

Deep Learning

egy új technológiai
forradalom lehetősége

Lukács András

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Számítógéptudományi Tanszék

lukacs@cs.elte.hu



dataSTREAM 2018.04.24.

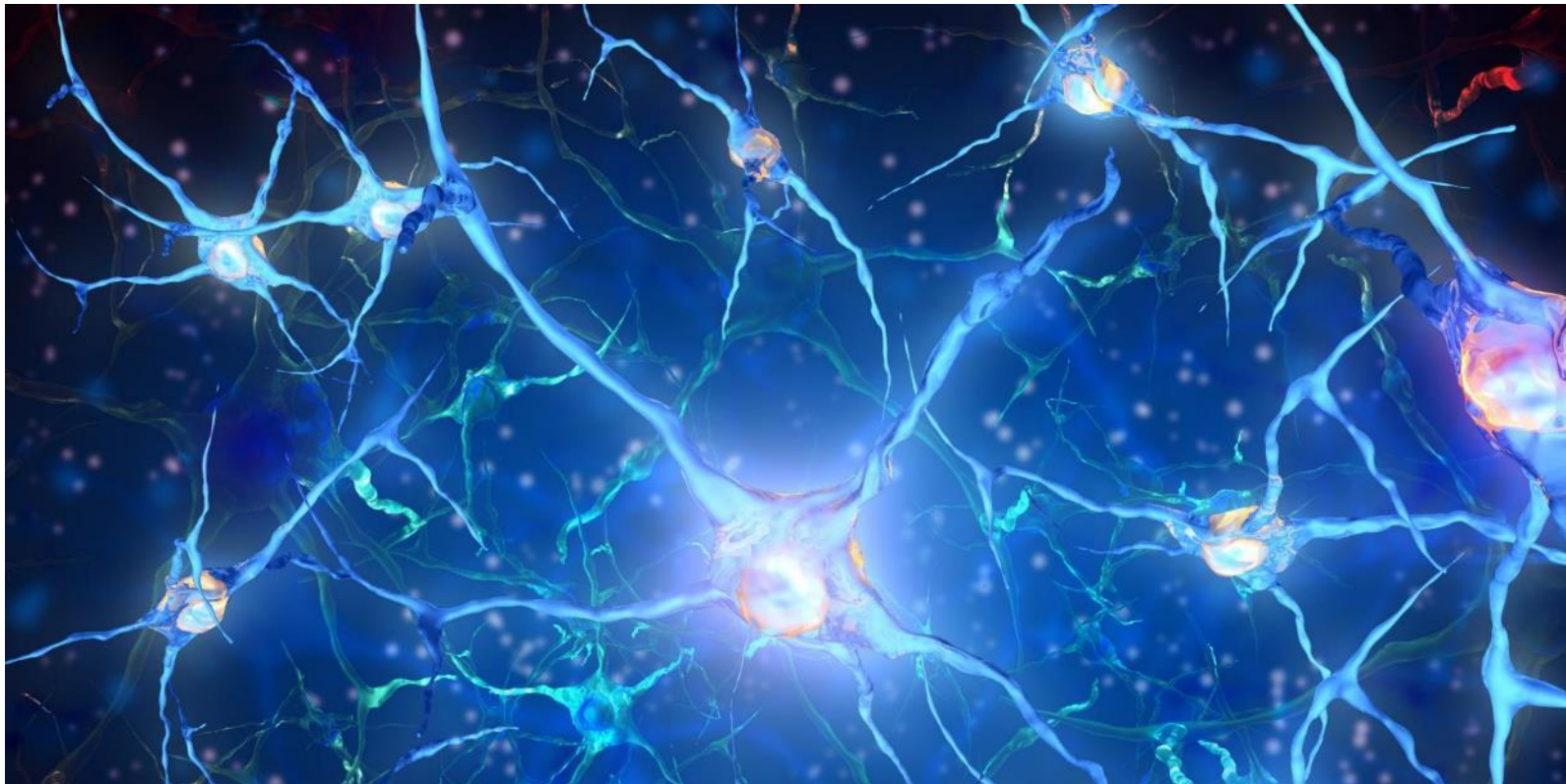


Miről fog szólni az előadás?

- Perceptron
- Mély hálók
- Alapvető alkalmazások
- Konvolúciós hálózatok
- Reprezentációk világa

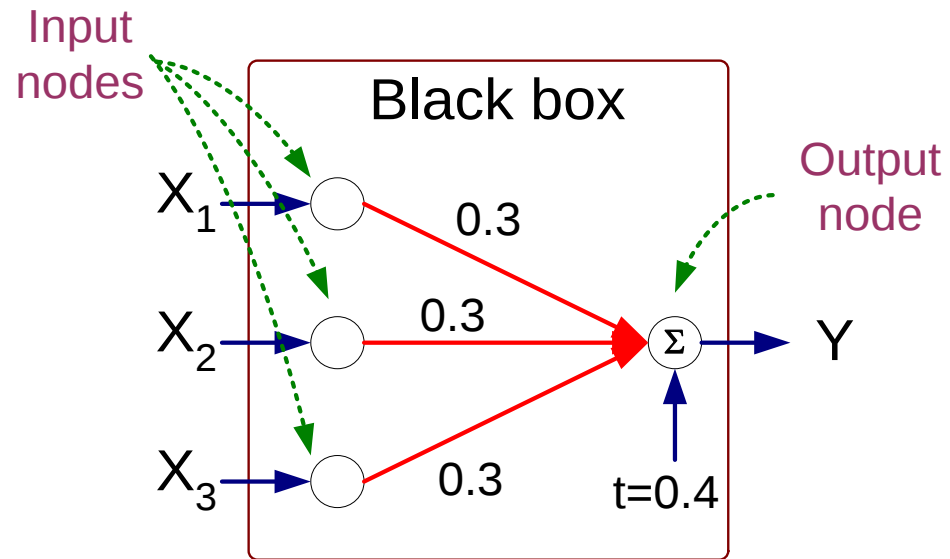
A perceptron

A biológiai motiváció



A perceptron

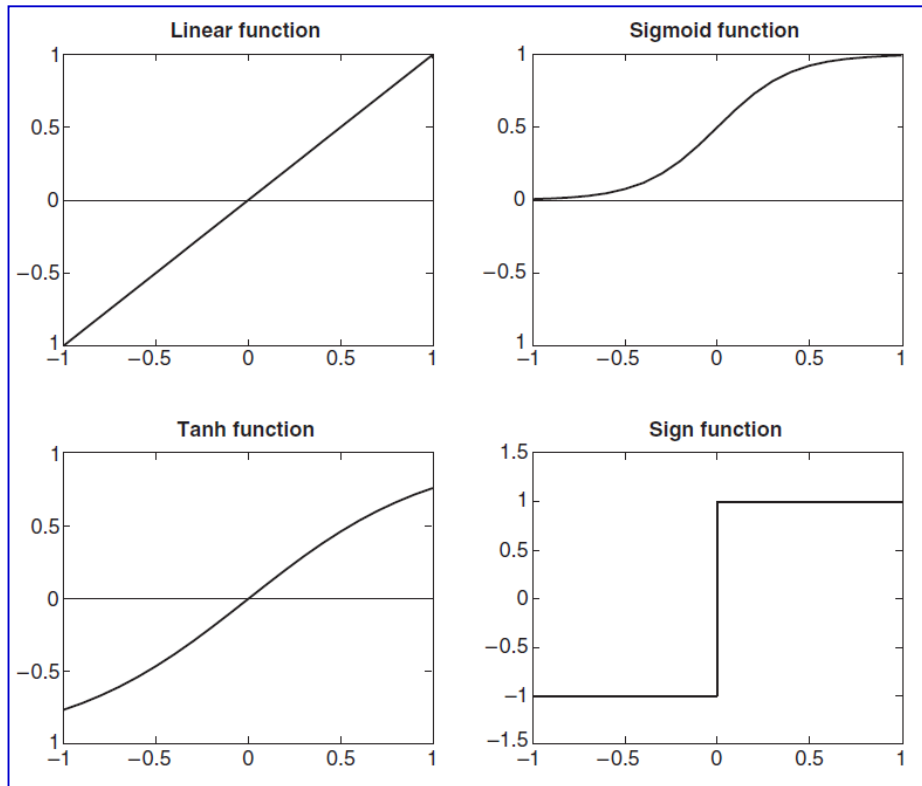
X_1	X_2	X_3	Y
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
0	0	0	0

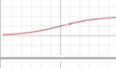
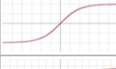
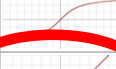
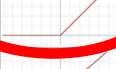
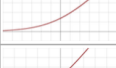
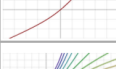
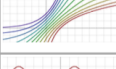
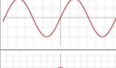
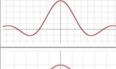


$$Y = I(0.3X_1 + 0.3X_2 + 0.3X_3 - 0.4 > 0)$$

$$\text{where } I(z) = \begin{cases} 1 & \text{if } z \text{ is true} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Aktiválási függvények

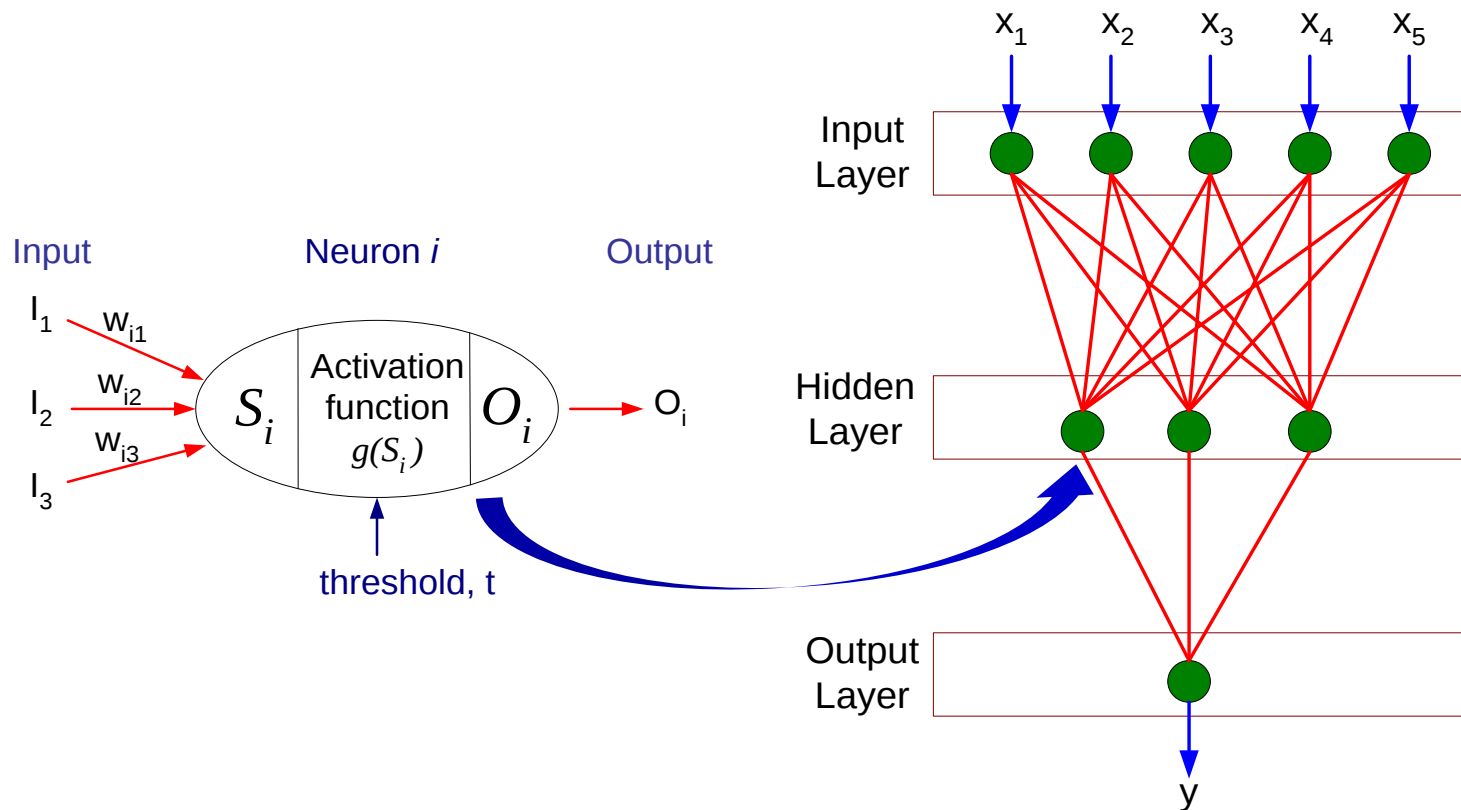


Identity		$f(x) = x$	$f'(x) = 1$
Binary step		$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{for } x < 0 \\ 1 & \text{for } x \geq 0 \end{cases}$	$f'(x) = \begin{cases} 0 & \text{for } x \neq 0 \\ ? & \text{for } x = 0 \end{cases}$
Logistic (a.k.a Soft step)		$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$	$f'(x) = f(x)(1 - f(x))$
TanH		$f(x) = \tanh(x) = \frac{2}{1 + e^{-2x}} - 1$	$f'(x) = 1 - f(x)^2$
ArcTan		$f(x) = \tan^{-1}(x)$	$f'(x) = \frac{1}{x^2 + 1}$
Rectified linear		$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{for } x < 0 \\ x & \text{for } x \geq 0 \end{cases}$	$f'(x) = \begin{cases} 0 & \text{for } x < 0 \\ 1 & \text{for } x \geq 0 \end{cases}$
SoftPlus		$f(x) = \log_e(1 + e^x)$	$f'(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$
Bent identity		$f(x) = \frac{\sqrt{x^2 + 1} - 1}{2} + x$	$f'(x) = \frac{x}{2\sqrt{x^2 + 1}} + 1$
SoftExponential		$f(\alpha, x) = \begin{cases} -\frac{\log_e(1 - \alpha(x + \alpha))}{\alpha} & \text{for } \alpha < 0 \\ x & \text{for } \alpha = 0 \\ \frac{e^{\alpha x} - 1}{\alpha} + \alpha & \text{for } \alpha > 0 \end{cases}$	$f'(\alpha, x) = \begin{cases} \frac{1}{1 - \alpha(x + \alpha)} & \text{for } \alpha < 0 \\ 1 & \text{for } \alpha = 0 \\ e^{\alpha x} & \text{for } \alpha > 0 \end{cases}$
Sinusoid		$f(x) = \sin(x)$	$f'(x) = \cos(x)$
Sinc		$f(x) = \begin{cases} 1 & \text{for } x = 0 \\ \frac{\sin(x)}{x} & \text{for } x \neq 0 \end{cases}$	$f'(x) = \begin{cases} 0 & \text{for } x = 0 \\ \frac{\cos(x)}{x} - \frac{\sin(x)}{x^2} & \text{for } x \neq 0 \end{cases}$
Gaussian		$f(x) = e^{-x^2}$	$f'(x) = -2xe^{-x^2}$

GYORS és TANULÉKONY

Mély hálók

Többrétegű neurális hálók



Nagyon sok perceptron, még több paraméterrel



Neurális háló tanítása

- Cél a súlyok olyan beállítása úgy, hogy a $f(\mathbf{w}, \mathbf{x}_i)$ kimenet konzisztens legyen a tanító adat y_i címkéivel (*veszteségfüggvény minimalizálása*):

$$\min_{\mathbf{w}} \sum_i [y_i - f(\mathbf{w}, \mathbf{x}_i)]^2$$

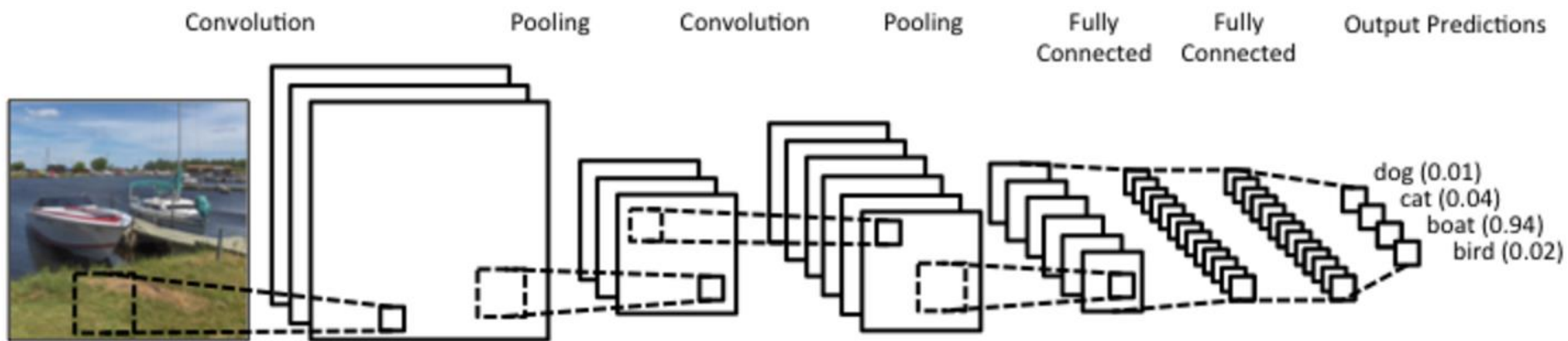
- Ehhez *backpropagation* algoritmus
- Előjel függvény nem deriválható (numerikus instabilitás), helyette pl. szigmoid, ReLU függvény
- A több réteg tetszőleges függvény megtanulását teszi lehetővé

Deep Learning sajátosságai

- Az eddigieknél is több adatot igényel és épít be a modellekbe
- Az eddigieknél is több számítási kapacitás (GPU, speciális hardverek)
- Hosszú évek heurisztikus kísérletezései alatt kifejlesztett kifinomult megoldások (hálózatok fajtái, numerikus és optimalizálási módszerek)
- Eltolás-invarianciákat jól tudja kihasználni (képek és hangok)
- Előre legyártott modellek használhatósága
- Nyilvánosság előtt folyik a fejlődés, nyílt forráskódok

Alapvető alkalmazások

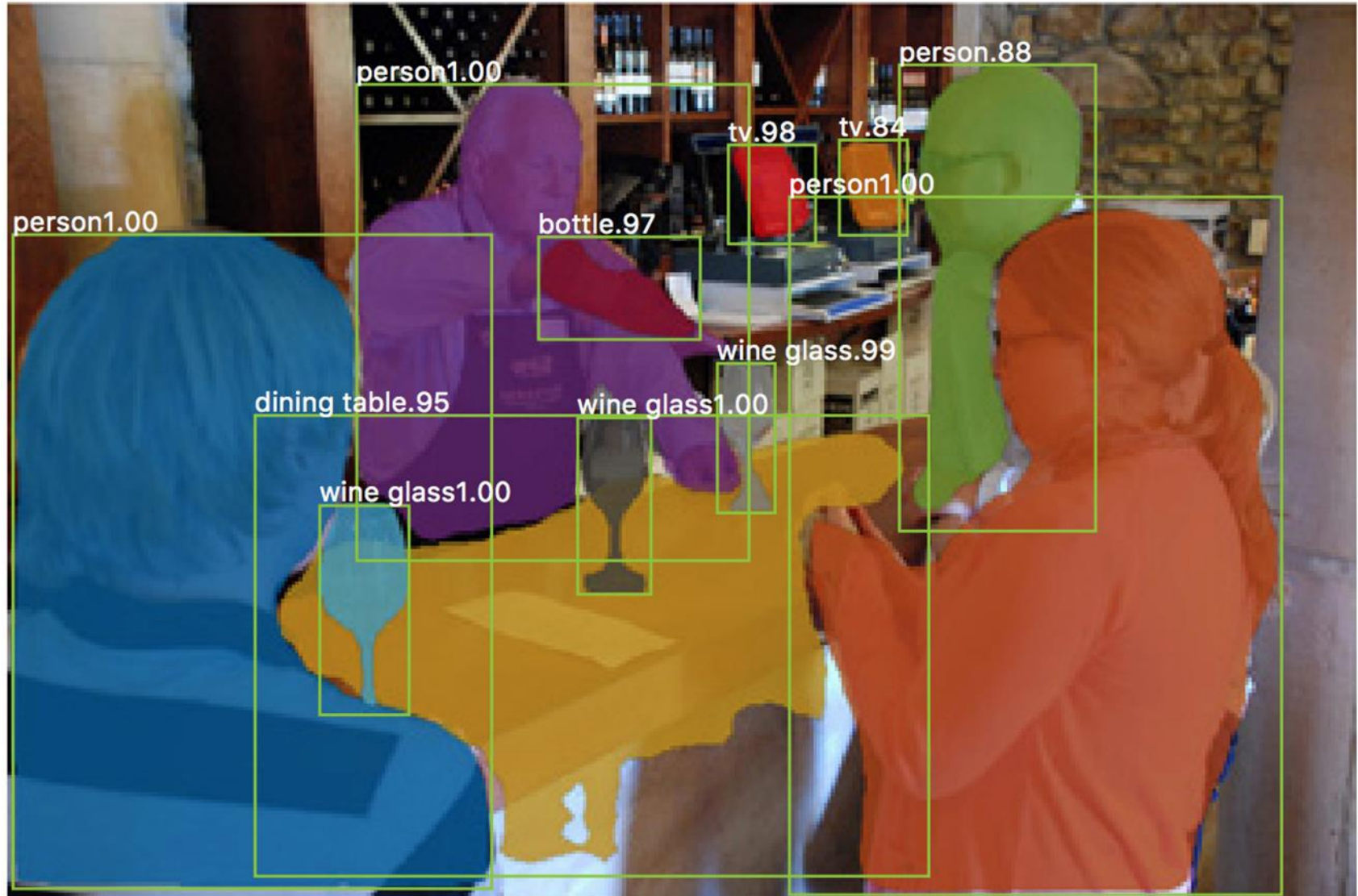
Képek osztályozása



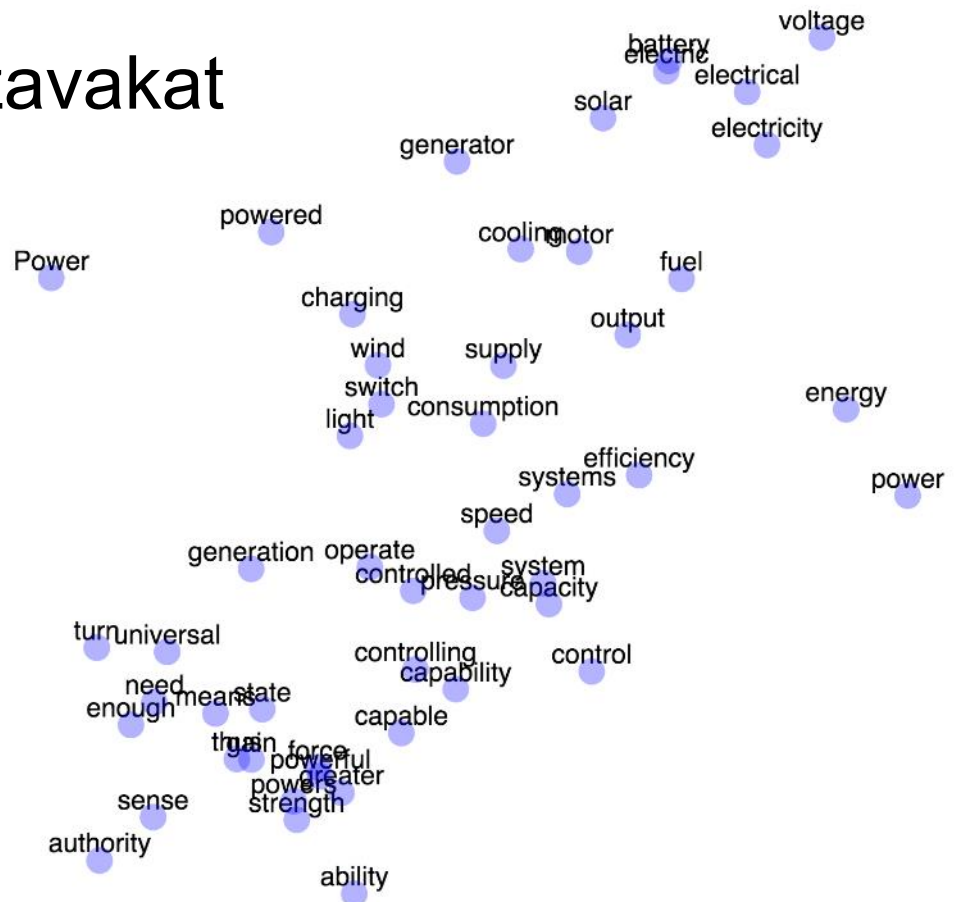
RGB pixel
bemenet
(224x224x3 dim)

kategorikus
kimenet
(4 dim)

Objektum felismerés



- *Word embedding* módszerek: *Word2vec*, *GloVe*
- A szavak valós vektorokkal reprezentálhatók
- Közeli vektorok olyan szavakat jelölnek, amiknek a szövegkörnyezetük gyakran hasonló
- Neuronhálók bemeneteként és kimeneteként használhatók



Szöveg2kép

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

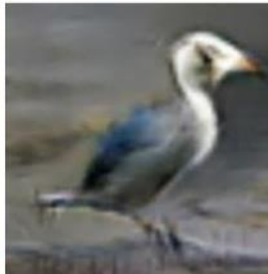
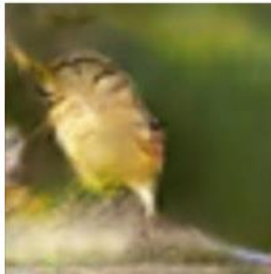
A white bird with a black crown and yellow beak

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.

Stage-I
images



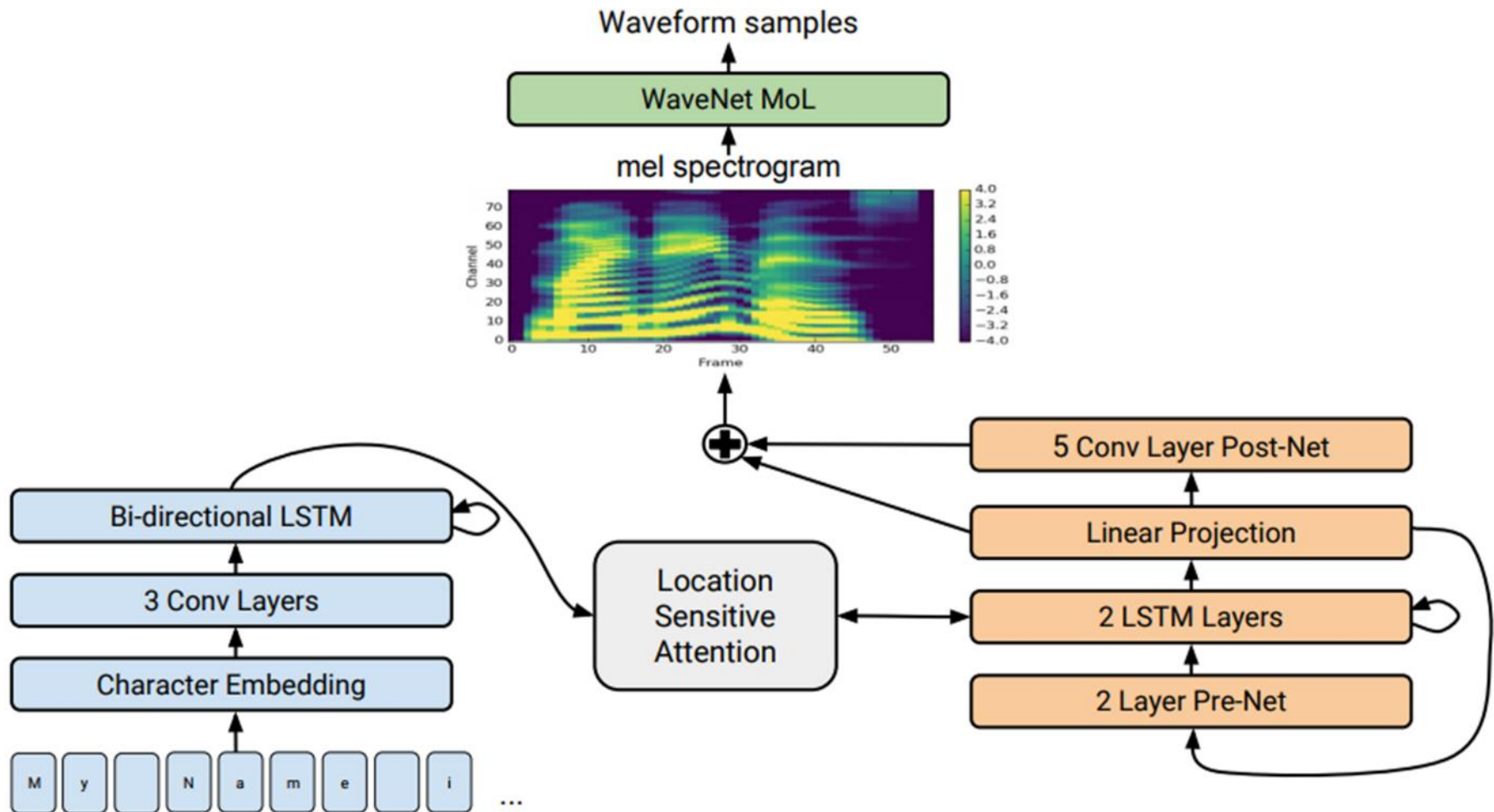
Stage-II
images



Kép2kép transzformációk

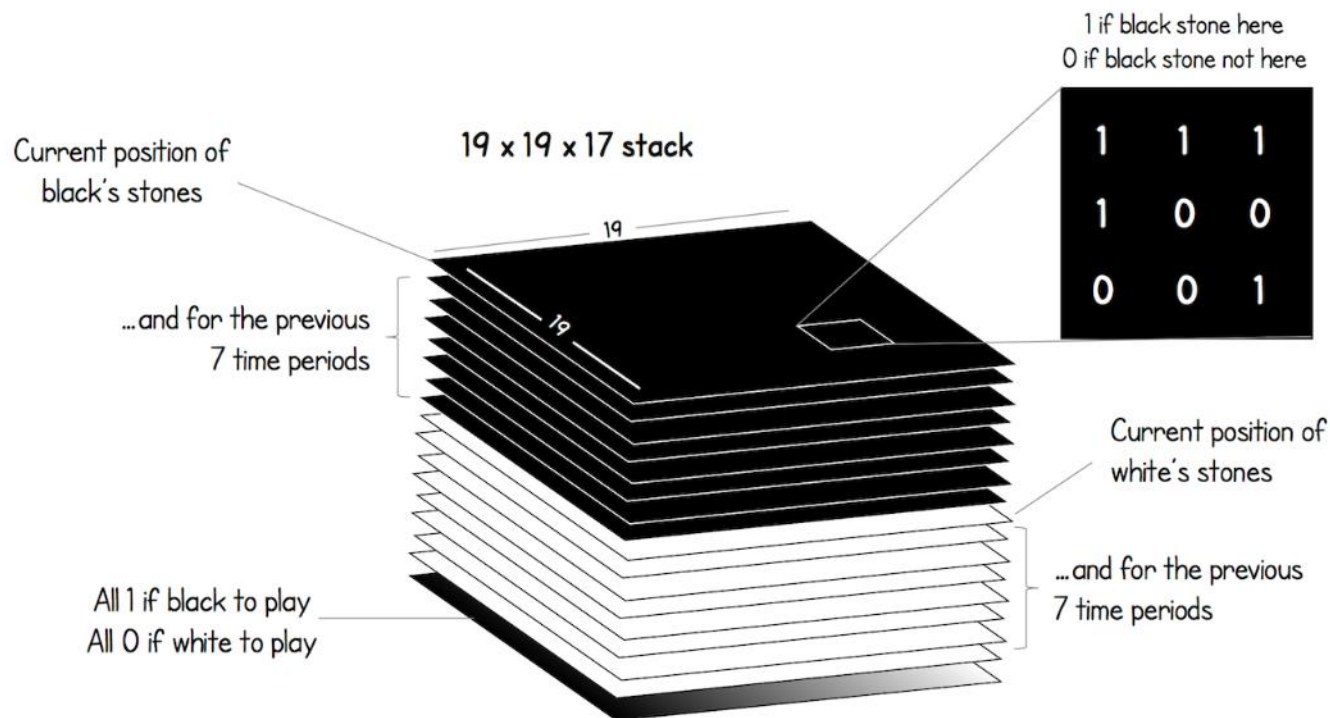


<https://google.github.io/tacotron/publications/tacotron2/index.html>



AlphaGo és AlphaGo Zero

WHAT IS A 'GAME STATE'

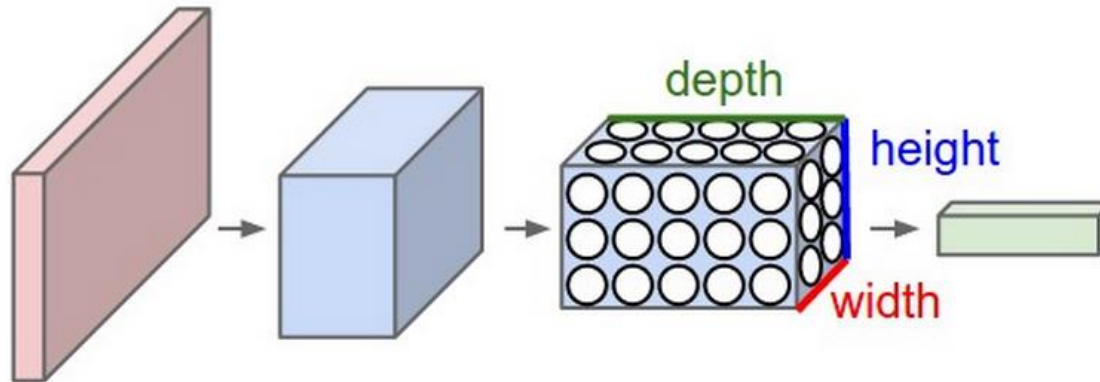


This stack is the input to the deep neural network

Konvolúciós hálózatok

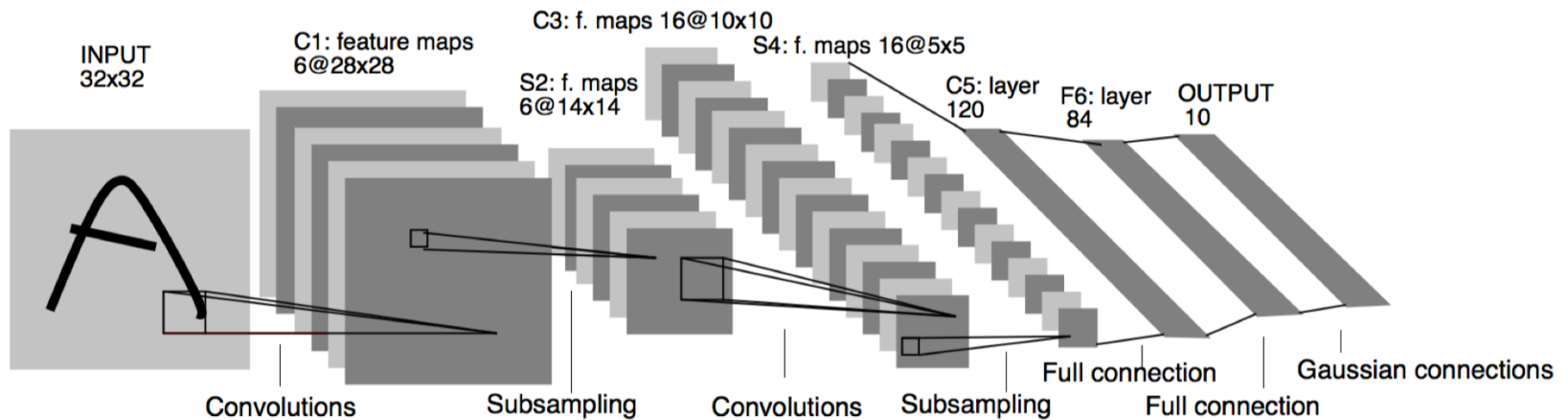
Convolutional Neural Network (CNN)

- Egy modell nagyon erős tanulási képességekkel
- Ehhez – akár több lépcsőben felépítve – új változók szisztematikus (sok), homogén módon (kevesebb paraméter) való előállításával, majd ezeket az adatok alapján szűrjük



LeNet-5

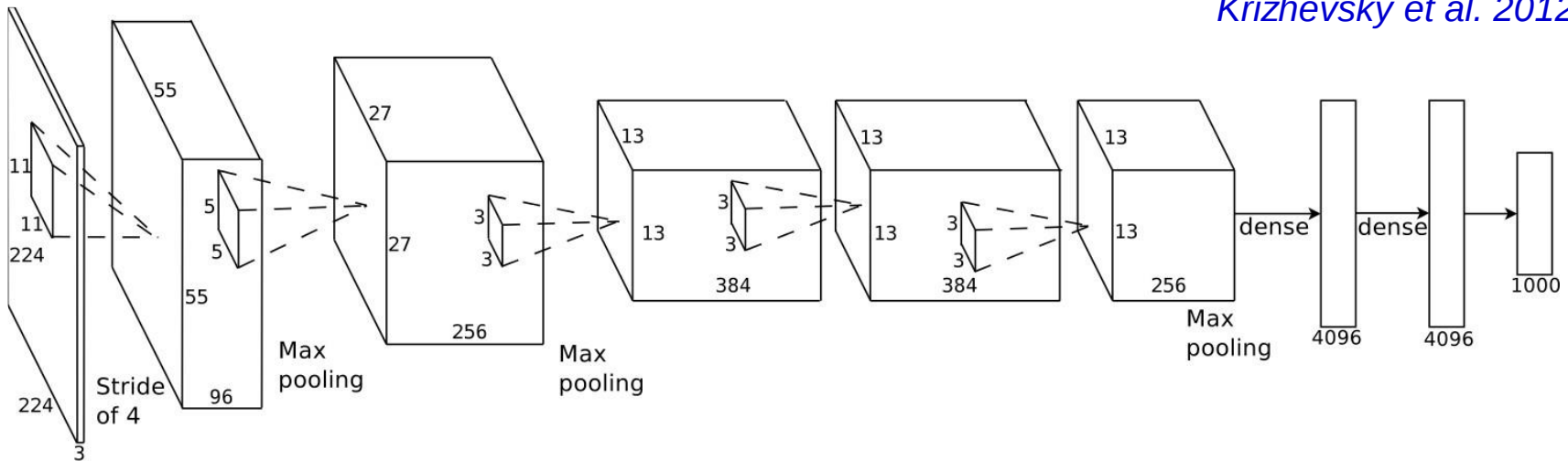
LeCun et al. 1998



- Példa feed forward deep neural network-re
- Könnyebben tanítható, mert csak részben összekapcsoltak a rétegek, módszer: backpropagation

Egy újabb CNN

Krizhevsky et al. 2012



- 650k neuron, 60M valós paraméter, 630M kapcsolat
- Túltanulás ellen overlapping pooling (elkent kép), dropout a teljesen kapcsolt rétegeken
- Tanítás: sztochasztikus gradiens módszer és backpropagation
- Gyors tanuláshoz: félig lineáris aktiválási függvények (ReLU)

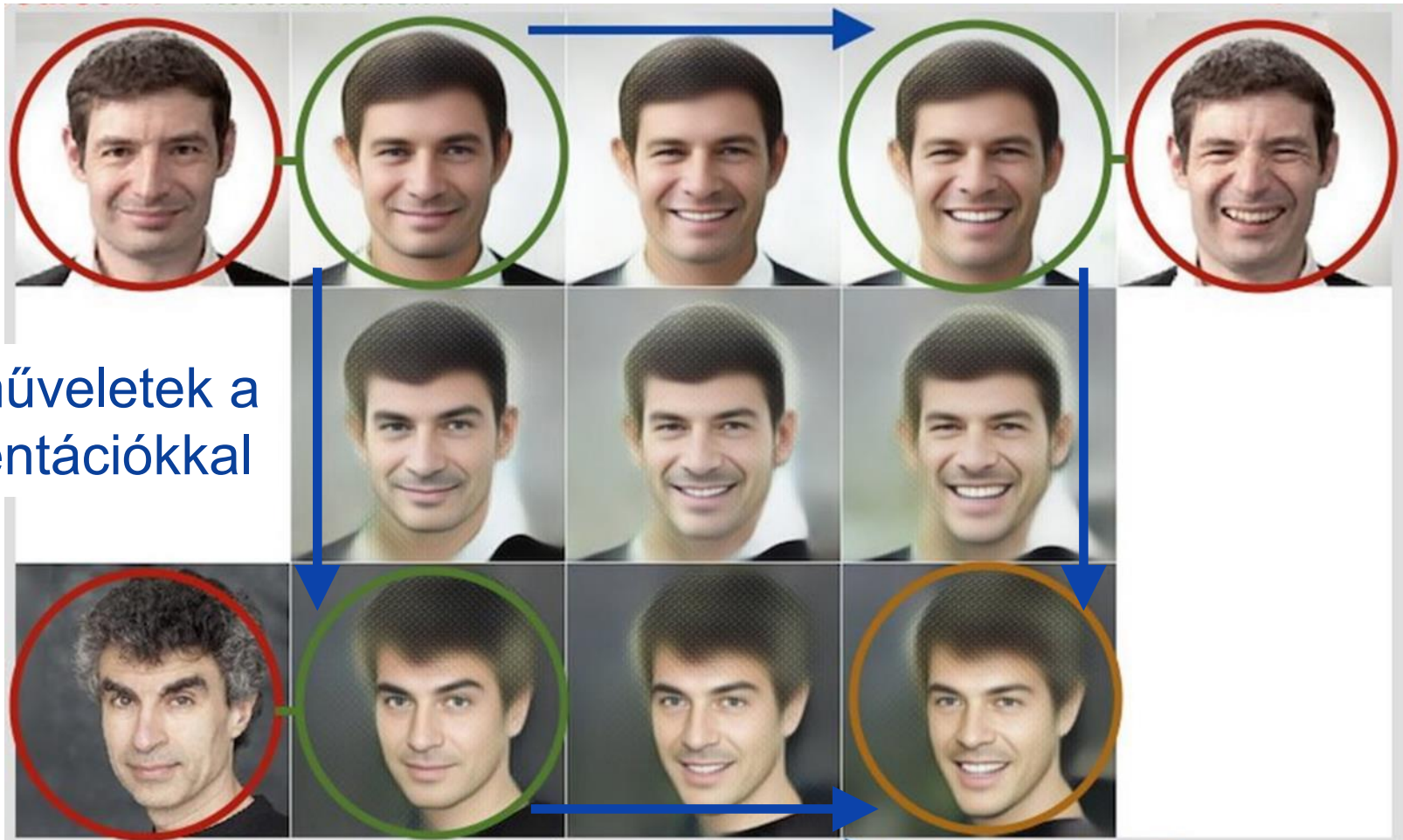
A reprezentációk világa

Műveletek reprezentációkkal

eredeti kép

reprezentációból
visszanyert képek

eredeti kép



vektorműveletek a
reprezentációkkal

eredeti kép

módosított kép

Reprezentációk korlátai

rekonstruált
kép

„mosoly” vektor
kivonva

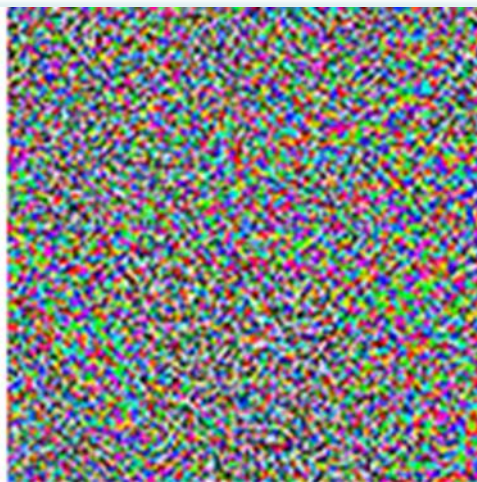
nemileg semleges
„mosoly” vektorral



Irányított zaj problémája



+ ϵ



=



“panda”

57.7% confidence

“gibbon”

99.3% confidence

- Sok adat, sok számolás, erős modellek
- Kép, hang, szöveg feldolgozás és generálás
- Havi szinten új eredmények
- Jövő (jelen)
 - IT biztonság, tesztelés
 - Egészségügy, diagnosztika, bioinformatika
 - Személyi asszisztens (speciális → általános)
 - Digitális média, tartalom generálás, ajánlórendszerek
 - Távérzékelés, környezetvédelem, mezőgazdaság
 - Közlekedés, önvezető járművek