

Bevezetés a neurális hálózatokba

Zombori Zsolt

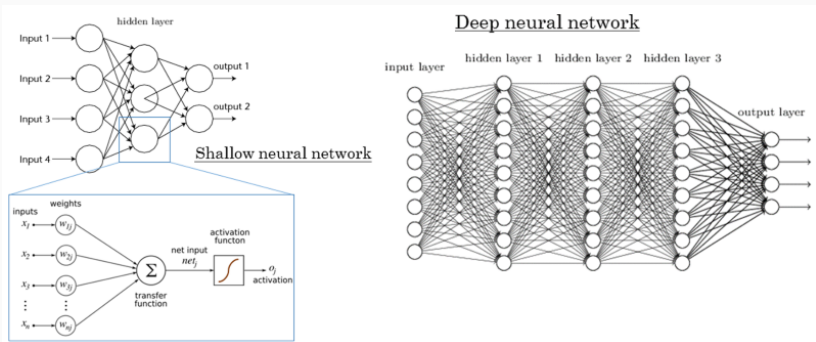
Tudomány és Művészet Kórélettana

Magyar Tudományos Akadémia

Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet

Egy régi tudomány új köntösben

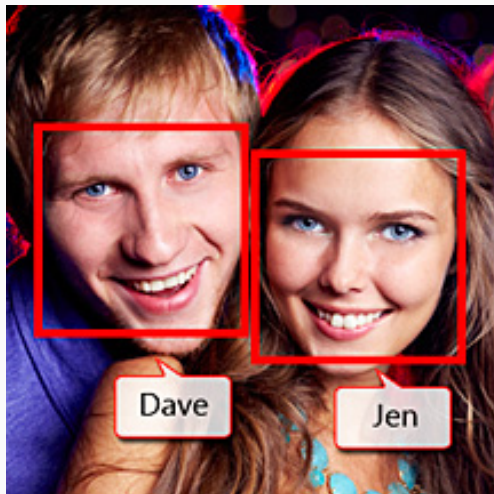
- A mesterséges neurális hálókat a 60-as évek óta használják.
- Hatalmas fellendülés az elmúlt 10 évben.
- Mély Tanulás (Deep Learning)



Alkalmazási lehetőségek

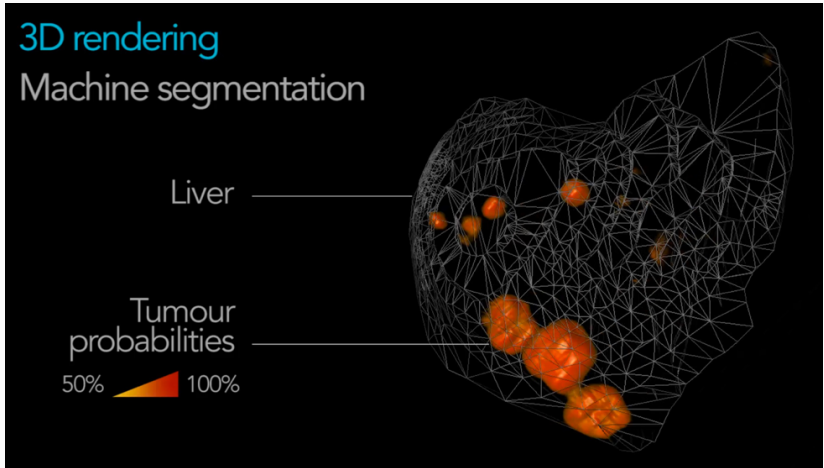
Alkalmazási lehetőségek

Alakfelismerés: fénykép \implies ki van a fényképen?



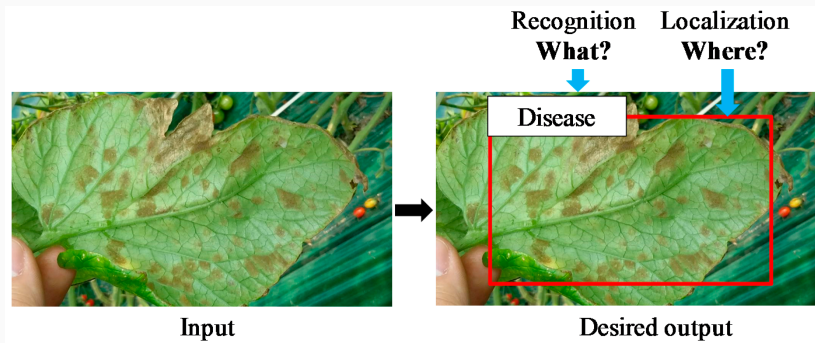
Alkalmazási lehetőségek

Orvosi diagnosztika: CT felvétel \implies van-e rákos elváltozás?



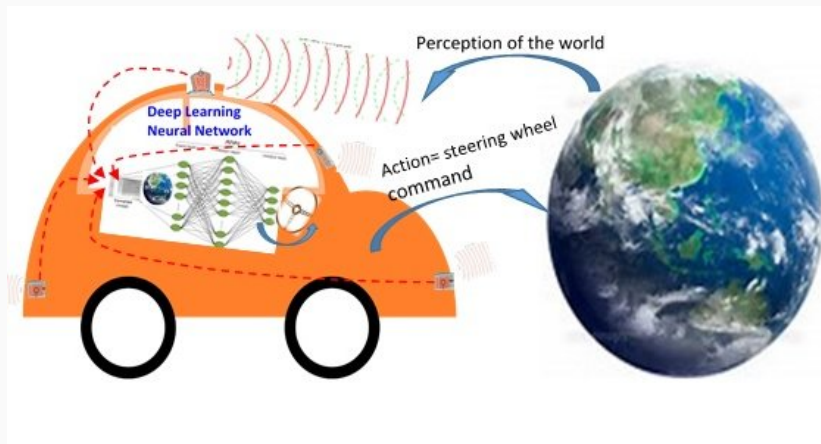
Alkalmazási lehetőségek

Beteg növények azonosítása: fénykép \implies van-e beteg növény?



Alkalmazási lehetőségek

Önjáró autók: érzékelők mérései \implies merre forduljon a kormány?



Alkalmazási lehetőségek

Generatív modellek: véletlen szám \implies egy eddig sose látott arc



Alkalmazási lehetőségek

Szöveges leírások \implies képek

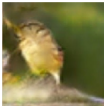
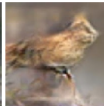
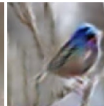







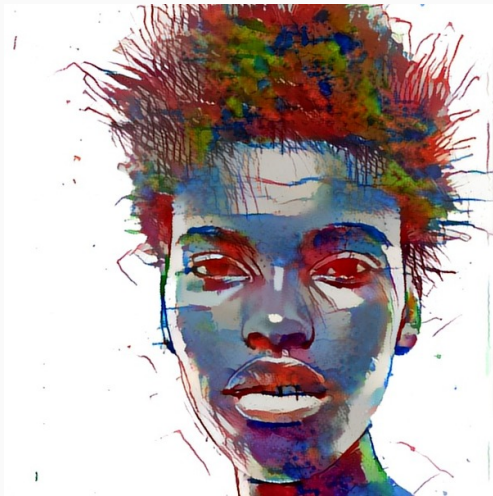
Text description	This bird is blue with white and has a very short beak	This bird has wings that are brown and has a yellow belly	A white bird with a black crown and yellow beak	This bird is white, black, and brown in color, with a brown beak	The bird has small beak, with reddish brown crown and gray belly	This is a small, black bird with a white breast and white on the wingbars.	This bird is white black and yellow in color, with a short black beak
Stage-I images							
Stage-II images							

Figure 4. Samples generated by our StageGAN and compared against the GPT-4 text-to-image. Each column lists the text description, image

Alkalmazási lehetőségek

Generatív modellek: két kép \implies stílus és tartalom ötvözése



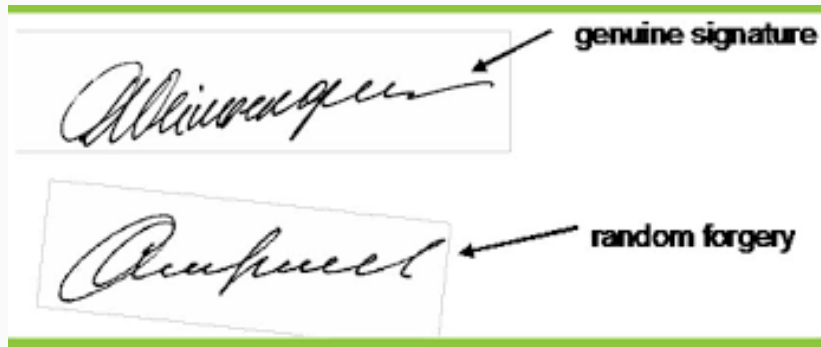
Alkalmazási lehetőségek

Generatív modellek: két kép \implies stílus és tartalom ötvözése



Alkalmazási lehetőségek

Aláírás hitelesítés: két aláírás \implies ugyanaz-e az aláíró?



Alkalmazási lehetőségek

Tablajátékok: játékállás \implies lépés



Alkalmazási lehetőségek

Gépi fordítás

Economic growth has slowed down in recent years .



Das Wirtschaftswachstum hat sich in den letzten Jahren verlangsamt .

Economic growth has slowed down in recent years .



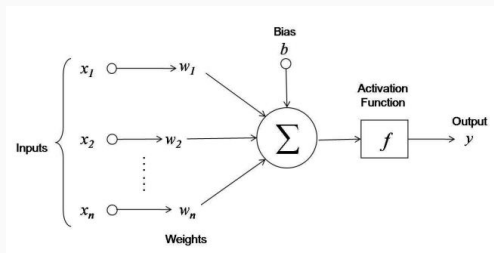
La croissance économique s' est ralentie ces dernières années .

Neurális hálózatok felépítése és tanítása

- Neurális hálózat
 - Sok egyszerű feldolgozó egységből épült komplex rendszer.
 - Bemenetei és kimenetei között egy leképezést valósít meg.
 - Rengeteg paramétere van.
- Felhasználás
 - Mintákkal adott célfüggvény közelítése megfelelő beállítás megtalálásával.
- Tanítás
 - Paraméterek beállítása a mintavételezett adatok alapján.

Neurális hálózatok felépítése

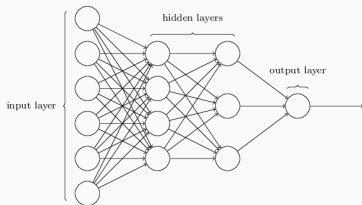
- Az emberi agytól vesz inspirációt, de elrugaszkodik tőle.
- Alap építőeleme a mesterséges neuron
 - Az idegsejt leegyszerűsített modellje
 - Sok bemenet \implies súlyozott összeg \implies nemlineáris transzformáció (aktivációs függvény) \implies kimenet



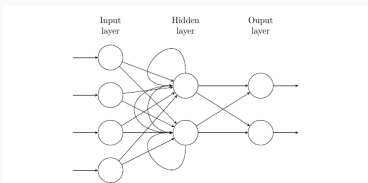
Neurális hálózatok felépítése

- Neurális hálózat: sok neuron összekötve
- Rétegekbe rendezzük: bemenet, rejtett rétegek, kimenet
- A rétegek száma a hálózat mélysége.

Előre csatolt hálózat

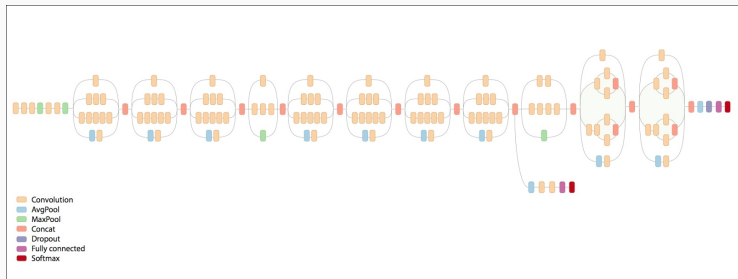


Rekurrens hálózat



Általános modellező eszköz

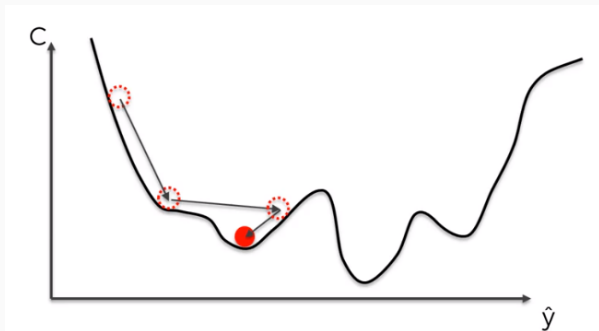
- A súlyok minden konfigurációja más leképezést eredményez.
- Bármilyen függvényt tudunk közelíteni
- Hogyan találjunk meg egy jó beállítást?



Inception v3 (Szegedy et al, 2015), 24 millió paraméter

- Adott egy célfüggvény, ami közvetlenül nem elérhető, de vannak minta adataink (bemenet - kimenet párok).
- Szeretnénk a célfüggvényt közelíteni a súlyok hangolásával.
- Definiálunk egy hiba-függvényt, mely számszerűsíti, hogy mennyire vannak távol az adatok a modelltől.
- A hibafüggvényt minimalizáljuk.

Neurális hálózatok tanítása: ereszkedés a derivált alapján



- Ki tudjuk számolni a hibafüggvény deriváltját minden egyes paraméter szerint.
- A derivált megmutatja, hogy merre kell elmozdulnunk egy picit, hogy a hiba csökkenjen.

1. Tanulási hiba: mennyire illeszkedik a modell a tanító pontokra?
 - Egy tipikus neurális hálózat erősen túlparametrizált és nagyon sok féle módon tud jól illeszkedni a tanító pontokra.
2. Általánosítási hiba: mennyire jól általánosodik a modell tanítás során nem látott adatokra?
 - Regularizáció: minden olyan módszer, ami megakadályozza a túltanulást.

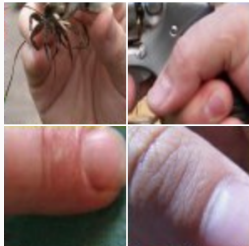
Belső reprezentáció

Reprezentáció tanulás

- Mit reprezentál egyetlen neuron kimenete?"



Channel Objective



Negative Channel



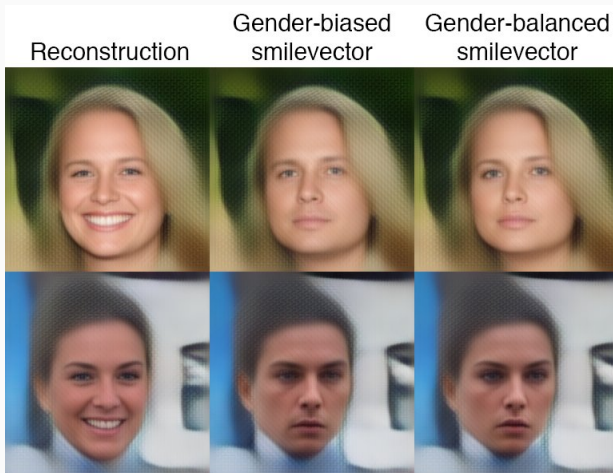
Reprezentáció tanulás: Deep Dream

Egy tetszőleges képet tudunk úgy manipulálni, hogy valamelyik neuron erősen aktiválódjon.



Reprezentáció tanulás

Ha értjük, hogy mit reprezentál a neuronok kimenete, ez érdekes manipulációkra ad lehetőséget.



Ellenséges támadás

Ellenséges támadás

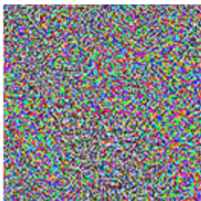
- Egy jól betanított hálózat robusztus az adatok apró változásaira.
- Viszont nagyon ügyesen megválasztott apró, gonosz változtatások teljesen össze tudják zavarni.



"panda"

57.7% confidence

+ ϵ



=



"gibbon"

99.3% confidence

Ellenséges támadás

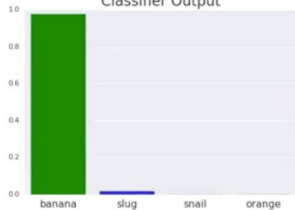
place sticker on table



Classifier Input



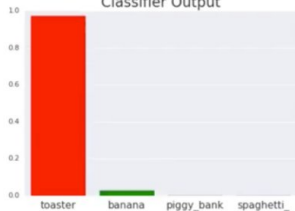
Classifier Output



Classifier Input



Classifier Output



Erősségek

- Rendkívül rugalmasan tud adatokat modellezni
- Elérhetővé teszi az adatokban levő implicit tudást.
- Ha sok adatunk van, akkor nincs szükség szakértői tudásra.

Kihívások

- Nagy mennyiségű, jó minőségű adatot igényel.
- Idő- és számításigényes a tanítás.
- Milyen legyen a hálózat topológiája?
- Hogyan garantáljuk, hogy a tanulás egy kellően jó megoldást találjon meg?

- Egy neurális háló egy **függvényt** reprezentál.
- **Tanulással** tudjuk úgy hangolni a hálót, hogy az adatainkhoz illeszkedjen a reprezentált függvény.
- Fontos elvárás, hogy a háló tudja **általánosítani** a tudását ismeretlen adatokra.

Néhány szórakoztató link

- Képzeltbeli hírességek:
<https://www.youtube.com/watch?v=361E9tV9vm0>
- Stílus és tartalom elegyítése:
https://www.ostagram.me/static_pages/lenta?last_days=1000&locale=en
- Deep Fakes:
<https://www.youtube.com/watch?v=RdH7JoZZC2M>
- Beszéd szintézis:
<https://google.github.io/tacotron/publications/tacotron2/>
- Neuronok vizualizációja:
<https://distill.pub/2017/feature-visualization/>