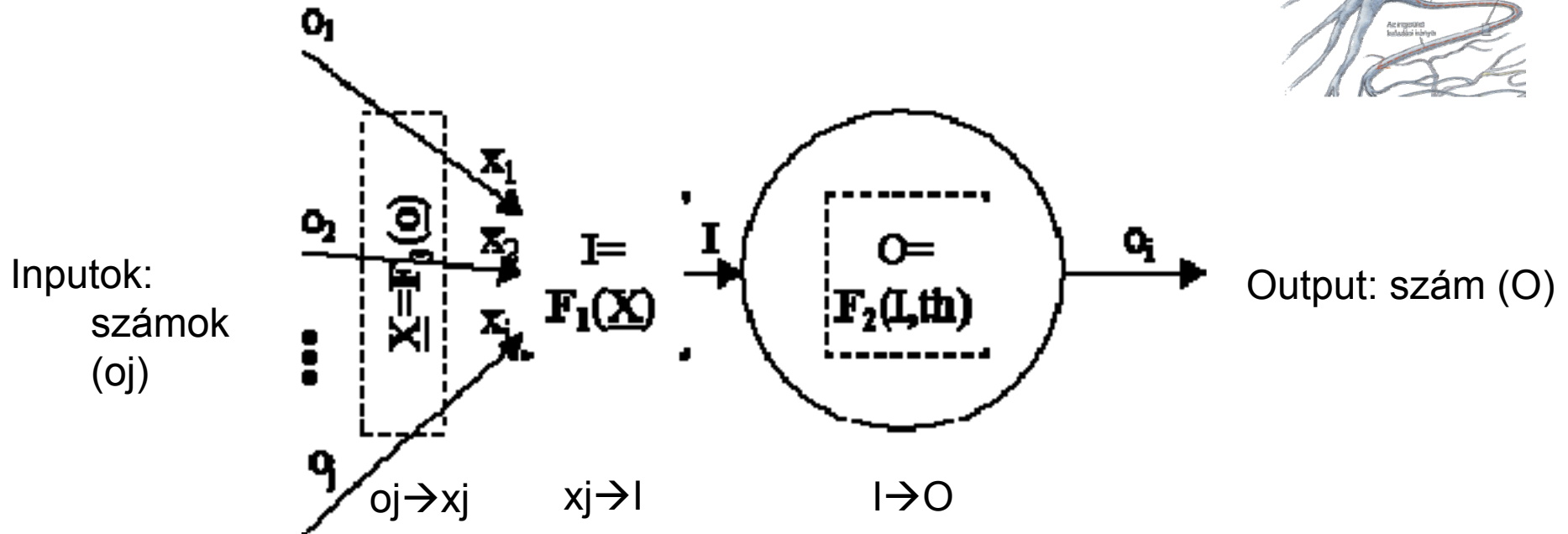
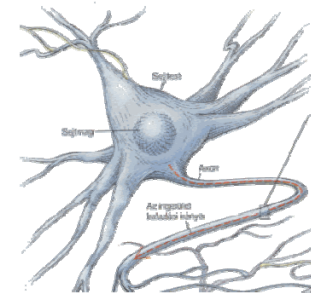


matematika

bemenetek



Információáramlás és módosítás



A bemenő **o_j számokat** a bemeneti **összeköttetések** módosítják, így a neuron az **x_j számokat** kapja meg

A számok „**összegződnek**” egy végleges bemeneti számmá

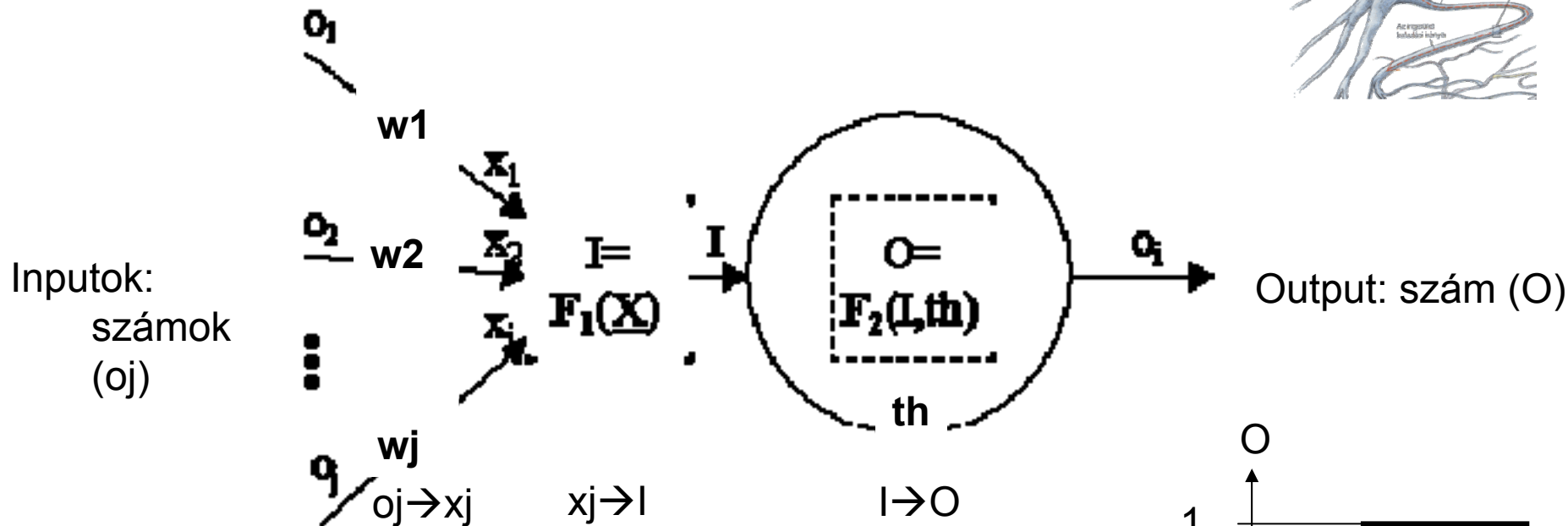
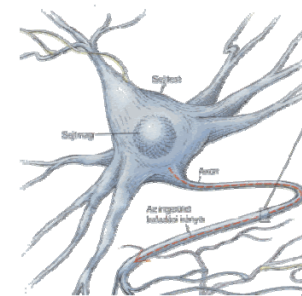
A bemeneti szám „**áttranszormálódik**” egy kimeneti számmá

$$x_j = F_3(o_j)$$

$$I = F_1(x_j)$$

$$O = F_2(I)$$

Információáramlás és módosítás



Minden j-re!

Összeköttetés paraméter: w_j

Összegzés

Átmeneti függvény

$$F_3 := w_j \cdot$$

$$F_1 := \text{sum}()$$

$$\text{Ha } I \leq th := 0$$

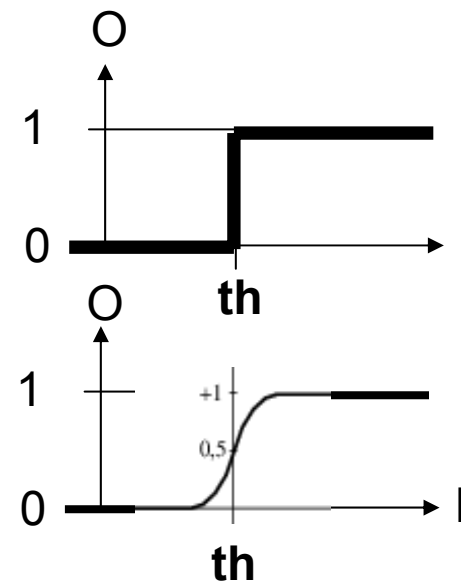
$$\text{Ha } I > th := 1$$

$$x_j = F_3(o_j):$$

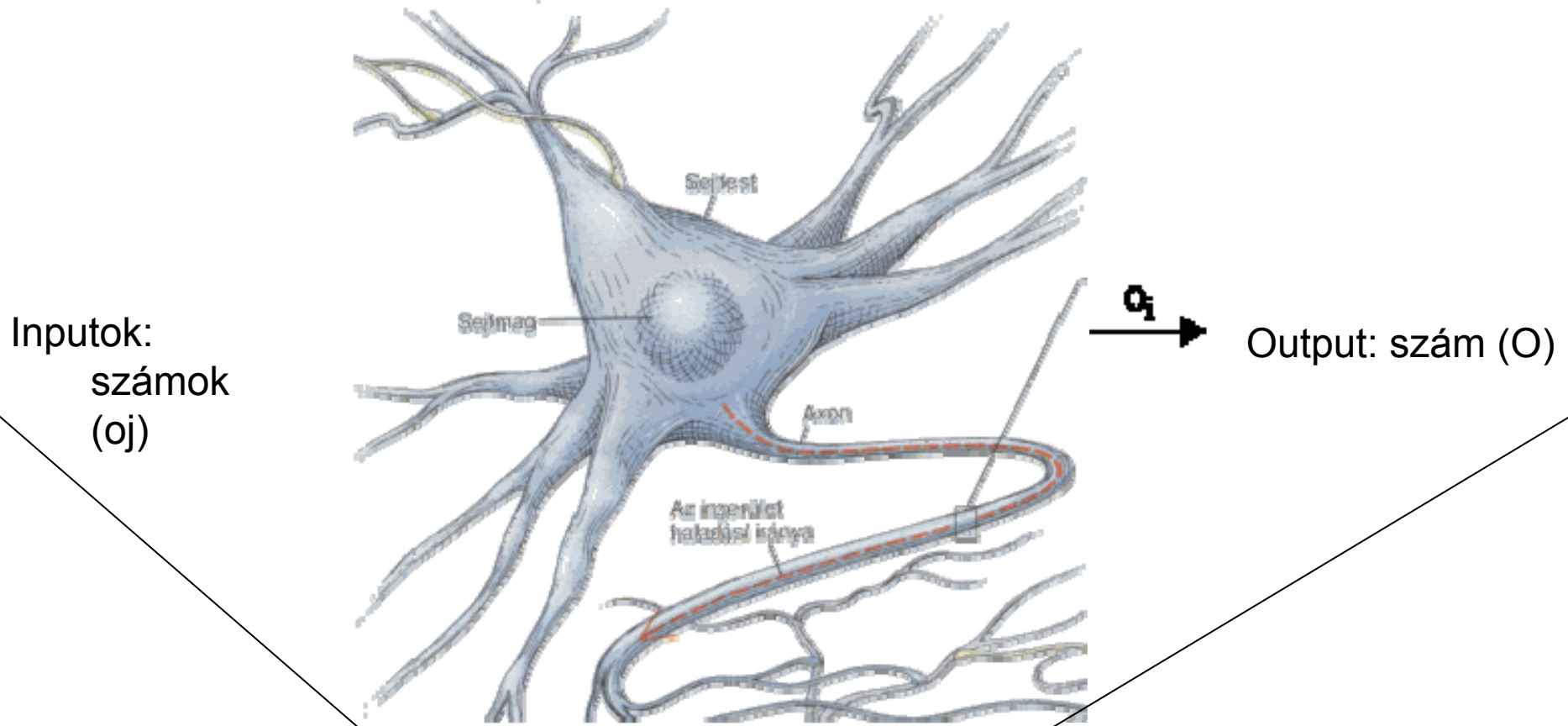
$$I = F_1(x_j)$$

$$x_j = w_j \cdot o_j$$

$$I = \text{sum}(x_j) = x_1 + x_2 + \dots \quad O = 0 \text{ vagy } 1$$



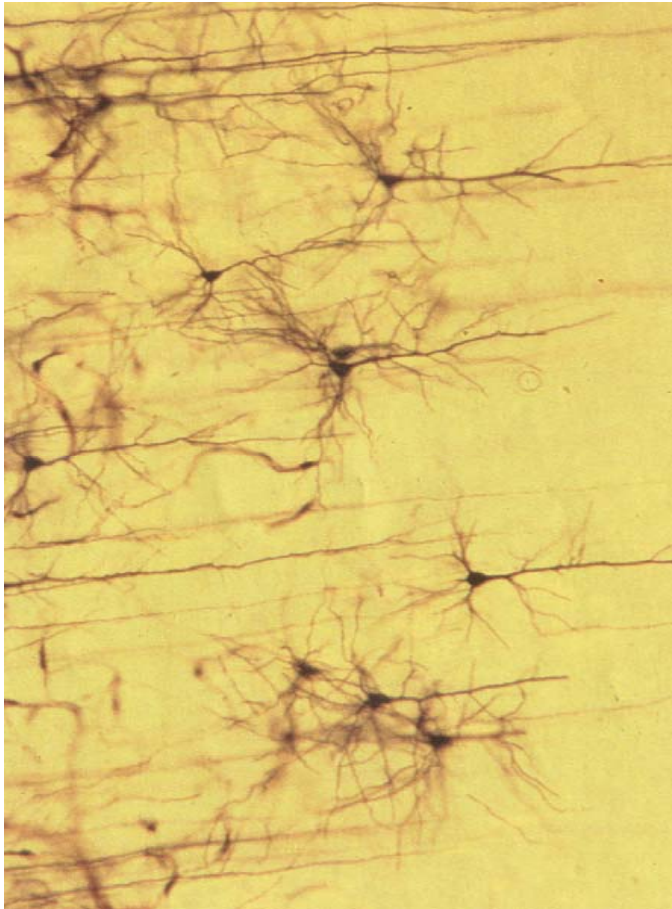
Információáramlás és módosítás



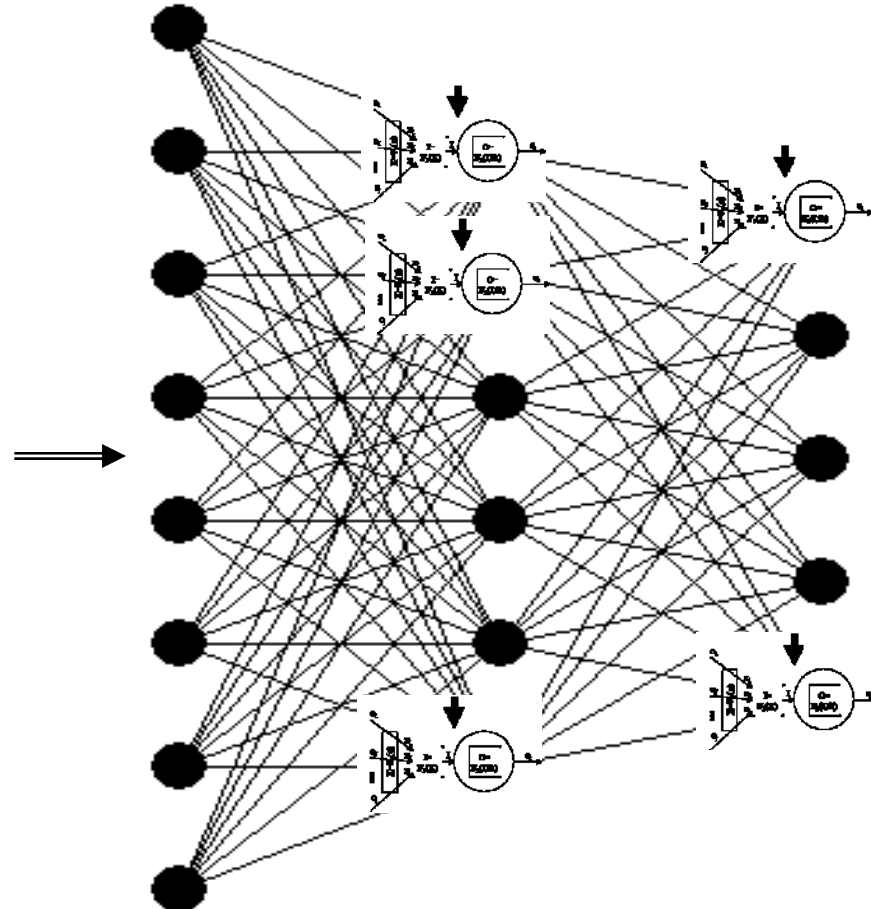
$$O = Fv(oj, wj, th)$$

Neuron paraméterek: wj, th ($n+1$ db)
 - ezek tárolják a neuron „tudását”

Neurális hálózat

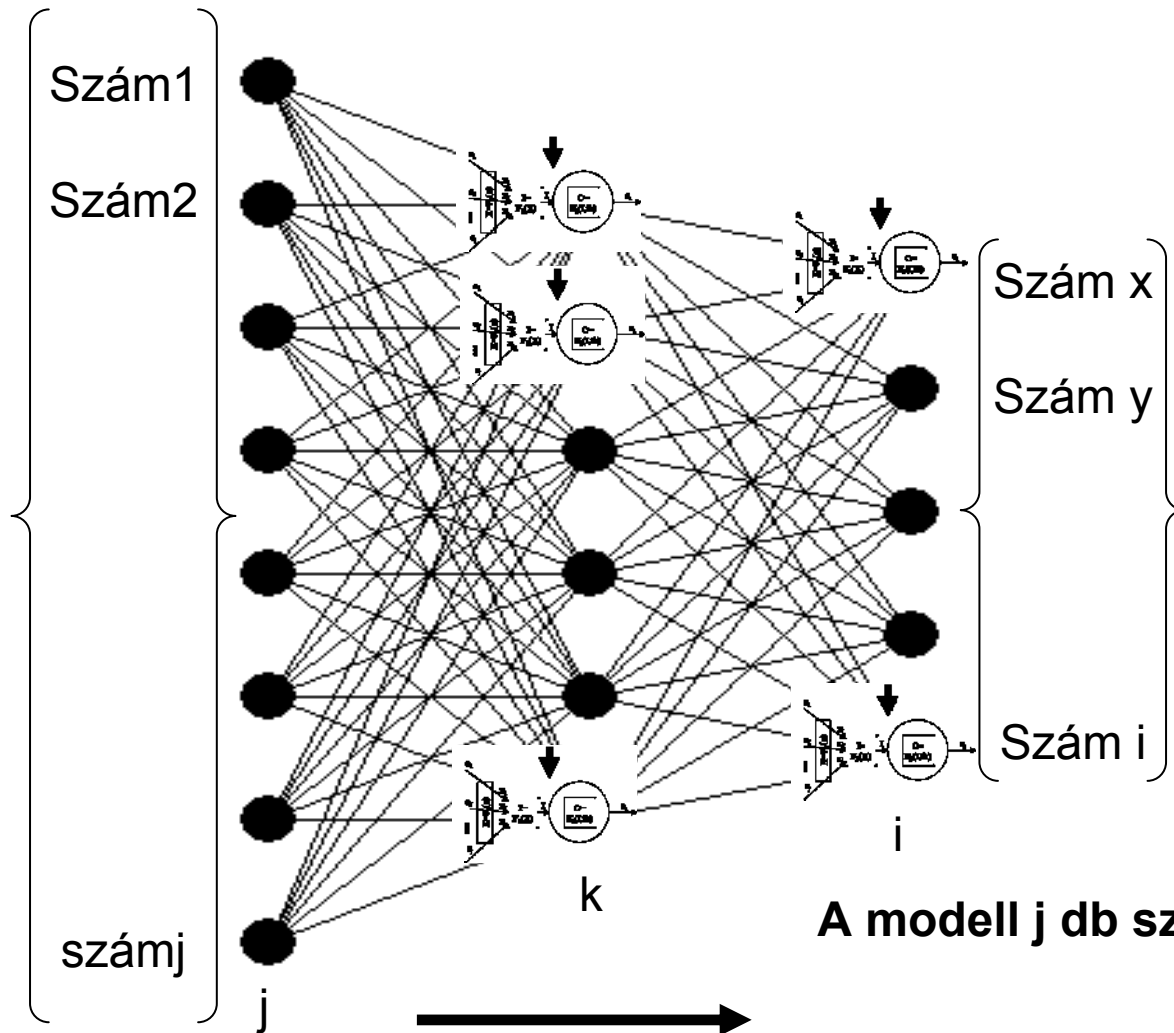


A neurális hálózat



A mesterséges neurális hálózat

Neurális hálózat



A modell paramétereit:

- Minden súly
- Jelen esetben:
 $J * k + k * i$ db
- Minden t_h
- Jelen esetben
 $k + i$ db

Ilyen mennyiségű paraméter tárolja a modell „tudását”

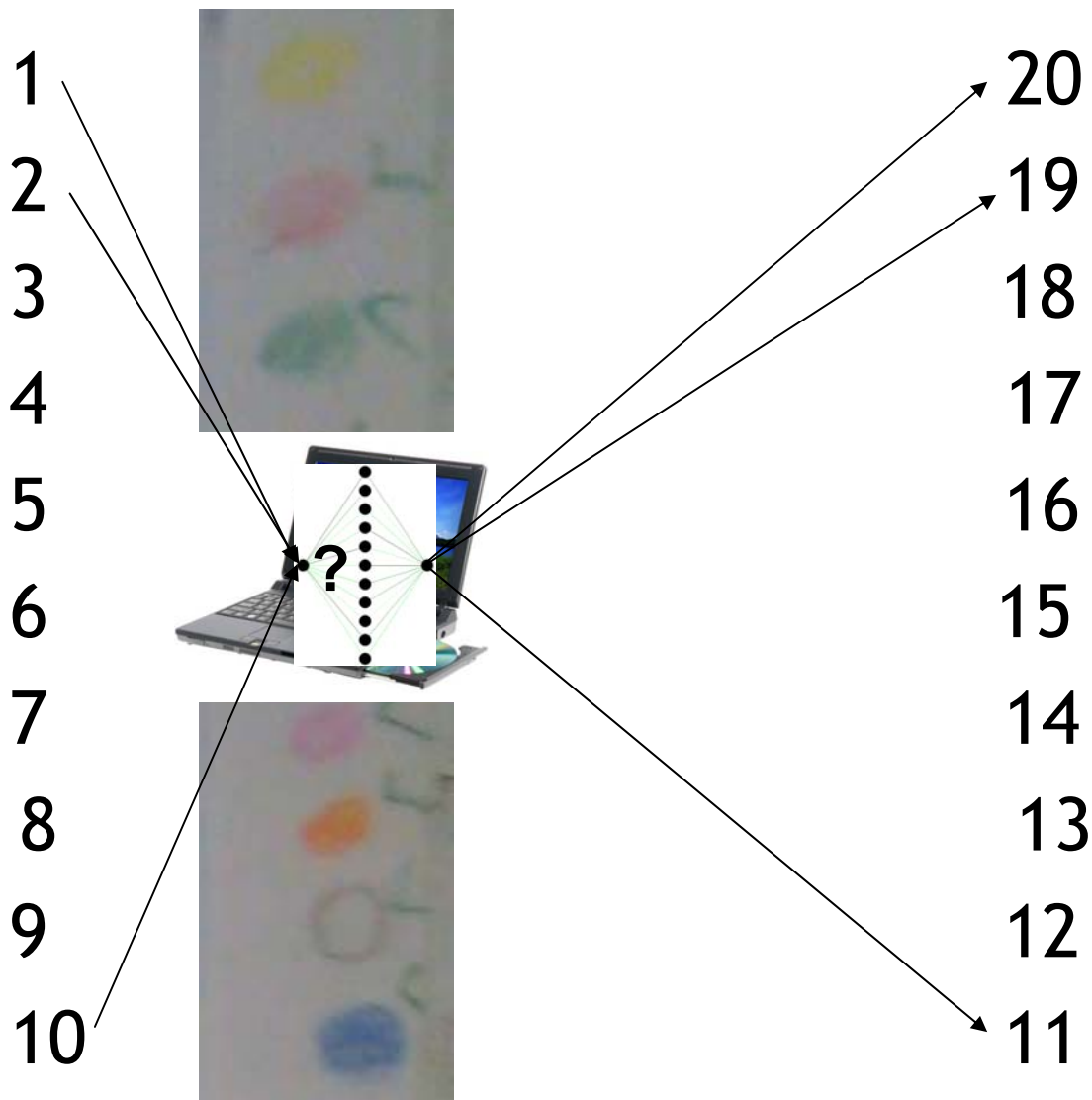
A modell j db számból \rightarrow i db számot „csinál”

Következtető modell

Az angol tanulás
 esetén 1 db
 bemeneti szám
 van és 1 db
 kimeneti

Most már
 tudjuk, mivel
 (mert megvan a
 matematikai
 modell)
 - Mesterséges
 neurális háló

DE még
 nem tudjuk,
 hogyan
 tanuljunk
 - lássuk



1 bemenet - 1 kimenet

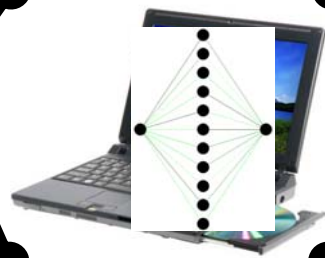
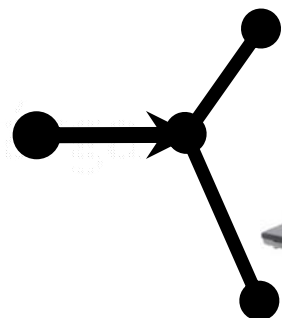
- Tanulás-„raktározás”

- Ismertek a bemenet



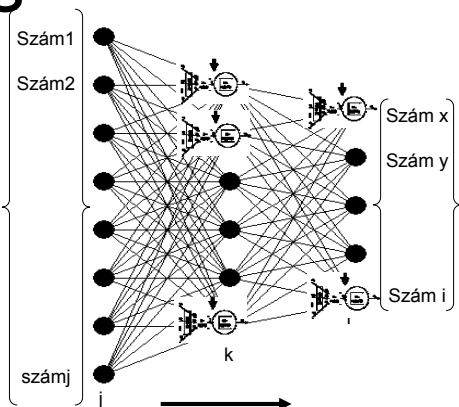
- kimenet párok

- Kékerőssítési



blue

- „Már csak a megfelelő hálózat paraméterek” megtalálása a feladat - a sokszori ismétlés által



A modell paramétere:

- Minden súly

- Jelen esetben:

$$J * k + k * i \text{ db}$$

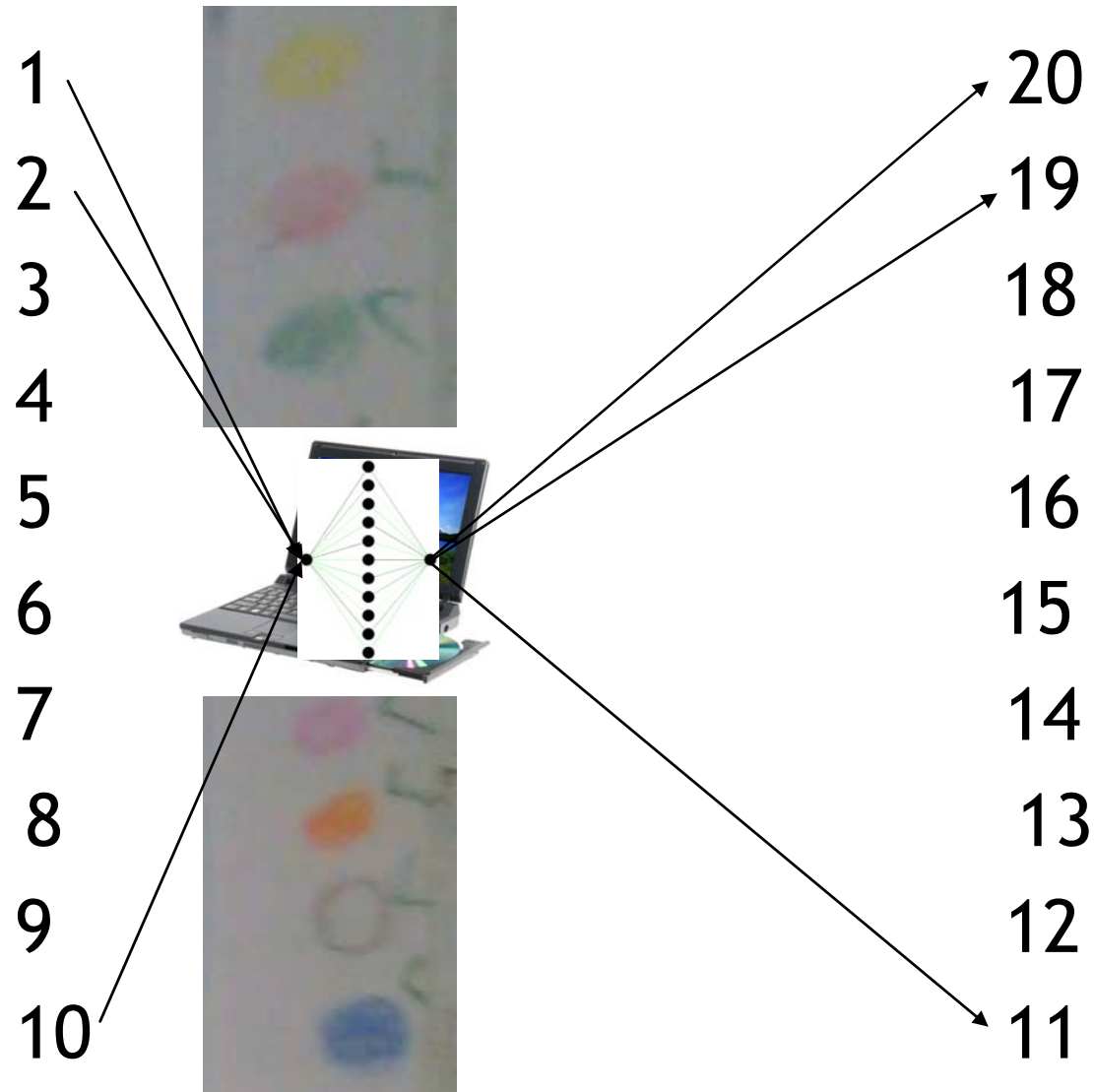
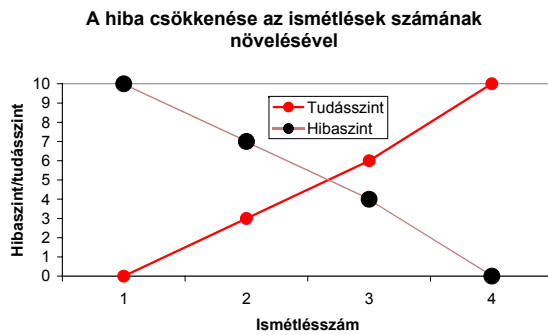
- Minden t_h

- Jelen esetben

$$k + i \text{ db}$$

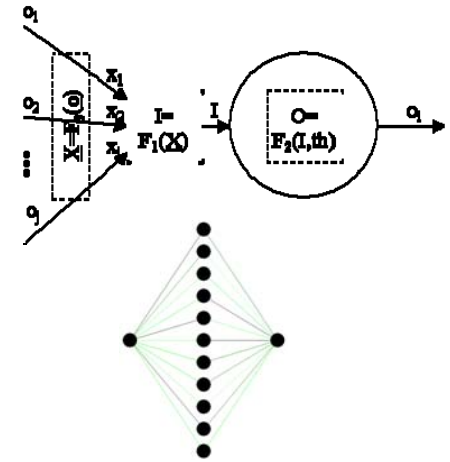
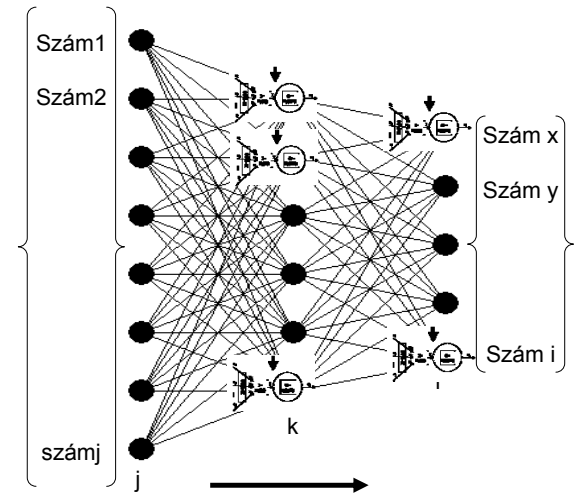
Ezeket kell megfelelően módosítani a tanulás folyamán

Tanulás - tudásszint & olvasás

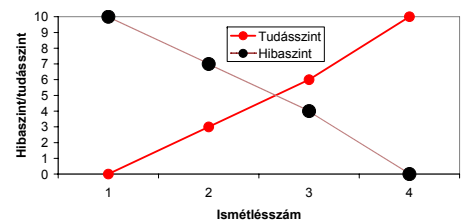


Tanulási ciklus

- Építsük fel a hálózati modellt, véletlen értékű w és th paraméterekkel
- Vegyük véletlenszerűen **valamelyik paramétert** (w_i vagy th_i)
- Vizsgáljunk két utat
 - *a, növeljük meg a paraméter egy kicsit* → Mutassuk meg minden input/output adatot a hálózatnak & számoljuk ki a teljes hibát
 - *b, csökkentsük a paraméter egy kicsit* → Mutassuk meg minden input/output adatot a hálózatnak & számoljuk ki a teljes hibát
 - MAJD *válasszuk azt (írjuk felül az értékét)*, amelyik jobban csökkenti (nem növeli) a teljes hibát
 - Ez által a hiba csökkenni fog, vagy azonos marad
- Ismételjük addig, amíg a hiba el nem ér egy megcélzott kicsi értéket - így „megtanultuk” a megfelelő paramétereket

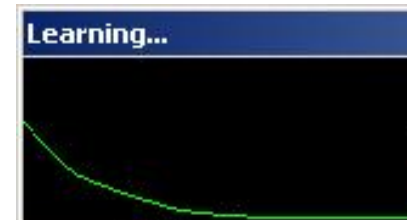


A hiba csökkenése az ismétlések számának növelésével



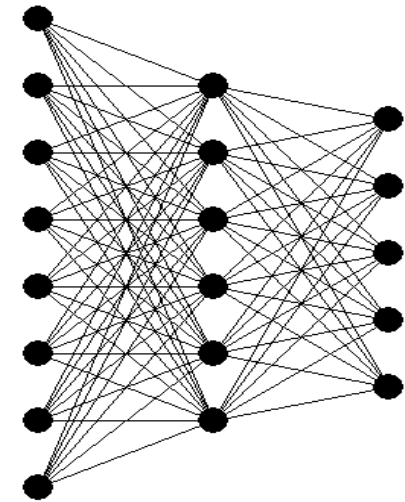
A tanulás

- Az összes w_i és θ_i értékét próbáljuk meghatározni
- Folyamatos „tananyag ismétléssel” - iterációk (pl. 10 000-szor)
- Eredményképpen
 - Vagy elérjük a 0 hibát - tipikusan túl könnyű a feladat, nem kell hozzá neurális háló
 - Vagy marad némi (nem túl sok!) hiba - ezt „szeretjük”
- A tanulás után már csak az inputot adjuk a hálózatnak, és megadja a vonatkozó output érték(ek)et - tudás előhívás



Praktikus szempontok

- Mindig 3 réteget definiáljunk
 - Input, output, rejtett (hidden)
- Az input/output neuronok számát a feladat határozza meg - a rejtett réteget mi
 - Minimum 2 neuron
 - Nincs felső határ, sem általános útmutató
 - Ha sok
 - Sokat kell számolni
 - Túltanulás (nincs általánosító képesség)
 - Ha kevés
 - Nem tudjuk megtanulni a tananyagot



Praktikus szempontok

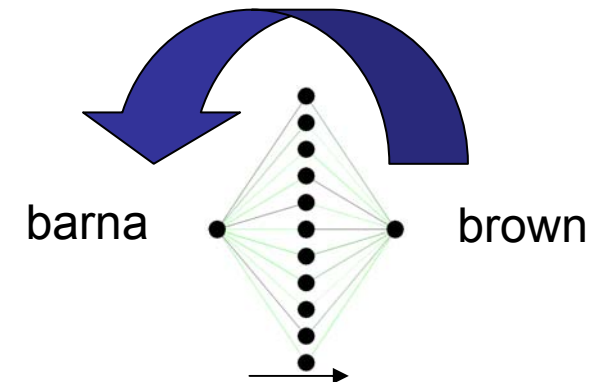
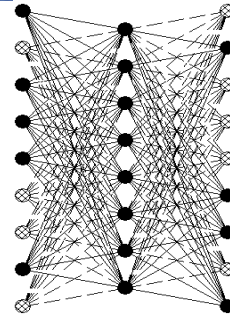
- A tanuláshoz tananyag kell
 - Input - output számpárok (vektorpárok)
 - Elegendő kell, de a túl sok sem jó (nincs általános útmutató)
- Ha befejeztük a tanítást, egy független adathalmazon (tananyagon) ellenőrizzük a hibaszintet (validation) - ez mutatja a modell igazi (általánosító) képességét
- Tipikusan akkor érdemes neurális hálózatot alkalmazni, ha fogalmunk sincs, milyen összefüggések vannak az adatok között, DE - úgy gondoljuk, „valami van”

Alkalmazások

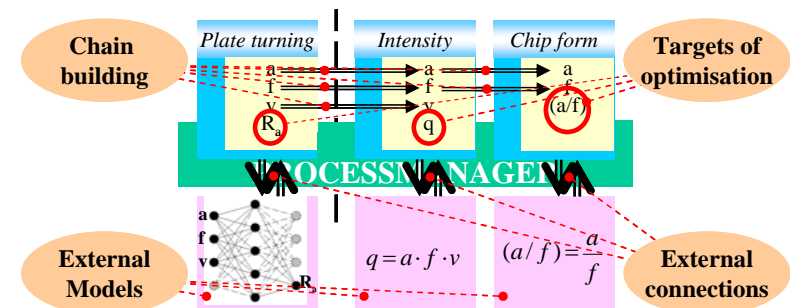
- \$: tőzsdei árfolyam modellezés
 - Input: tegnapi árfolyam / Output: holnapi árfolyam
- Időjárás előrejelzés
- Vásárlási szokások előrejelzése, árukapcsolás
- Mobiltelefonálási szokások modellezése
- Műszaki rendszerek felügyelete
- Orvosi diagnosztika
- ...

Saját eredmények

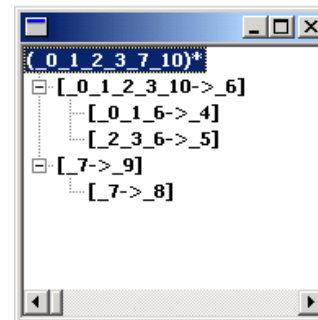
- modellpontosítás
- angol-magyar vs. magyar-angol



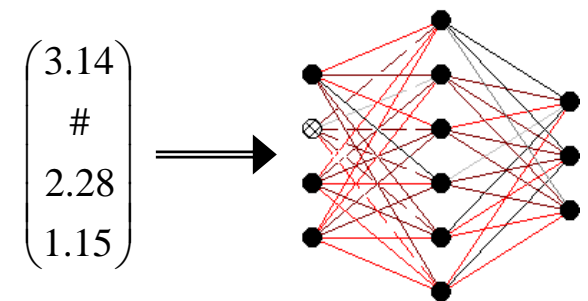
- Modellezés, optimalizálás



- Részmodellre bontás



- Hiányos adatok kezelése



Kitekintés

- Vannak sokkal hatékonyabb tanulási eljárások
- Ma már 50-300 fajta mesterséges neurális hálózat típus létezik
- Számos neuronmodell áll rendelkezésre

- Van számos más tanulási technika (pl. statisztikai, valószínűségi, fuzzy tanulás)

- Merész, de igazolt: akkor is van információátadás a neuronok között, amikor nincs köztük fizikai kapcsolat, axon(!)

Kapcsolat

- Dr. Viharos Zsolt János
 - www.sztaki.hu/~viharos
 - zsolt.viharos@sztaki.hu

Előre is köszönöm a kérdéseket, felvetéseket!