

Az emberi agy és a mesterséges intelligencia kapcsolata

Analóg és digitális rendszerek összefonódása a hibrid biológiai számítástechnika tükrében

2025 dr. Lengyel József

Mi az MI ? Tudjuk mi az emberi intelligencia?

1. Definíció

Az intelligencia az a képesség, amely lehetővé teszi az információ feldolgozását, a tanulást, a problémák megoldását és a környezethez való alkalmazkodást.
2. Típusai

Az intelligencia többféle módon nyilvánulhat meg, például logikus gondolkodásban, nyelvhasználatban, térérzékelésben, zenei érzékben, mozgásban, másokkal való bántásmódban, önismeretben és a természet iránti érzékenységben.
3. Mérhetősége

Az intelligenciát főként **IQ-tesztek** mérik (főleg logikai és nyelvi képességek).
4. Fejlődése

Részben örökletes, részben környezeti tényezők formálják (családi háttér, oktatás, táplálkozás, kulturális hatások).
5. Agyi alapok

Az intelligencia több agyterület összehangolt működésén alapul, amelyek segítenek a döntéshozatalban, a nyelvhasználatban, a problémamegoldásban és az információk gyors feldolgozásában.

Mi a MI ? A Mesterséges Intelligencia (MI) kapcsán olyan technológiáról vitázunk és próbáljuk szabályozni, amit valójában még nem is értünk teljes mélységében.

Olaszország 2023 márciusában ideiglenesen betiltotta a ChatGPT használatát

Kína 2023 márciusában blokkolta a ChatGPT-t,

Egyesült Államok Szövetségi Kereskedelmi Bizottsága (FTC) vizsgálatot indított az OpenAI adatkezelési gyakorlataival kapcsolatban.

Az Európai Unió pedig 2024-ben **közzé tette** az AI Act nevű szabályozási keretrendszer, amely célja a mesterséges intelligencia rendszerek átláthatóságának és biztonságának biztosítása .

A mesterséges intelligencia (MI) térnyerése az oktatásban új kihívások elé állítja a felsőoktatási intézményeket. A hallgatók egyre gyakrabban alkalmaznak AI-eszközöket tanulmányaik során, ami felveti a kérdést: ki tanít kit, és mire? Ez a tendencia arra ösztönzi az oktatókat, hogy újragondolják szerepüket, és alkalmazkodjanak az MI által formált tanulási környezethez



Mi az MI ? (1.Tudomány fejlődése , 2.Informatika, 3. neurobiológia)

A tudomány fejlődése: utánzás és megértés– a tudomány két arca

1. Megfigyelésen alapuló tudományok

Lényege: a természetben megfigyelhető jelenségek, folyamatok másolása, leírása.

- **Asztronómia:** a bolygók mozgásának megfigyelése, leírása.
- **Biológia:** a fűzfa hatóanyagainak megfigyelése, amely az aszpirin (szalicilsav) alapjául szolgált a gyógyításban.
- **Geológia:** földrengések, vulkánkitörések megfigyelése, például a szokatlan állati viselkedés (pl. 1883-ban a Krakatau kitörése előtt az állatok elhagyták a szigetet.)
- **Meteorológia (kezdetben):** időjárási jelenségek rögzítése, például a "vörös ég alján" jelenség megfigyelése, amely közelgő viharra vagy időjárás-változásra figyelmeztetett.

Jellemző: passzív adatgyűjtés, a világ megértése, de még nincs előrejelzés vagy modellalkotás.

A mesterséges neurális hálók alapötletét az emberi megfigyeléses és utánzásos tanulás ihlette, de a működési mechanizmusuk matematikailag és technológiailag más. Azonban a két rendszer közös célja a mintázatfelismerés és viselkedésváltozás tanulás révén.

Mi az MI ? **A tudomány fejlődése: utánzás és megértés** – a tudomány két arca

2. Elvont, eléleti tudományok (megértés)

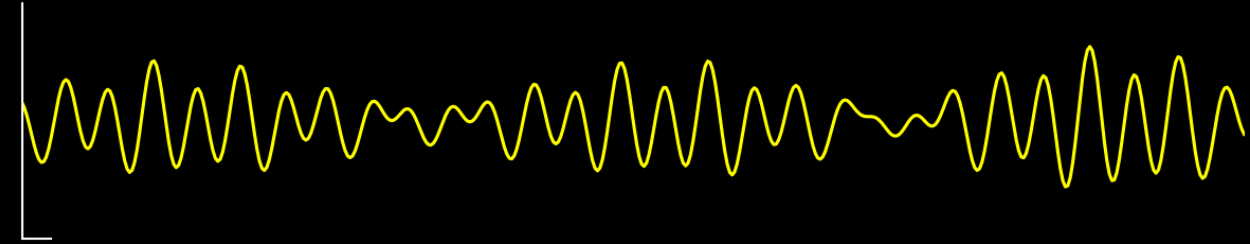
- **Fizika:** Newton törvényei – **előre jelzi** a testek mozgását.
- **Asztronómia:** a Neptunusz felfedezése a bolygópályák eltéréseinek **előrejelzése** alapján (1846, Urbain Le Verrier).
- **Gazdaságtudomány:** modellek alapján gazdasági válságok, infláció **előrejelzése**, például a 2008-as pénzügyi válság előrejelzése néhány közgazdász részéről.
- **Mesterséges intelligencia (MI):** nemcsak észlel, hanem dönt és **előrejelez** (pl. időjárás, tőzsde).
- **Jellemző:** aktív előrejelzés, magyarázat, következtetés és predikció elméleti modellek alapján.

Összegzés: Az első szint leír, a második megért és előre jelez. A modern tudományok célja a második szint elérése.

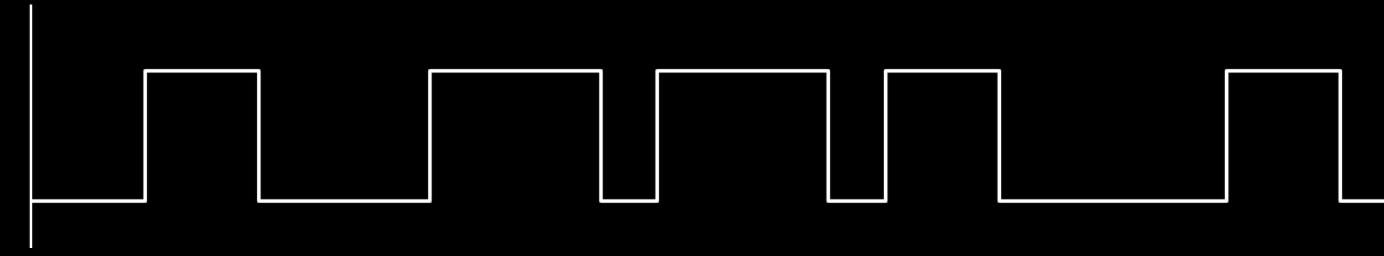
Digitális és analóg rendszerek

Analóg vagy digitális világban élünk?

Rövid, véletlenszerű analóg jel

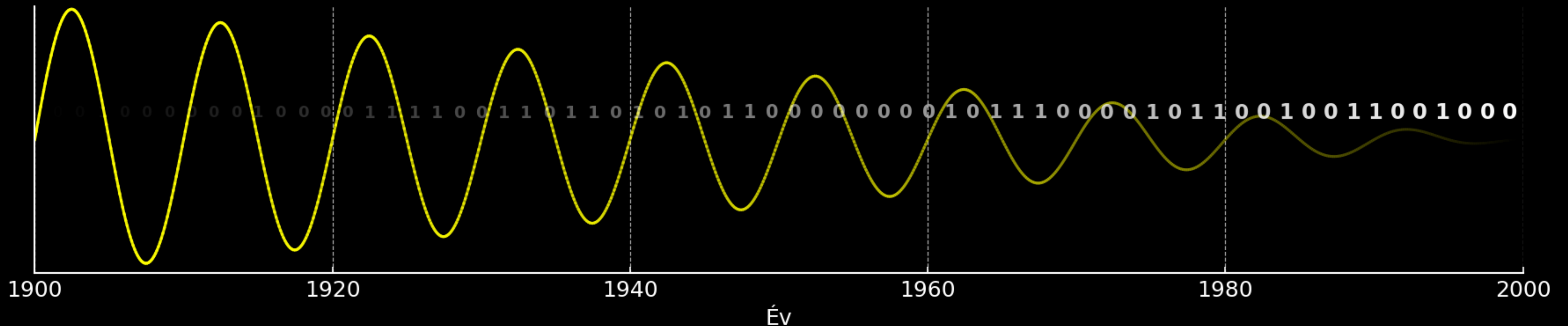


Rövid, véletlenszerű digitális (négyyszög) jel



Rövid, véletlenszerű analóg jel

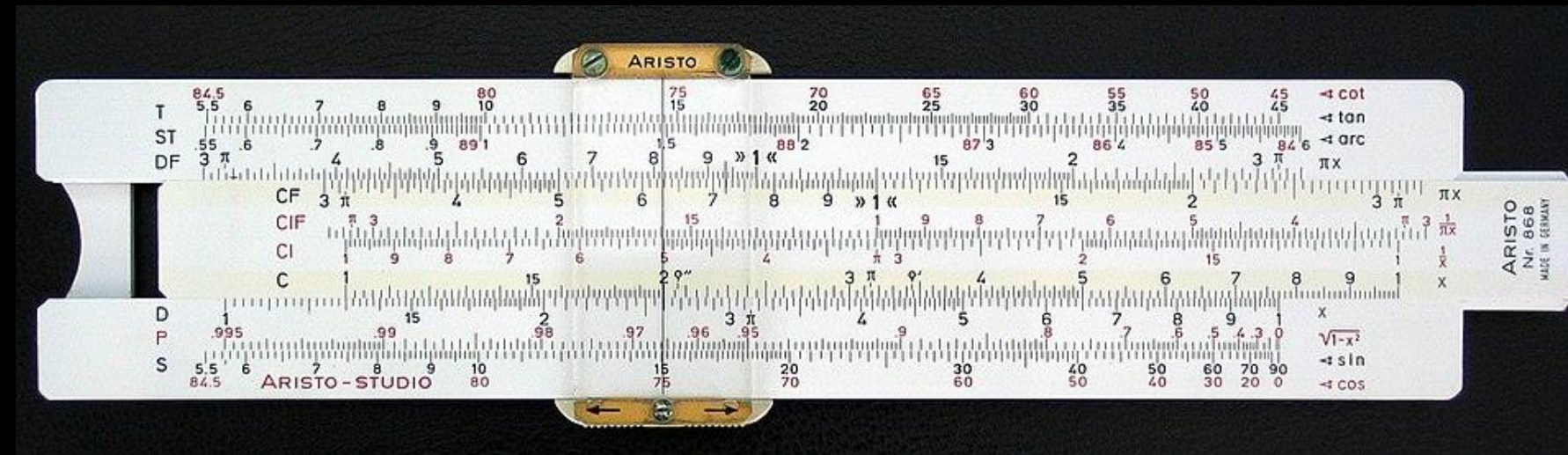
Rövid, véletlenszerű digitális (négyyszög) jel



Digitális és analóg rendszerek

- Analóg számítógép

folyamatos fizikai mennyiségek (feszültség, áram, mechanikus mozgás stb.) segítségével oldottak meg számítási feladatokat



Előnyei: Gyors Párhuzamos művelet végrehajtás

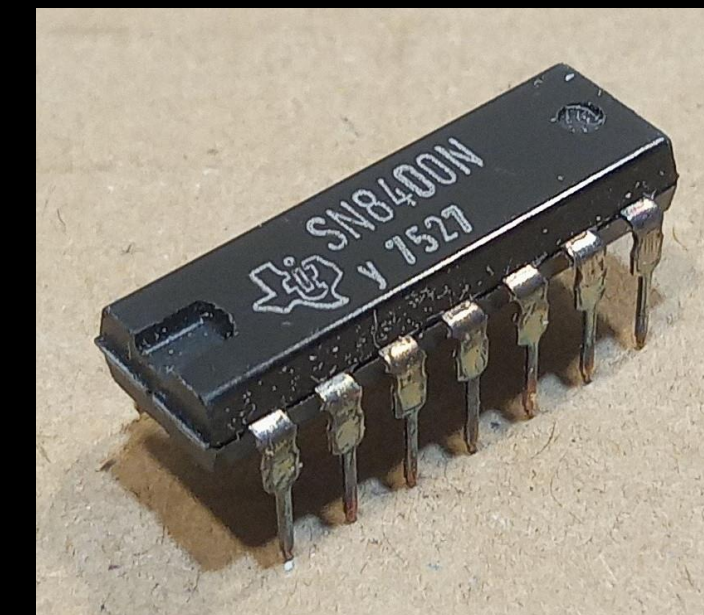
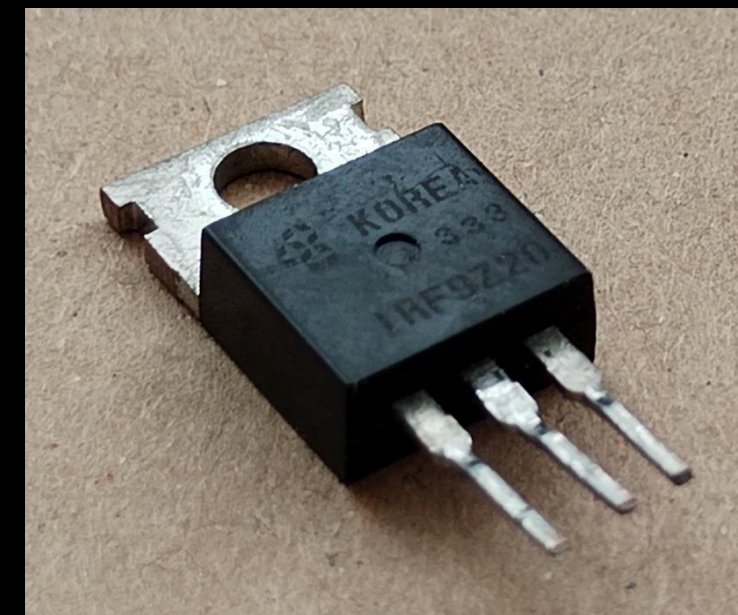
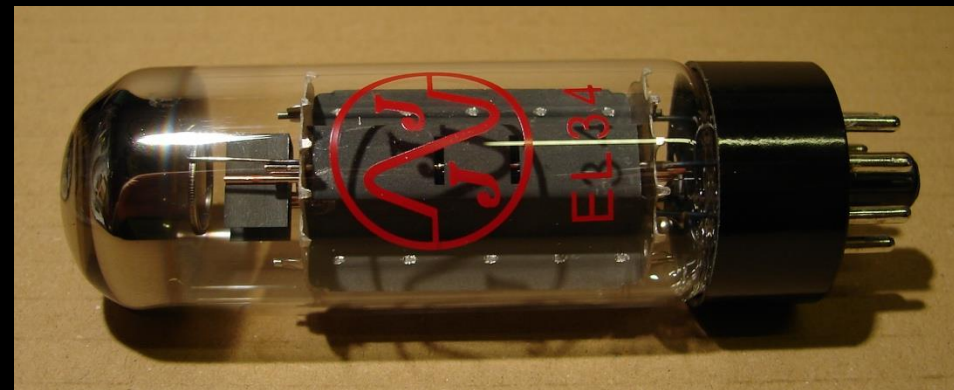
Hátrányai: Kevésbé sokoldalúak Korlátozott pontosság

Digitális és analóg rendszerek

- Digitális számítógép

az adatokat kettes számrendszerben, 0 és 1 jelek formájában dolgozza fel. Így tárolja az információt

Neumann-elvű számítógép: Adatok és programok ugyanabban a memóriában tárolódnak.

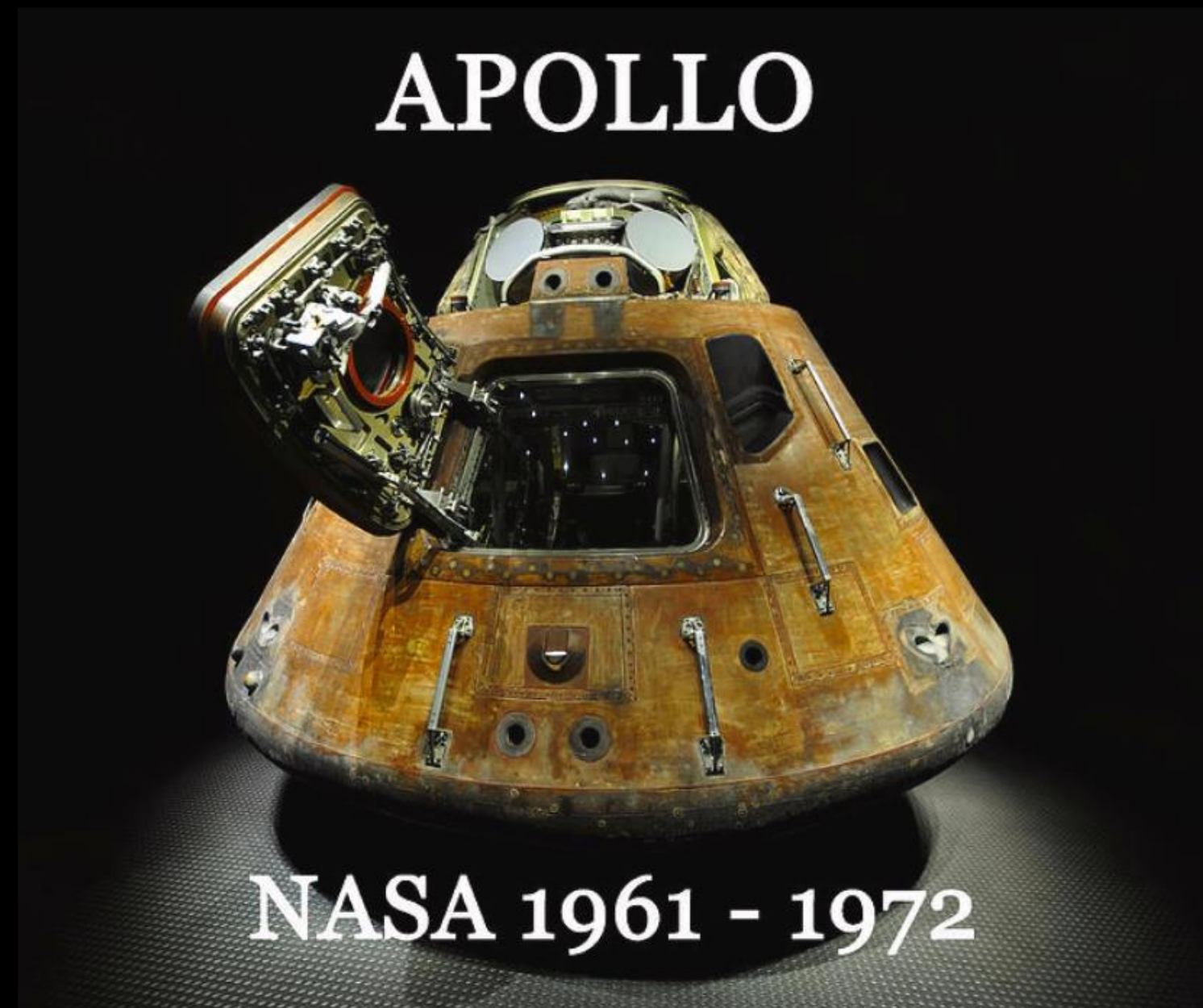


Előnyei: Rugalmasak Programozhatóak Pontosabbak

A 80-as évek végére sebességben is utolérték vagy meghaladták az analóg gépeket

Hibrid (digitális és analóg) rendszerek

ötvözik az analóg gyorsaságát a digitális vezérlés pontosságával



Űrkutatás: A NASA az Apollo-program

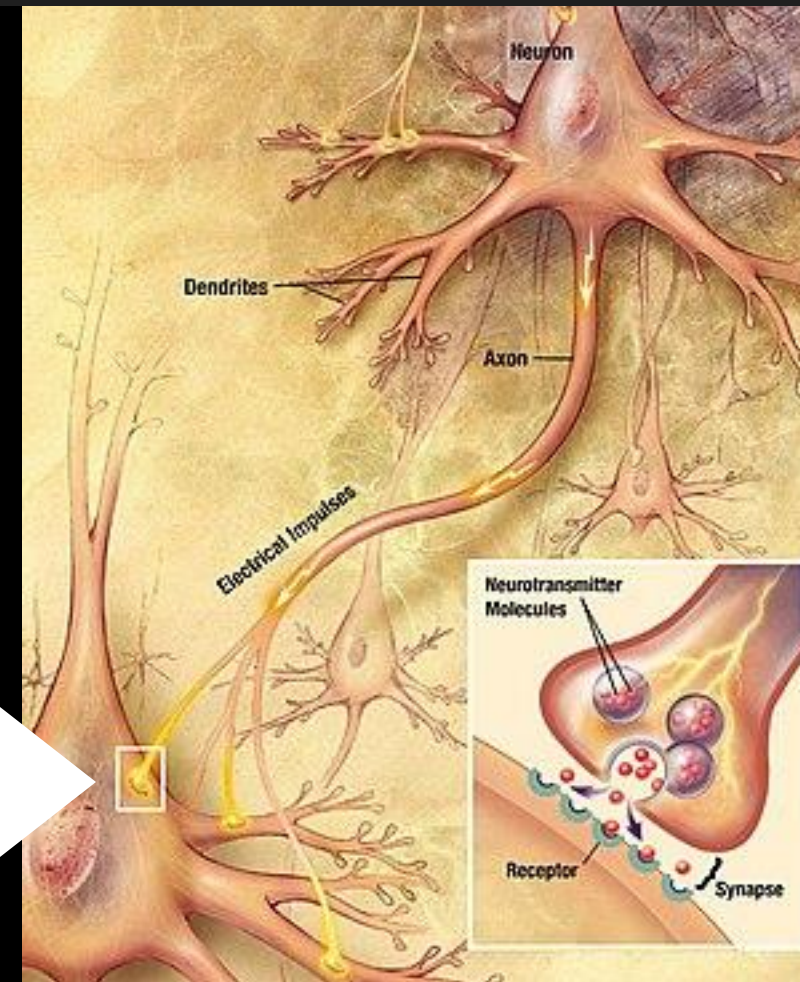
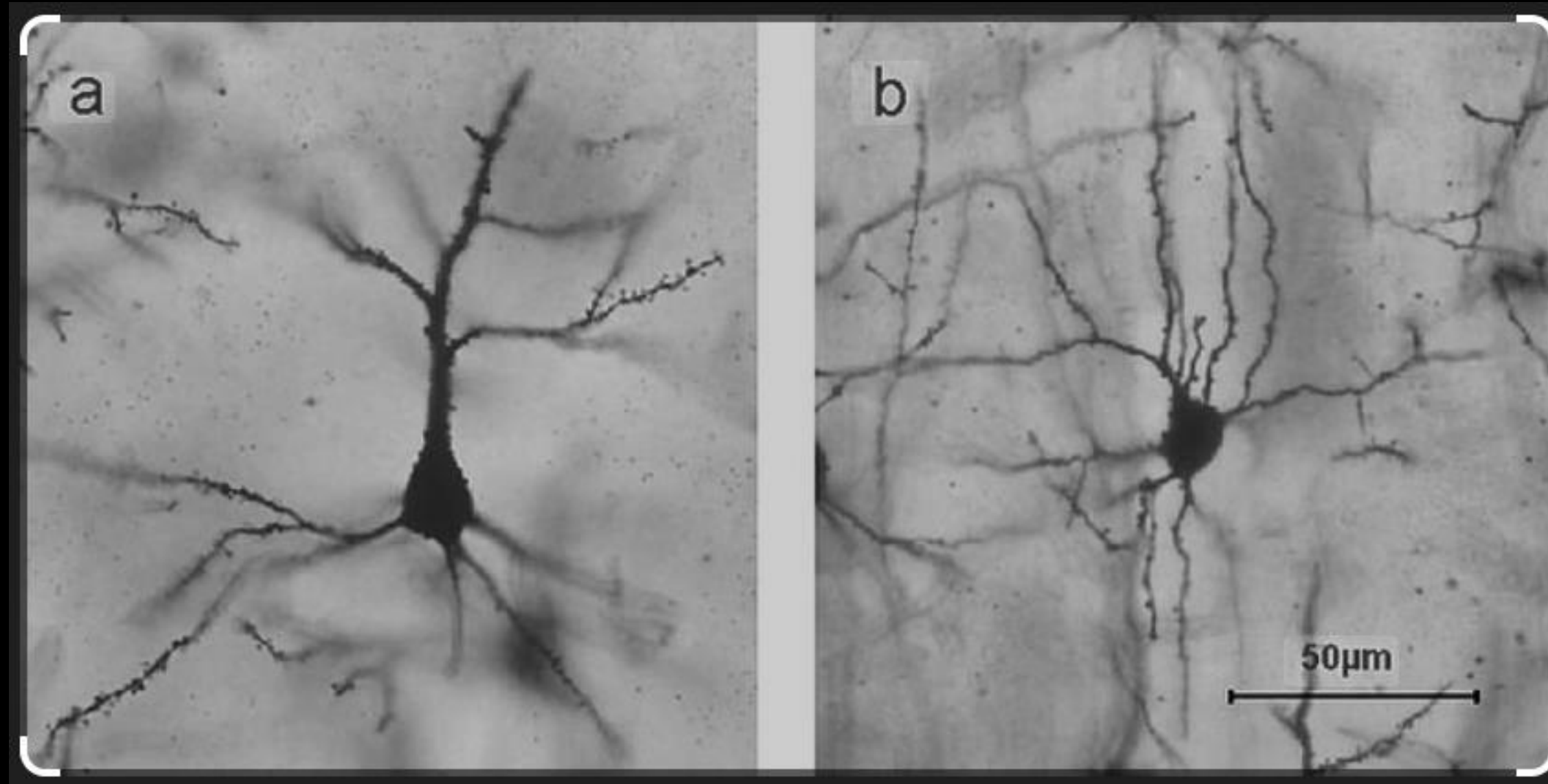
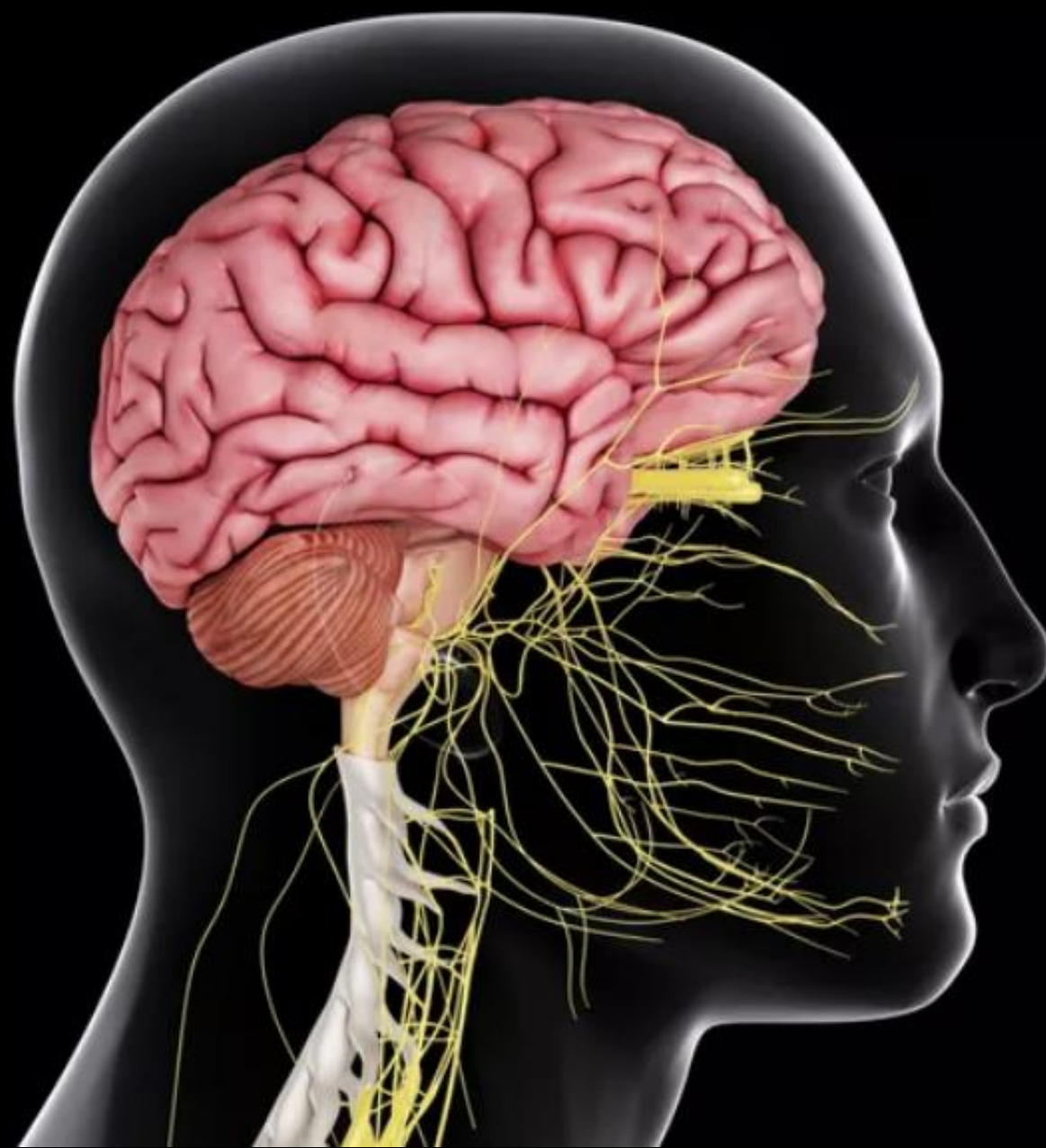
Ipari folyamatirányítás

vegyiparban és az olajfinomítóknál
használtak ilyen rendszereket a
folyamatok optimalizálására

Navigációs és irányítási feladatok

képesek voltak gyorsan feldolgozni az
analóg érzékelők jeleit és digitális
parancsokká alakítani azokat.

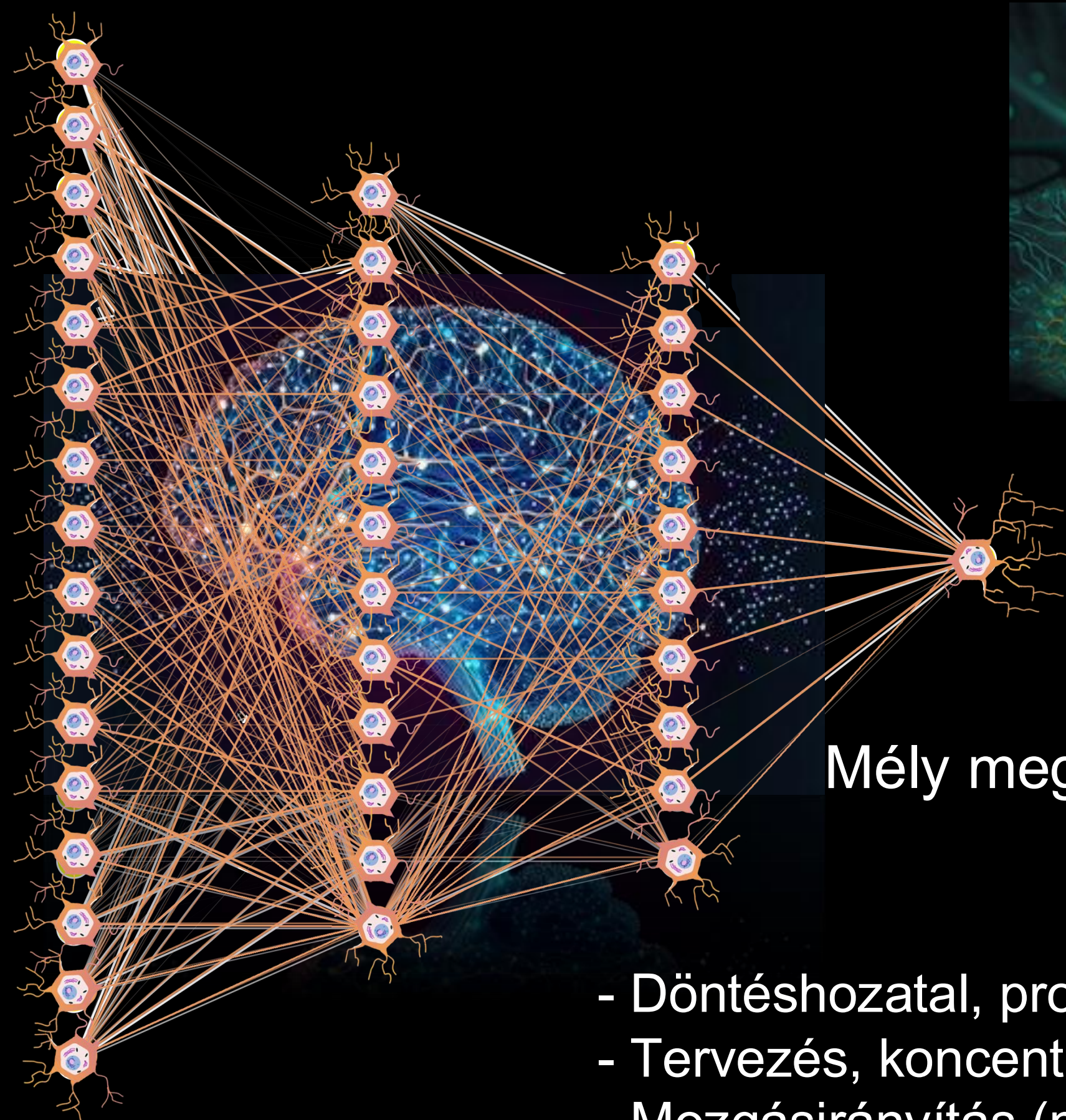
A neurális hálózatok modelljeit az agy neuronh



Szinapszis működése

Hogyan modellezzük le az emberi agyat?

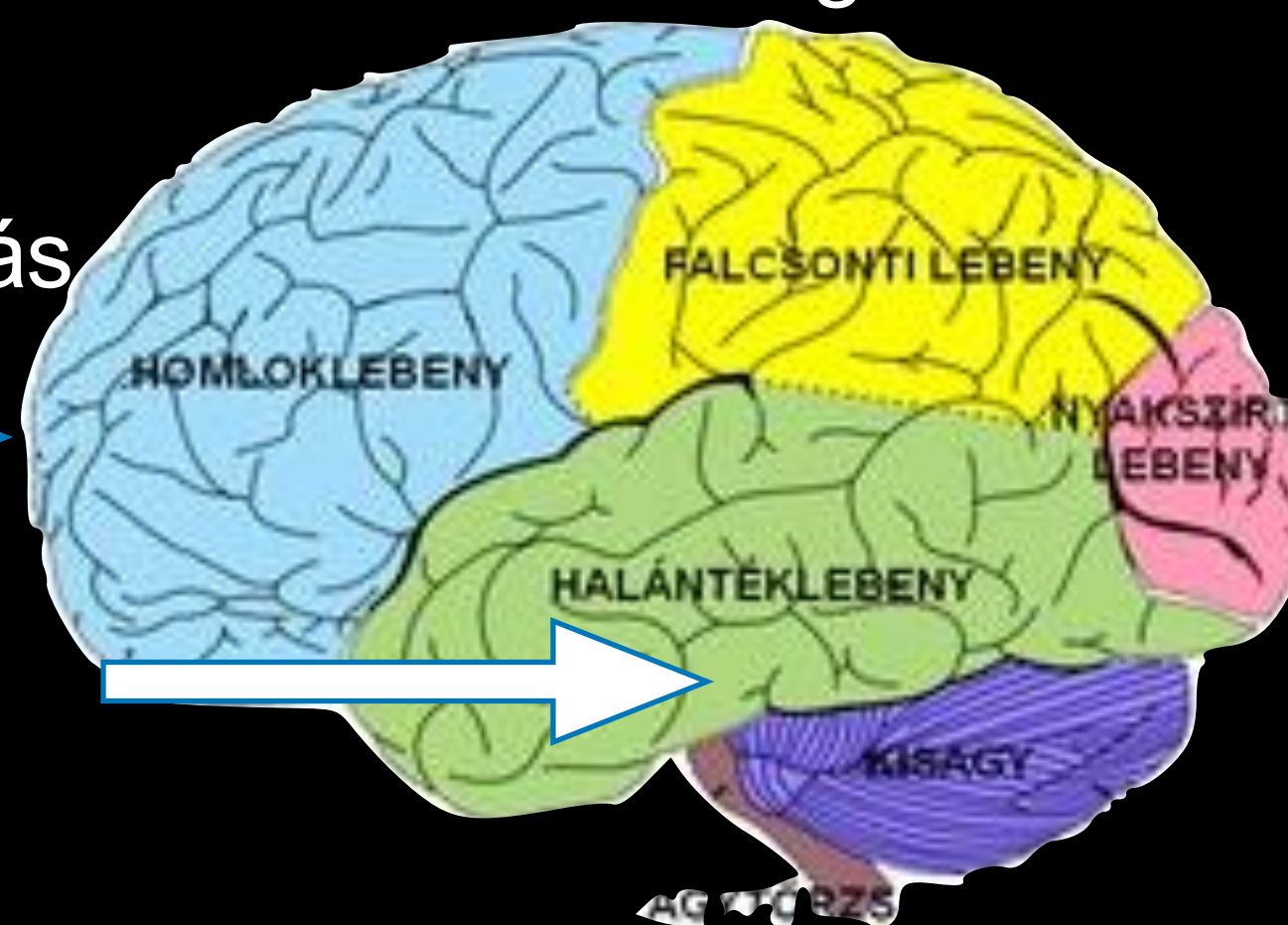
ANN (Artificial Neural Network)



Eredmény

DRL - Deep Reinforcement Learning

Mély megerősítéses tanulás



Nyakszirti lebeny

(occipitális lebeny)

Látás feldolgozása
Színek, formák,
mozgás felismerése

Convolutional
neural network

CNN

Konvolúciós
neurális hálózatok

Halántéklebeny (temporális lebeny)

Hallás és hangfeldolgozás
Nyelvértés (Wernicke-terület)
Memória és tanulás (hippocampus)
Érzelmek feldolgozása

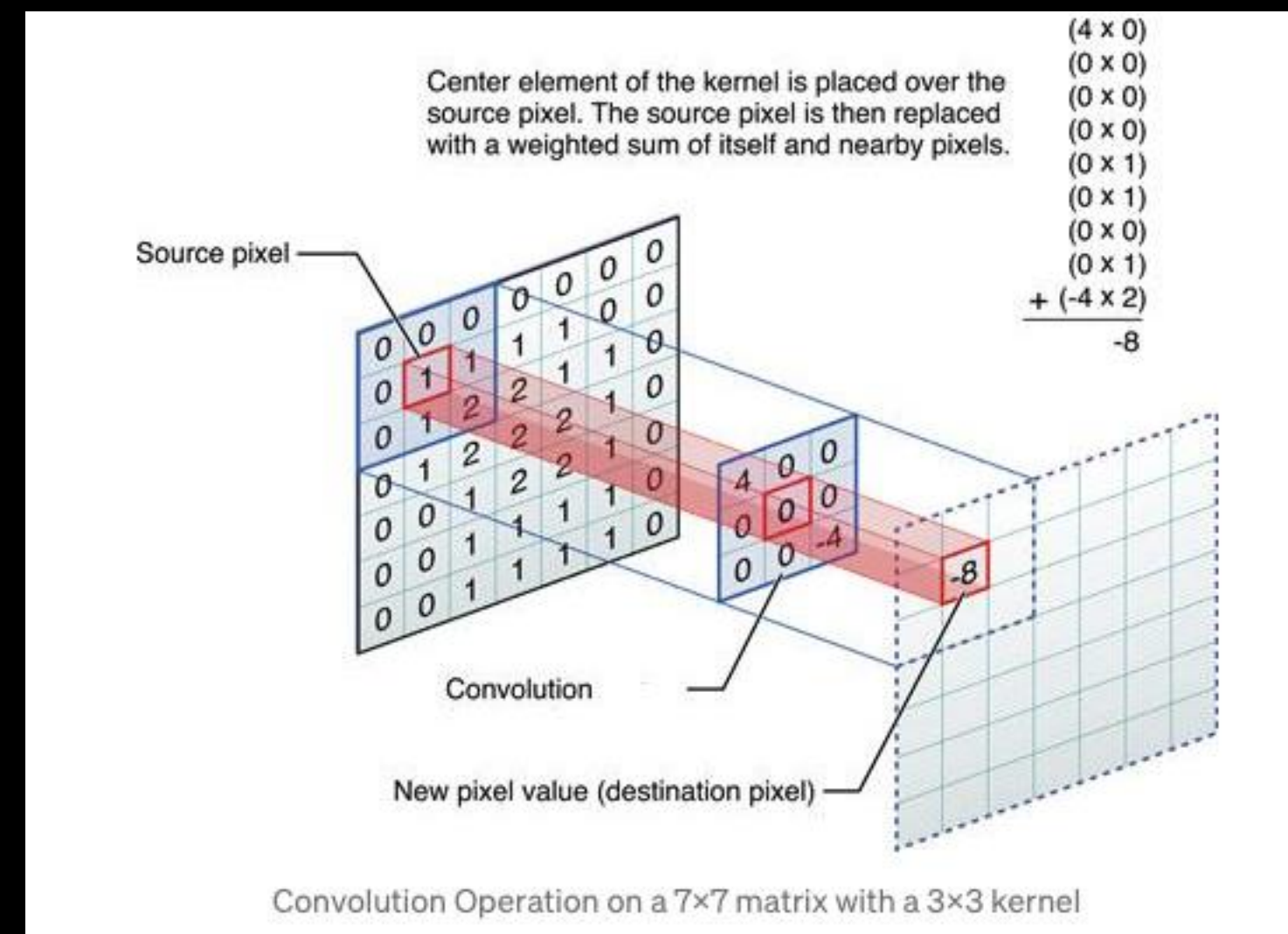
- Döntéshozatal, problémamegoldás
- Tervezés, koncentráció
- Mozgásirányítás (motoros kéreg)
- Beszédképzés (Broca-terület)
- Személyiség, érzelmek szabályozása

RNN

Rekurrens neurális hálók (RNN),
Long Short-Term Memory (LSTM),
Transformer modellek

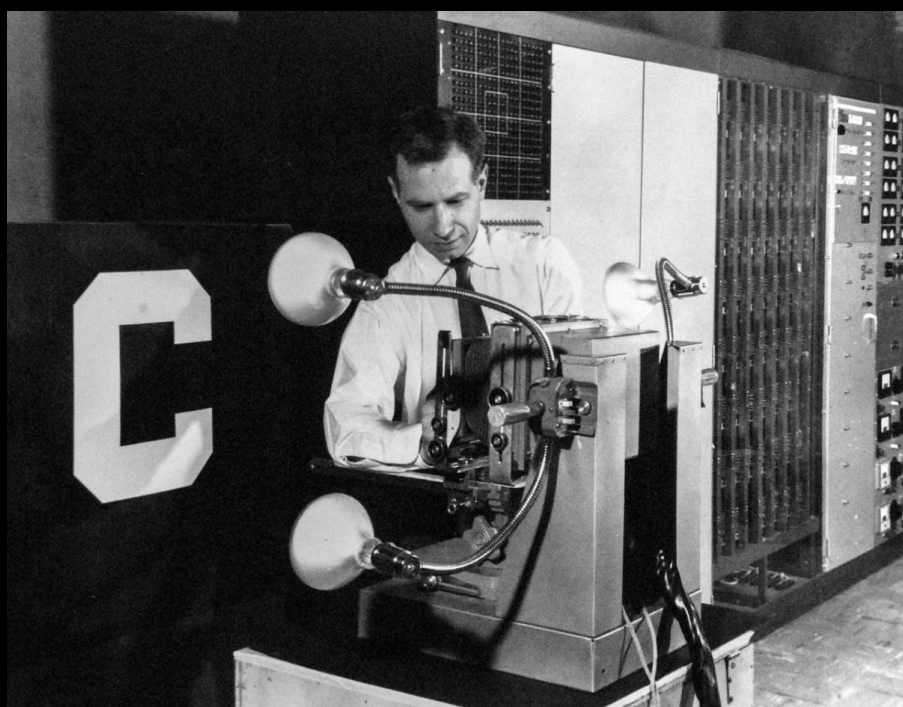
Bemenet

Tapintás, hő, fájdalom érzékelése
Testérzékelés (testtudat)
Térbeli tájékozódás
Számolási képesség



Perceptron Model

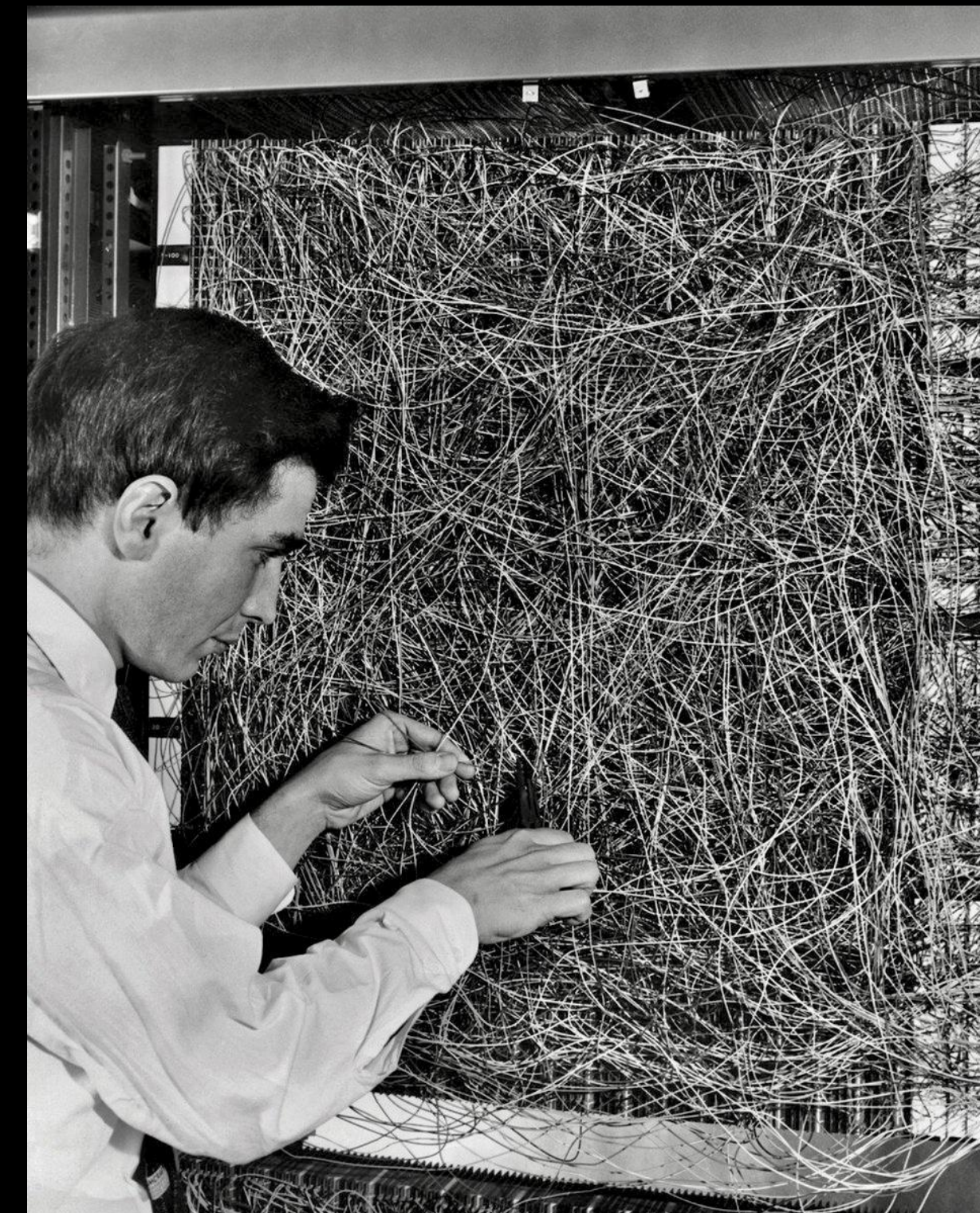
Artificial neural network



20 x 20
fotóérzékelő

1958 - *Frank Rosenblatt*

The Man who forever changed Artificial Intelligence



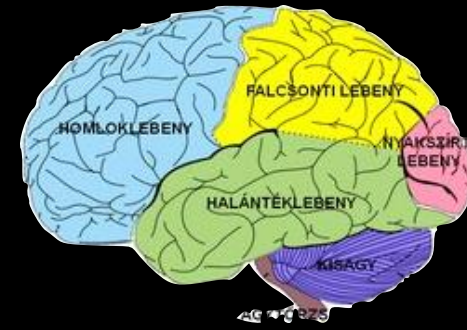
A perceptron modelt 1958-ban Frank Rosenblatt mutatta be először, de akkor még nem volt megfelelő (semmilyen) számítástechnika amivel ezt használni lehetett volna, ezt később több neves kutató különböző publikációkban támadta, leszólta Rosenblatt gépét és a hozzá tartozó elméletet (hogy nincs elég számítástechnikai kapacitás rá) ekkor kezdődött el az “AI Winter” ami ezt a témát gyakorlatilag jegelte néhány évtizedig.

Az analóg megközelítés előnyei a mesterséges intelligencia fejlődésében

- A gépi tanulási modellek óriási energiaigénye

Több millió Kw

Emberi



20 w

- memrisztoros áramkörök , **szinapszis**

Gyakorláson alapuló tanulás

A **memrisztor** (memória + rezisztor) egy olyan áramköri elem, amely **emlékszik** a rajta korábban átfolyt áramra, és ez határozza meg a pillanatnyi ellenállását. Ez az **emlékezet** abban nyilvánul meg, hogy ha megszűnik a feszültség, akkor is megőrzi az állapotát – vagyis **nem felejt**.

Ha **sok áram folyt át rajta egy adott irányba**, a memrisztor **ellenállása csökken** – olyan, mintha „**betaposnál egy ösvényt**”. Minél többször jársz rajta, annál könnyebben járható.

Ezért **képes emlékezni**, mert az ellenállása megőrzi a korábbi „használat” nyomait.

Az analóg áramkörök természetüknél fogva párhuzamosan végzik a számításokat

Fő különbségek összefoglalva

Tulajdonság	Emberi agy	Mesterséges neurális háló
Tanulás típusa	Tapasztalati, élményalapú	Adataalapú, számításos
Rugalmasság	Nagyon rugalmas	Korlátozott rugalmasság
Energiafogyasztás	Alacsony	Magas
Adatigény	Kevés adatból is tanul	Nagyon sok adat kell
Hibatűrés	Magas, kompenzál hibákat	Alacsony, egy hiba elronthatja
Általánosítás képessége	Jó (kreativitás, intuíció)	Gyenge (szűk feladatokra jó)

Hasonlóságok az emberi agy biológiai működése és az analóg-digitális rendszerek között

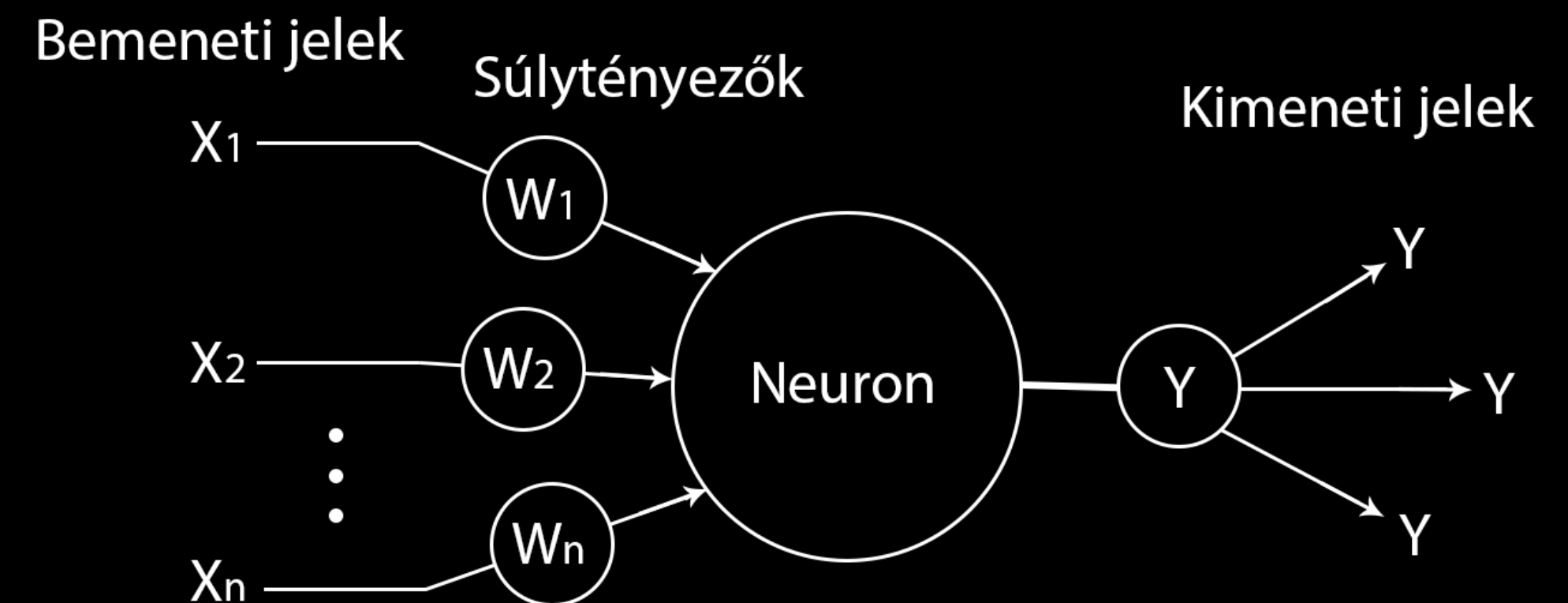
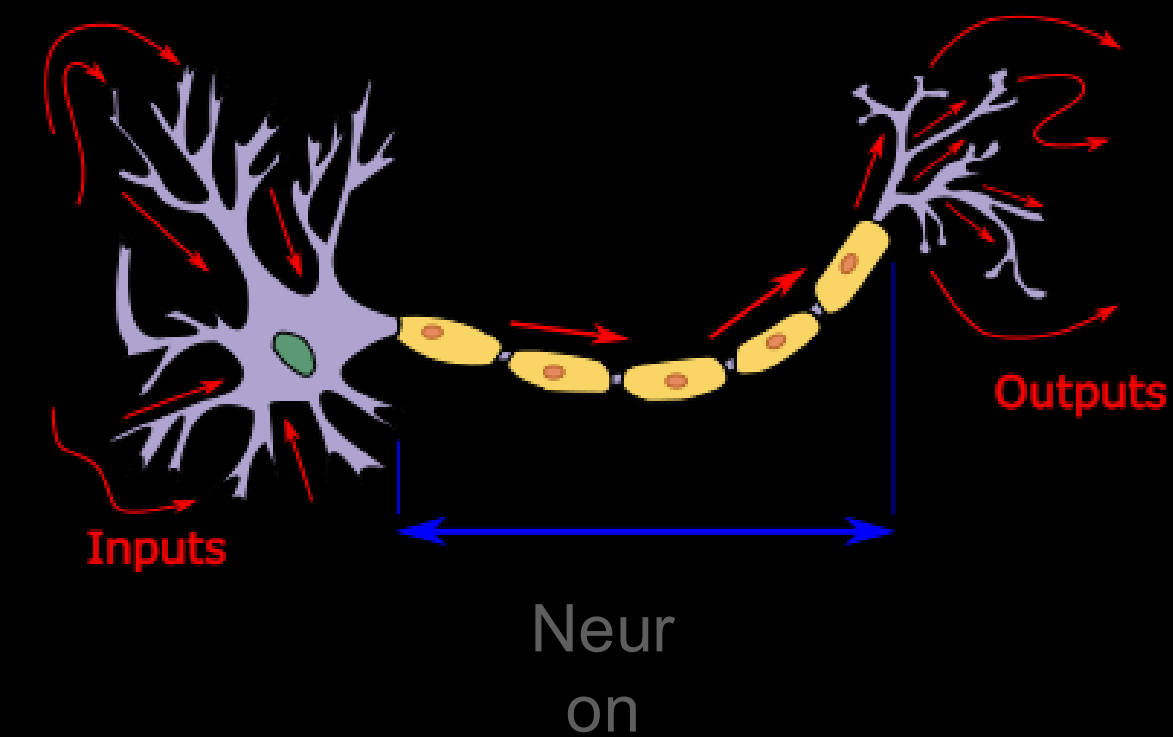
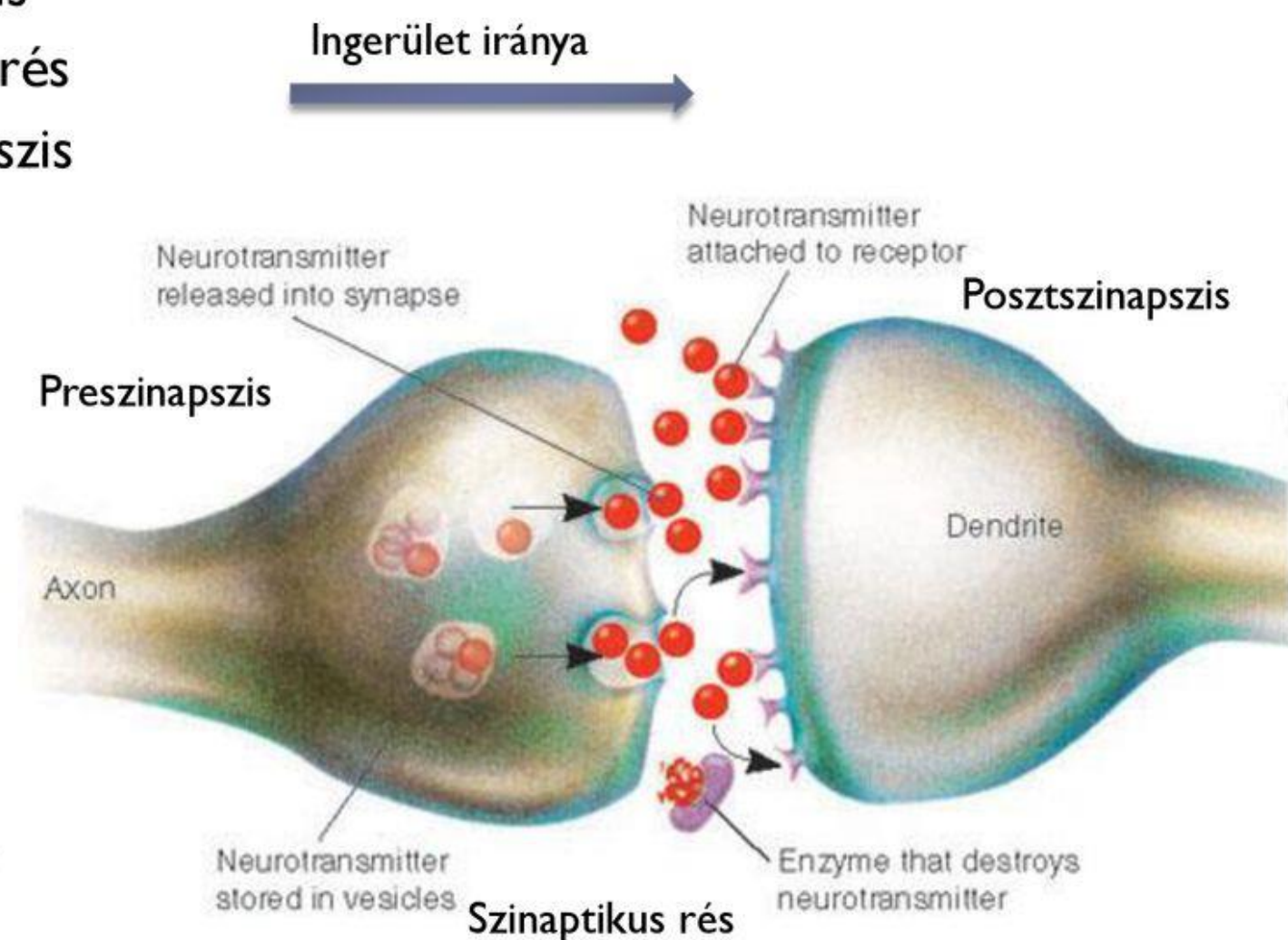
Inkább analóg, de vannak digitális jellegű elemei is

Az agy inspirálta MI-rendszerek az agyhoz hasonlóan működő “analóg” modelleket valósítanak meg digitális eszközökkel

Szinapszis felépítése

Részei:

- ▶ Preszinapszis
- ▶ Szinaptikus rés
- ▶ Posztzinapszis

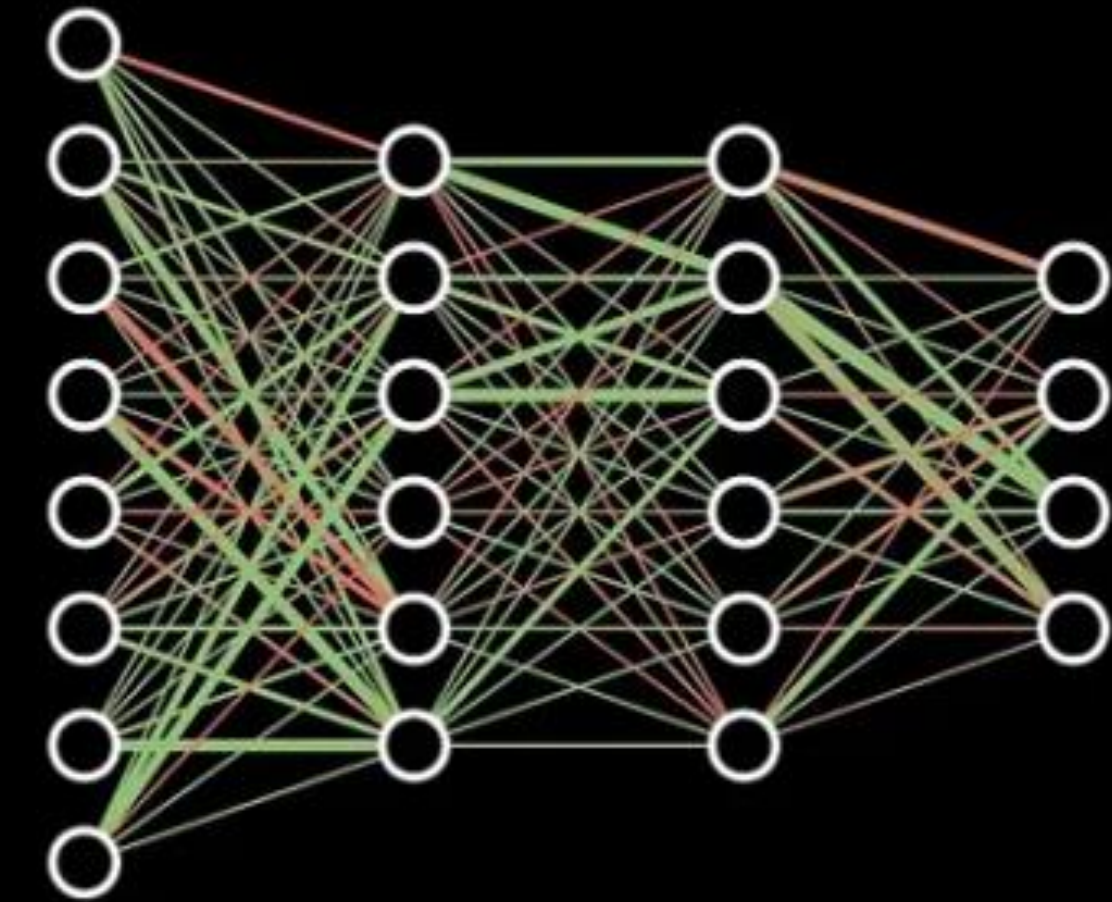


Hasonlóságok az emberi agy biológiai működése és az analóg-digitális rendszerek között

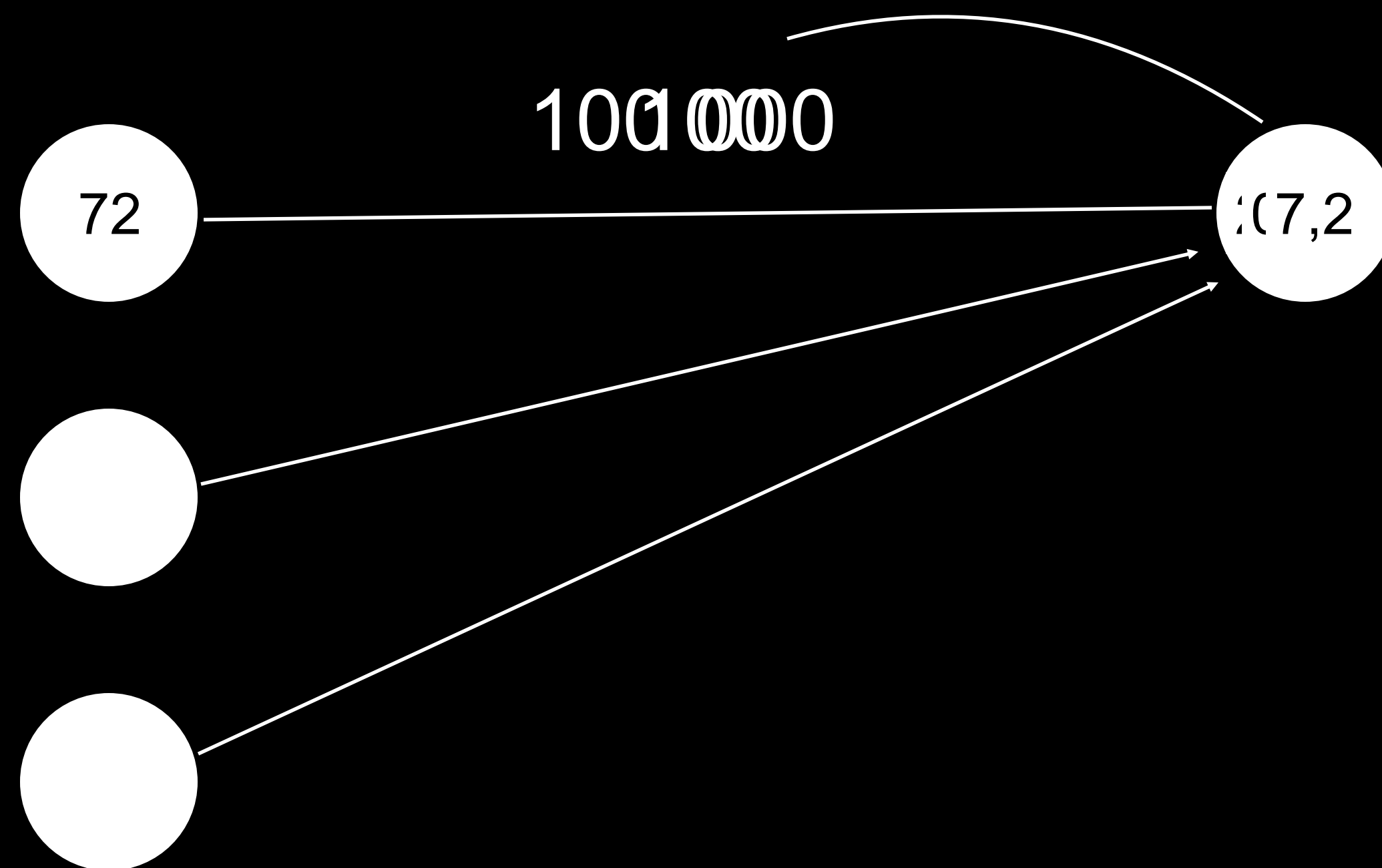
Emberi agy	Mesterséges neurális háló
Neuron	Mesterséges neuron
Szinapszis	Súly (weight)
Megfigyelés + utánzás	Tanítóadat + tanulási algoritmus
Szinaptikus plaszticitás	Súlyfrissítés (pl. gradiensmódszer)
Hibavisszajelzés (pl. jutalom)	Veszteségfüggvény (loss) visszaterjesztés

1 m² ezen a környéken: ~450 000 Ft

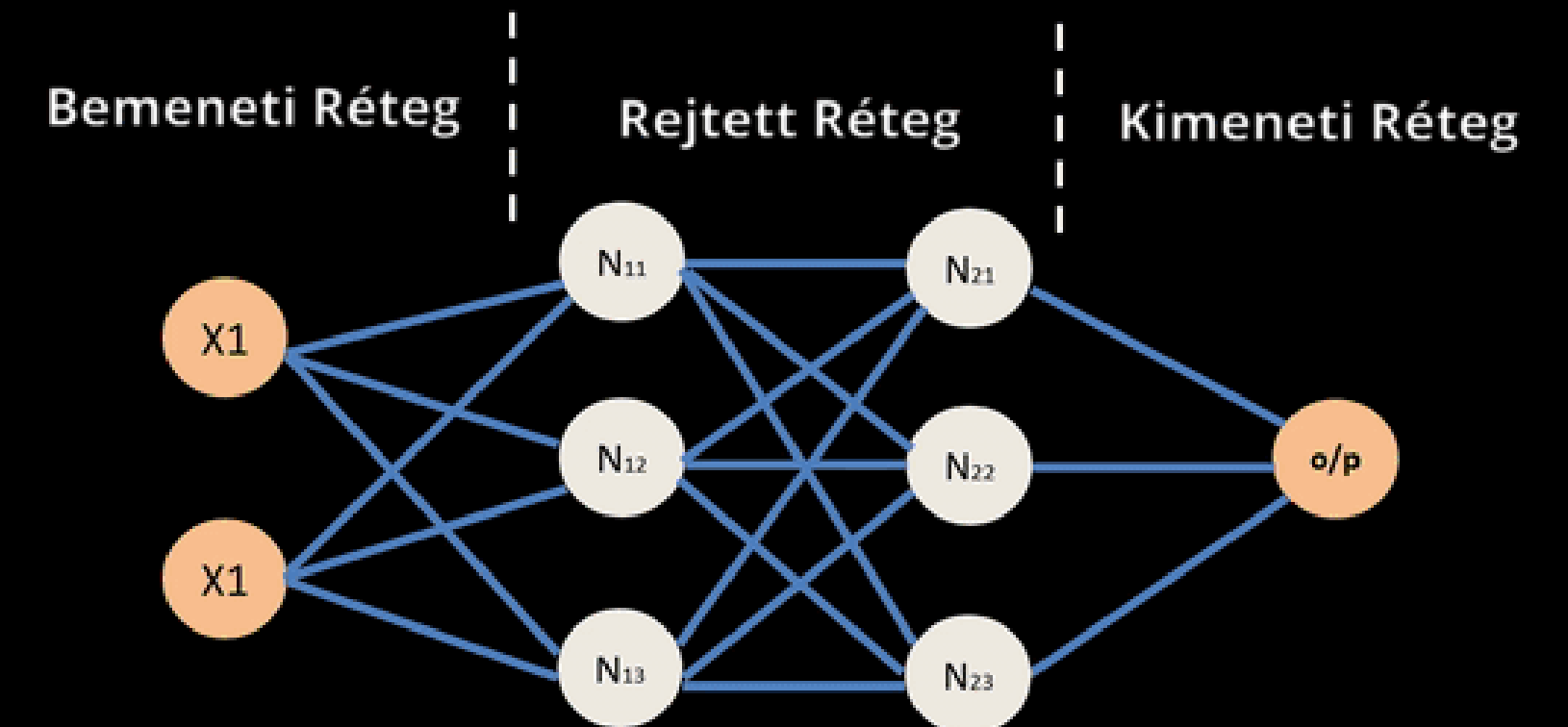
Ingatlan megnevezése	Méret (m ²)	Eladási ár (millió Ft)
Ingatlan 1	54	23.81
Ingatlan 2	72	33.05
Ingatlan 3	85	38.63
Ingatlan 4	110	50.98
Ingatlan 5	95	42.32
Ingatlan 6	130	59.67
Ingatlan 7	60	26.19
Ingatlan 8	78	35.45
Ingatlan 9	140	64.89
Ingatlan 10	100	44.55



A GPT 3-nak 175 milliárd paramétere volt

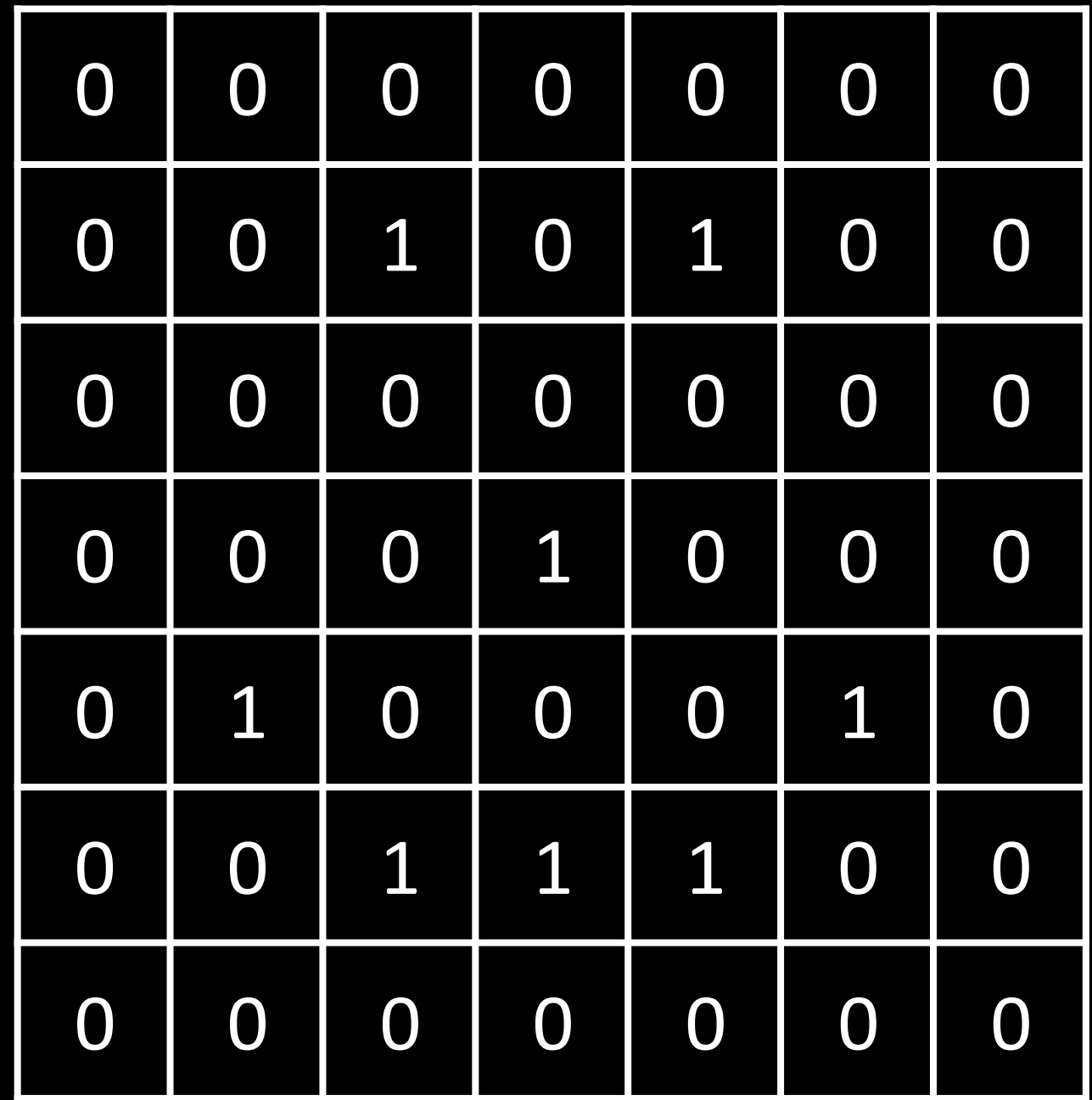
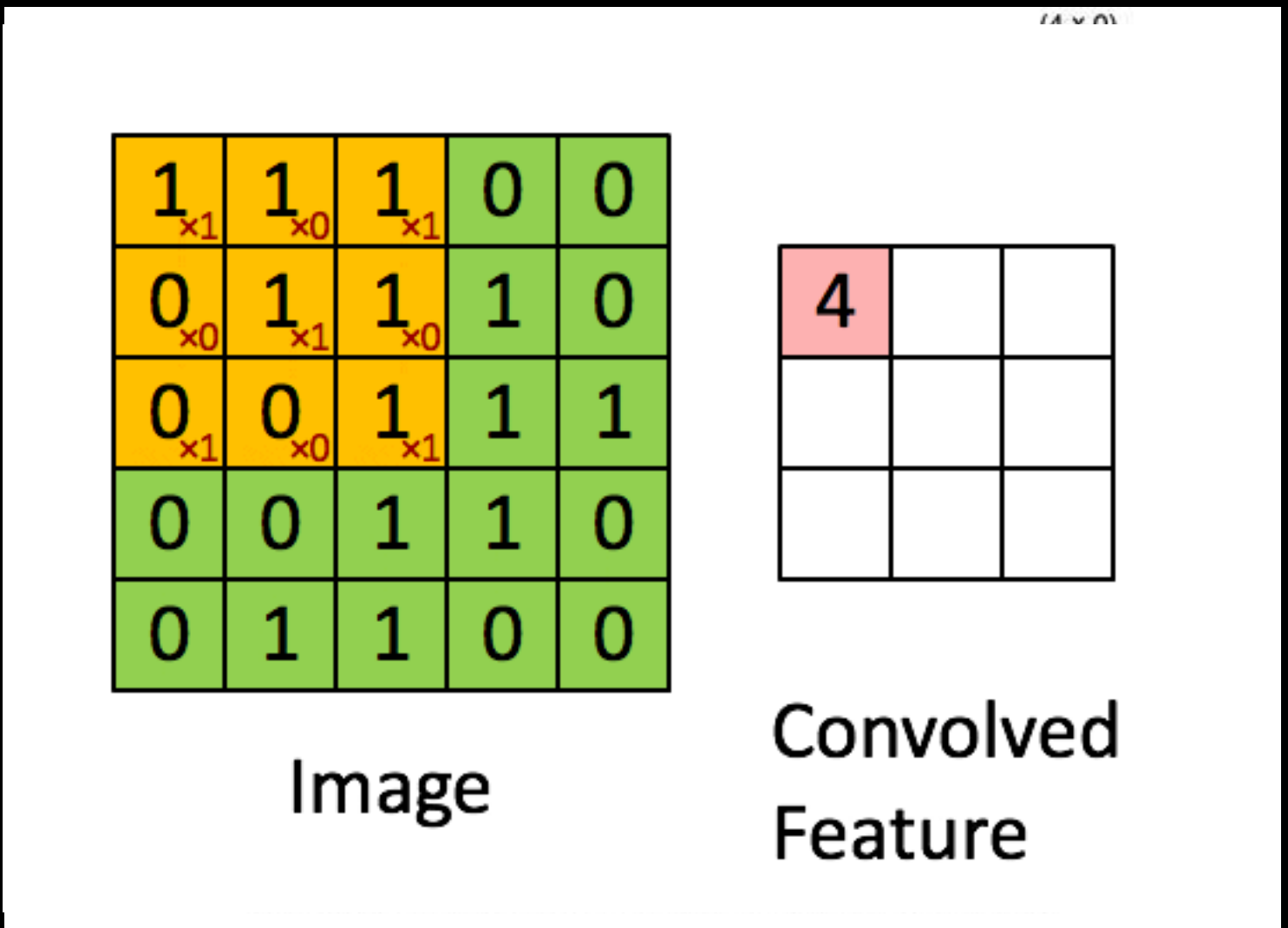
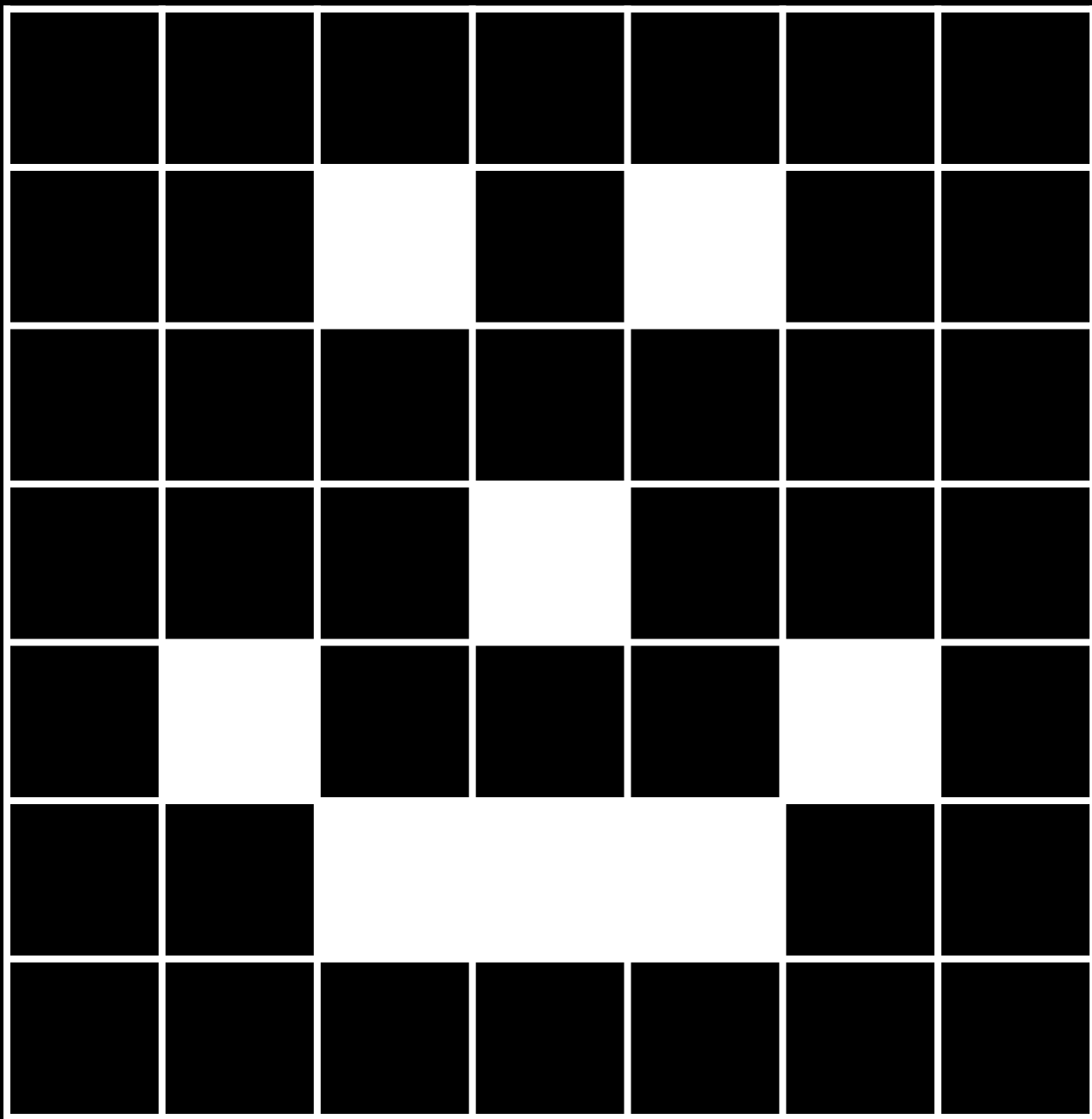
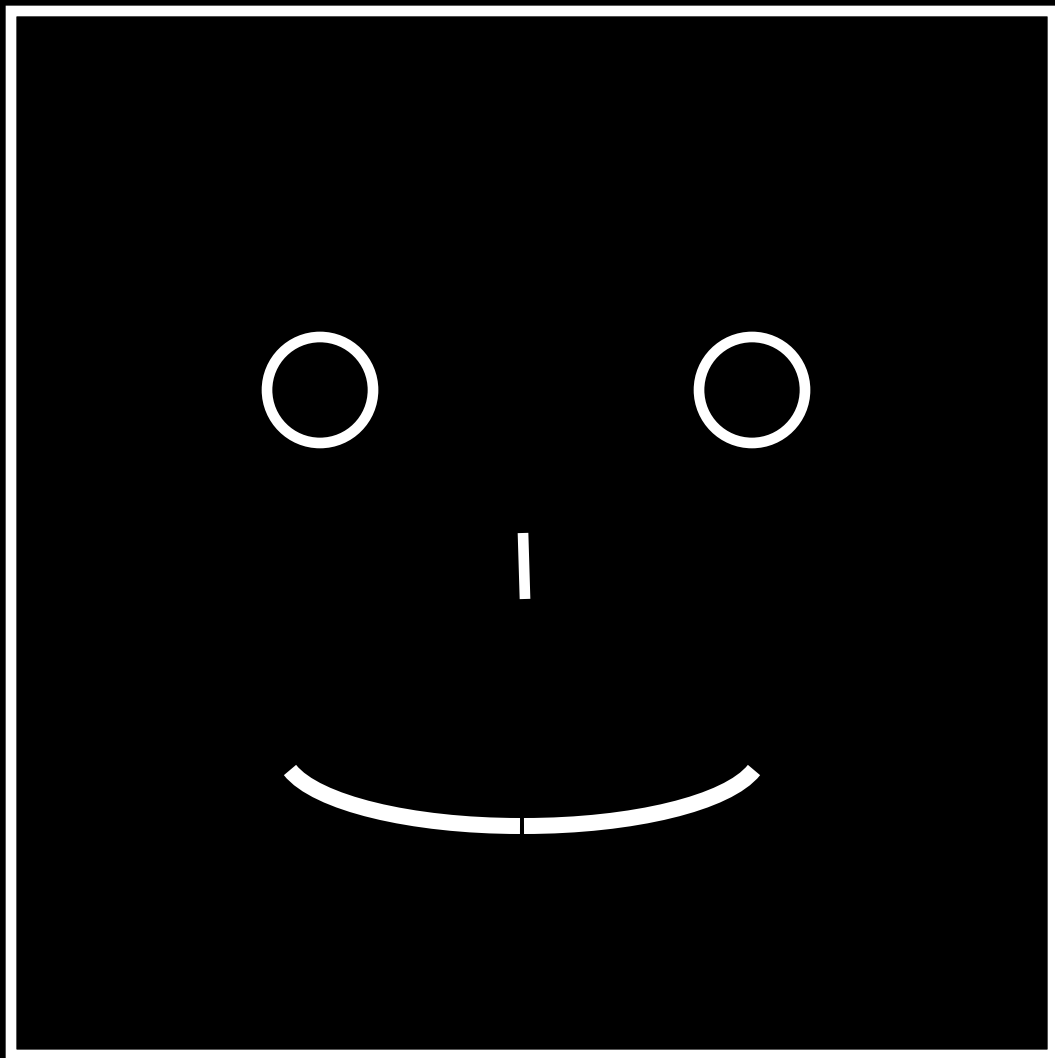


Neurális Hálózat - Backpropagation

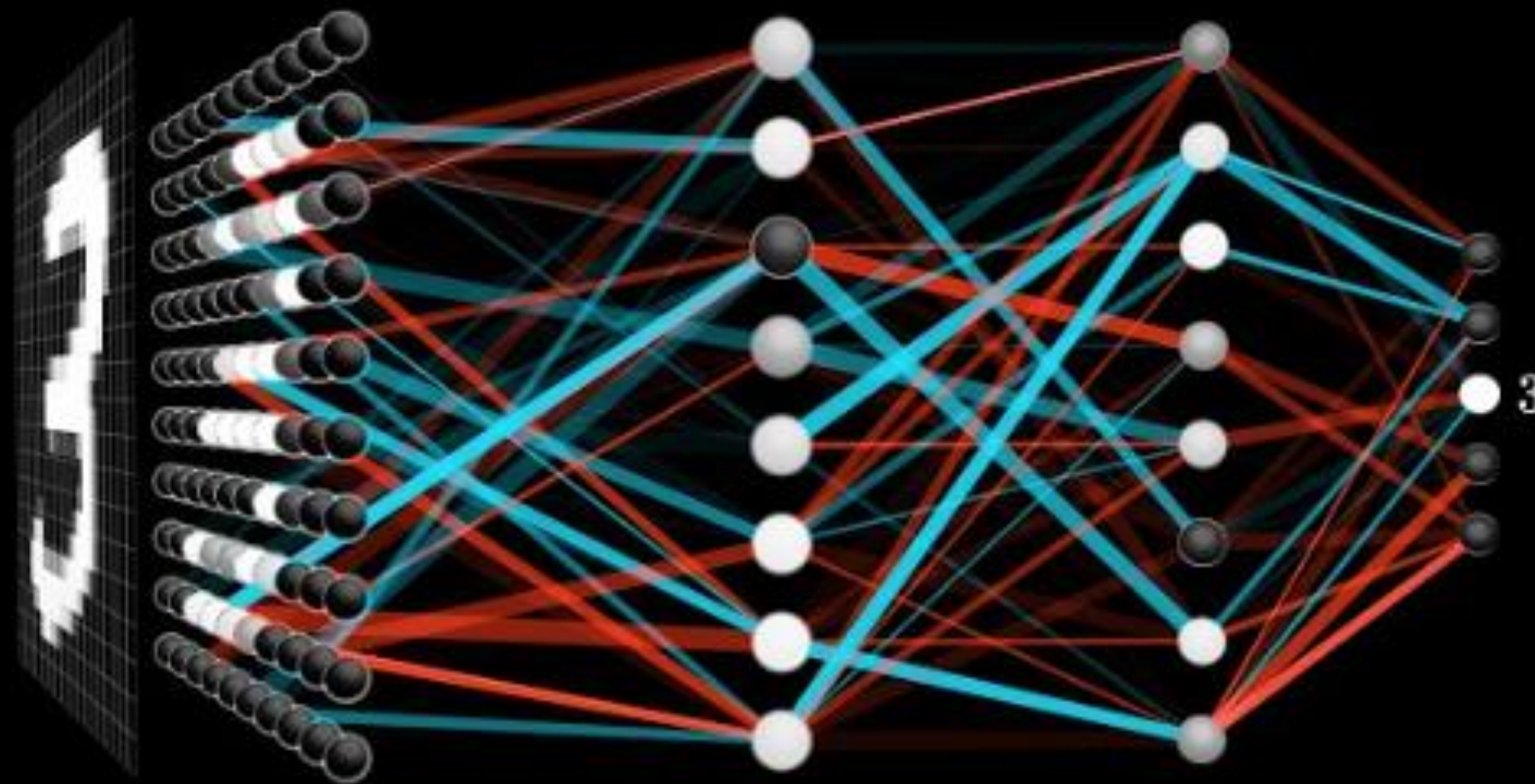
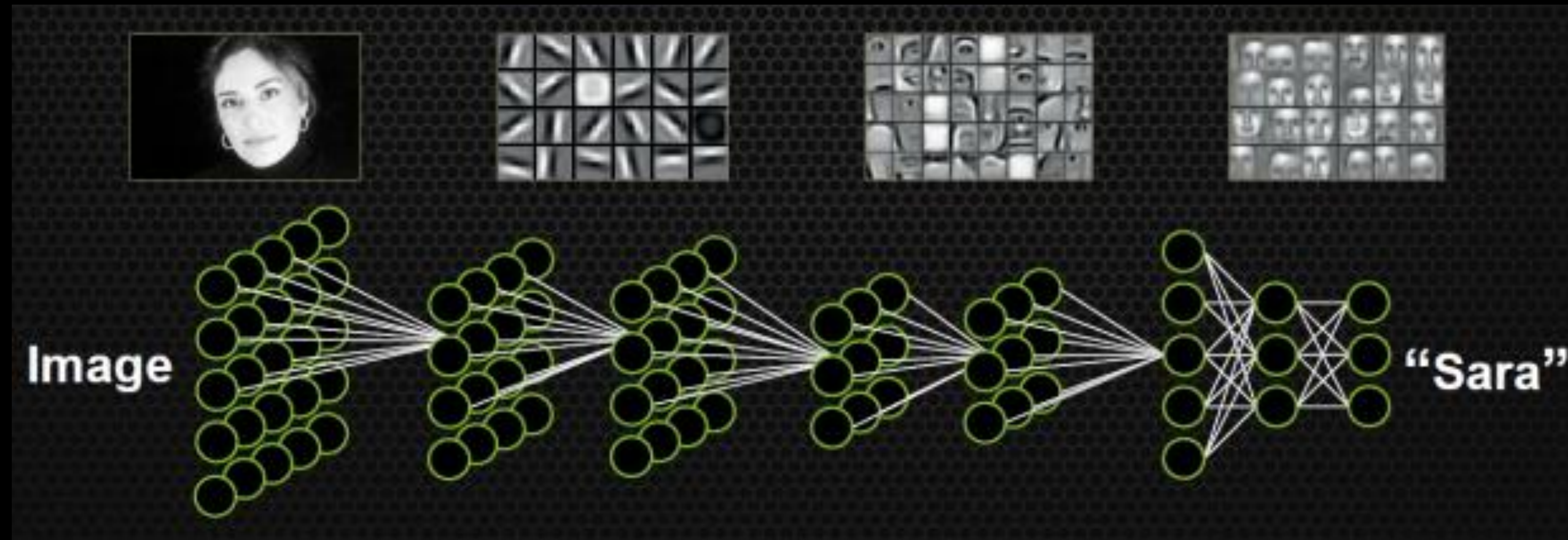


Mintafelismerés de hogyan? Képfeldolgozás

Felbontjuk a képet apró részekre —> pixelek



Több rétegben tanulja meg a nemlineáris jellemzők (például élek és alakzatok) több rétegét, amelyeket aztán egy utolsó rétegben kombinál



Technológiai háttér

GPU-k: A deep learning kulcsa

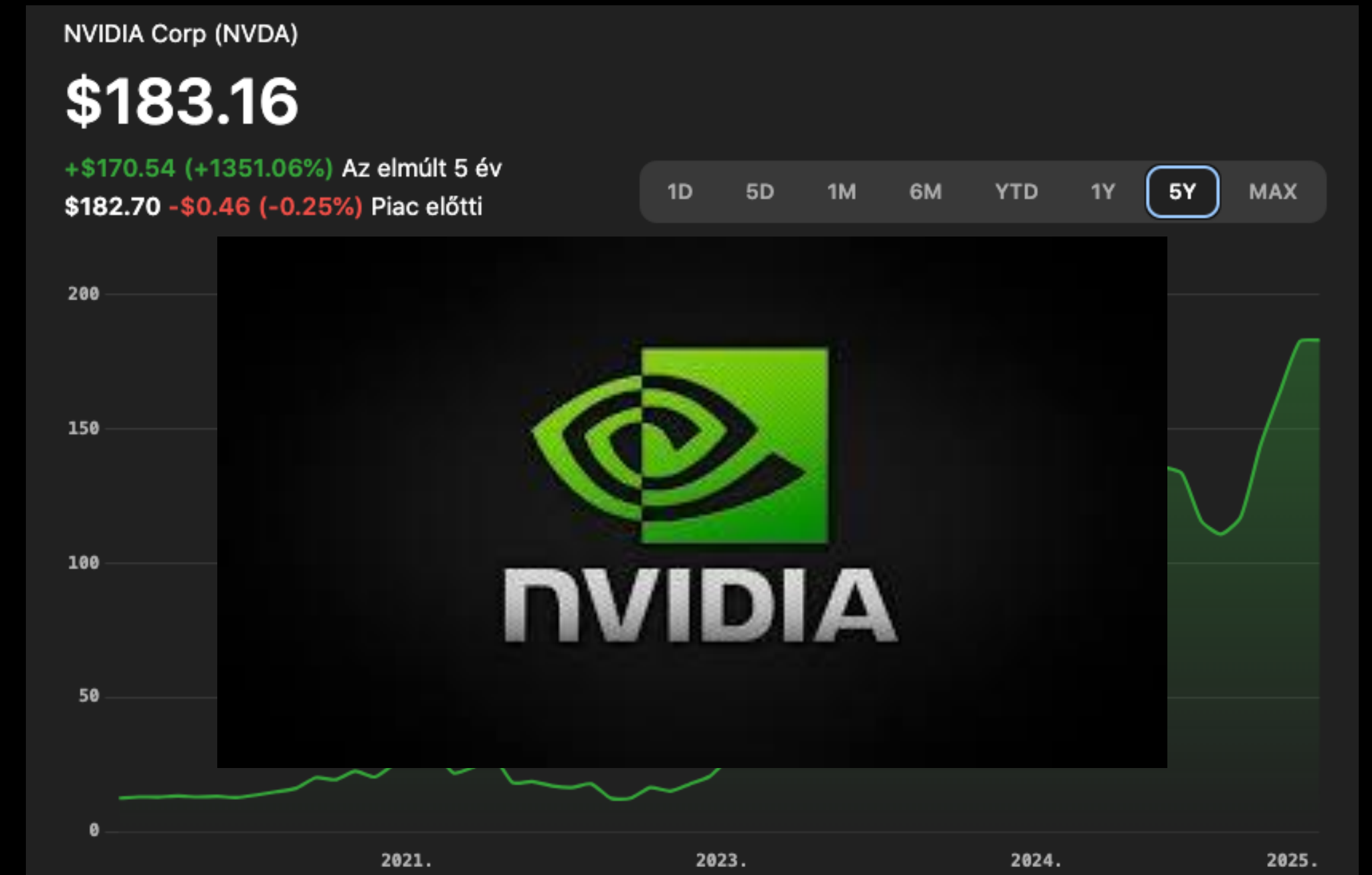


CPU mindössze néhány magból áll, sok gyorsítótárral és memóriával, amelyek egyszerre néhány szoftverszálat képesek kezelni



GPU több száz magból áll, amelyek egyszerre több ezer szálat képesek kezelni. Párhuzamos feldolgozás.

A Tensor magok lényegében parányi AI gyorsító részegységek, amelyek FMA (Fused Multiply & Add) műveleteket tudnak elvégezni, vegyes pontosságú és dinamikus számításokkal dolgozhatnak



Az NVIDIA egy amerikai technológiai vállalat, amelyet 1993-ban alapítottak, központja Kaliforniában, Santa Clarában van.

Mintafelismerés de hogyan? LLM-ek

Itt is szükséges valamilyen „szétbontás” – vagyis tokenizálás jellegű folyamat.

Token = építőkocka, amin keresztül az agy vagy a gép értelmezni tudja a valóságot.

Mintázat = ismétlődő vagy hasonló tokenek közti viszony.

Mindenhol van feldarabolás és újraépítés – ez a mintázatfelismerés kulcsa.

Szótagoló olvasás tanítása

Szókép alapú olvasás

A módszer **Franciaországban és francia nyelvű országokban** (pl. Québec) terjedt el leginkább, de mára **visszaszorult**, és jellemzően **speciális célokra** (pl. tanulási nehézségek kezelése, alternatív iskolák) használják világszerte.

Emberi agyban:

- **Beszédnél:** szótagok, hangok (pl. „ma-ma” → két token)
- **Olvasásnál:** betűk, szótagok, szavak (pl. „kutya” → „ku” + „tya”)
- **Képnél:** formák, kontúrok, színek, testrészek (pl. szem, száj → vizuális tokenek)

Ezek az „értelmi egységek”, amik alapján az agy mintát keres.

MI-ben (mesterséges intelligenciánál):

- **Szövegben:** szavak, szótagok, karakterek (pl. „számítógép” → „szá”, „mí”, „tó”, „gép” vagy akár betűnként)
- **Képnél:** pixelcsoportok, „feature”-ök (pl. él, színfolt)
- **Hangnál:** hullámdarabok, frekvenciaminták

Ezekre matematikai műveleteket alkalmaz az MI, hogy megtalálja a mintázatokat.

A mintafelismerés a neurális hálók alapvető működési elve (LLM)

1. A hálózat nem "érti" a világot úgy, mint az ember, hanem **statikus minták és szabályszerűségek** alapján dolgozik, amelyeket **rengeteg példából tanul meg**.
2. Ha a háló felismeri a mintát, meg tudja jósolni, mi jön utána.
Ez a jóslás **mindig valószínűségi**: pl. ha valami után **80% eséllyel** jön egy adott folytatás, akkor a modell azt fogja „választani”.

Egyszerű példák – a minta alapján való befejezés

1. Közmondás: Bemenet: „**Ki korán kel...**” „**aranyat lel.**”

A háló megtanulta: ez a közmondás gyakran így végződik

2. Köszönés: Bemenet: „**Jó reggelt...**” „**kívánok!**” vagy „**kívánok, Mari néni!**”

3. Kérdés-válasz: Kérdés: „**Hogy vagy?**” A leggyakoribb válaszok: „**Jól, köszi.**” vagy „**Köszönöm, jól.**”

A valószínűség alapján fog jósolni – nem azért, mert tényleg tudja, hogy jól vagy.

Kimeneti beállítások (Output configuration)

(hogyan tudjuk szabályozni, hogy milyen legyen a modell válasza)

Kimeneti hossz (Output length)

Ez határozza meg, hogy a modell **hány szót vagy karaktert (valójában: token)** generáljon. Példák:

- 20 token: Rövid válasz (egy mondat)
- 200 token: Egy bekezdés
- 1000 token: Egy hosszabb elemzés vagy cikk

Ha nem elég a kimeneti hossz, a válasz félbeszakadhat.

Ha túl hosszú, lehet, hogy felesleges köröket fut, és „rizzázik”.

💡 Tipp tanulóként: mindig állíts be egy ésszerű korlátot, és ha kell, kérj „folytatást”.

Sampling – Véletlenszerűség szabályozása

(Ez szabályozza, hogy a modell mennyire „bátor” a szóválasztásban.)

🔥 1. Temperature (Hőmérséklet)

- 0.0 = teljesen kiszámítható, precíz válasz (matek, kód, tények)
- 0.7 = kiegyensúlyozott válasz, enyhe kreativitással
- 1.0+ = nagyon kreatív, akár szeszélyes szöveg (pl. történetírás)

💡 Ha azt akarod, hogy az AI ne „találgasson”, használj alacsony tempera

(„Ha túl magasra állítod, az AI már „szabadon asszociál”, és nem a logikára épít.”)

📊 Top-K – „a legnépszerűbb jelöltek közül választ”

KÉPZELD EL:

Kérdésed:

„Ma jó lesz az idő?”

A modell ezt „képzeli el” a következő szóként (valószínűségi sorrendben):

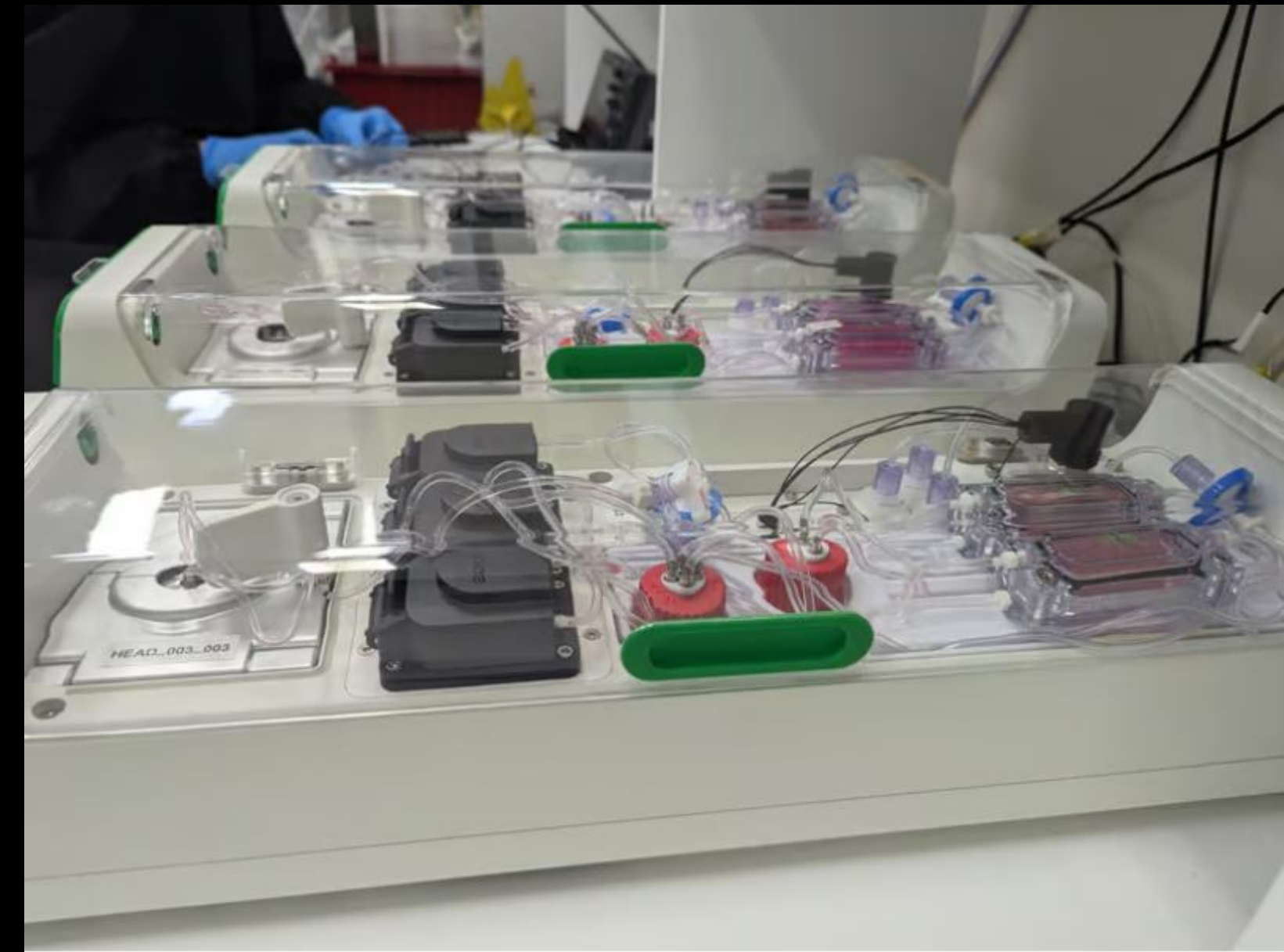
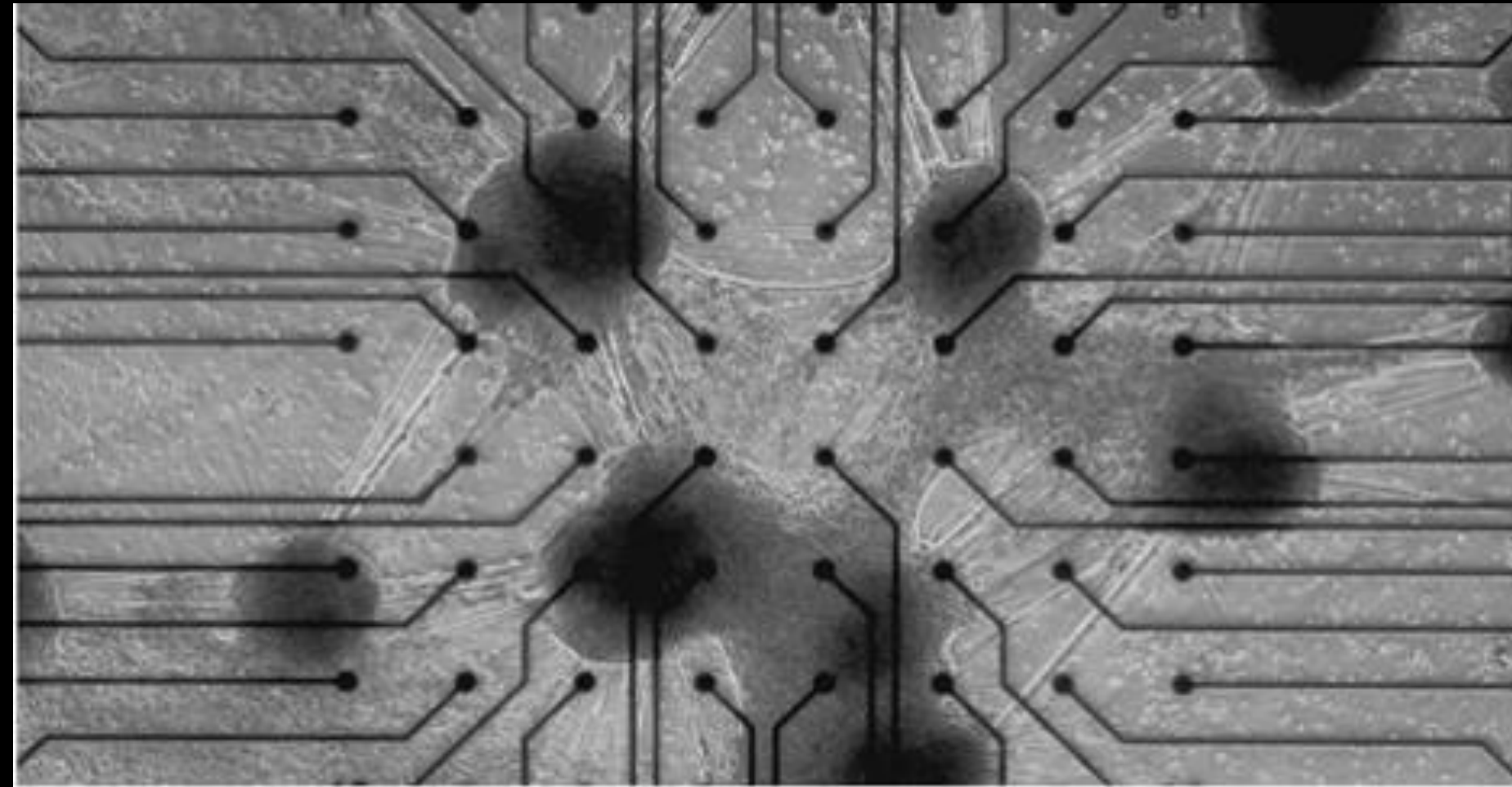
1. „igen” – 60%
2. „valószínűleg” – 20%
3. „nem” – 10%
4. „talán” – 5%
5. „esetleg” – 3%
6. „nem tudom” – 2%

Fontos

A ChatGPT alkalmazásban ezeket nem tudjuk kézzel állítani, de a prompt stílusokkal befolyásolhatjuk őket

Az emberi agysejteket használó hibrid rendszerek

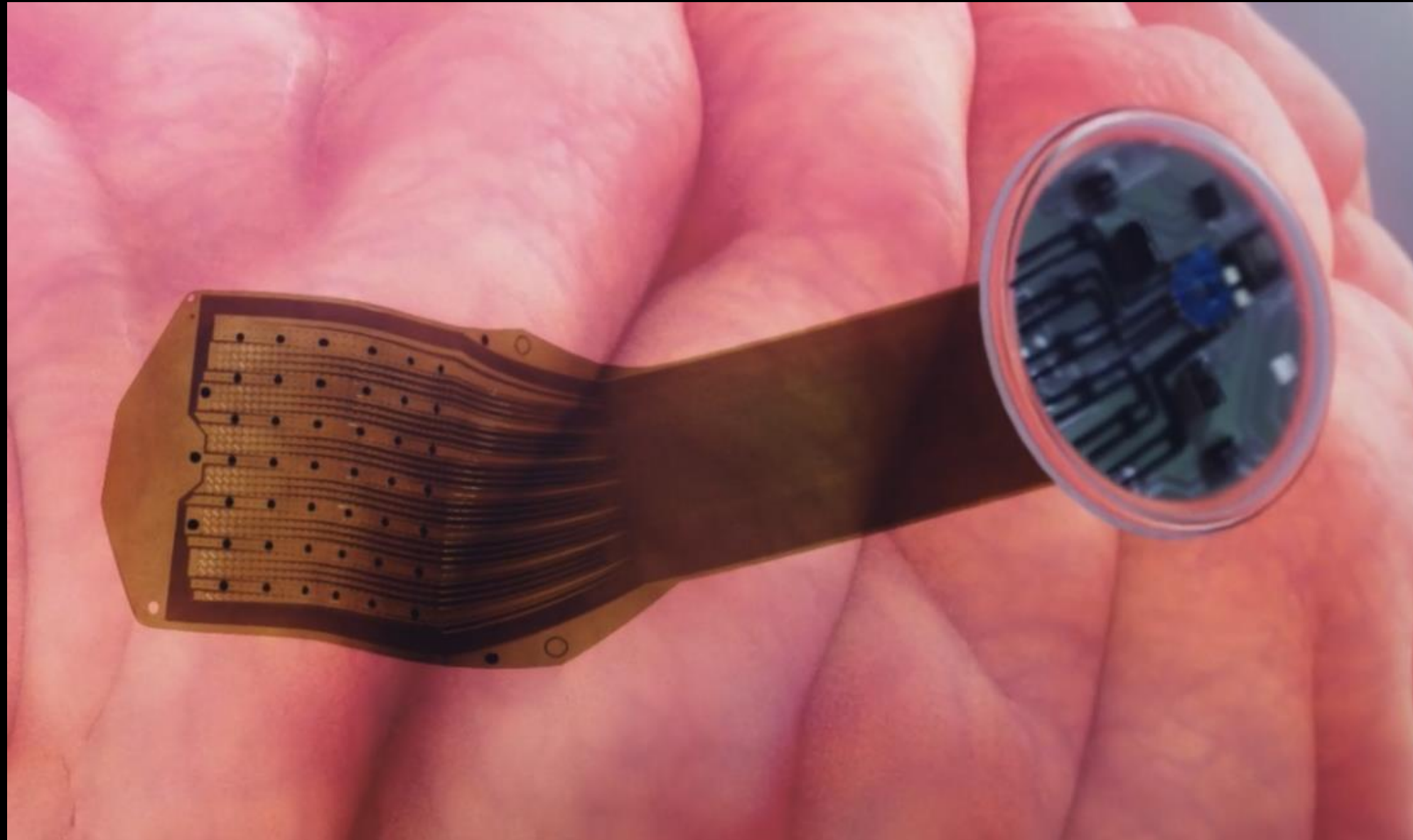
- Emberi agysejtekkel működtetett hibrid neurális hálók
- **Laboratóriumban tenyésztett neuronokat integrálnak elektronikus áramkörökkel.**



- Valóságos emberi agysejtek, amelyek szilícium chipen élnek a bemeneti/kimeneti elektródák sora között
- Olyan gyorsan és rugalmasan tanul, hogy teljesen felülmúlja a szilícium alapú AI chipeket, amelyeket a meglévő nagy nyelvi modellek (LLM) betanítására használnak, mint például a ChatGPT.
- Forradalmasíthatják az orvosbiológiai kutatásokat.

Precision Neuroscience – Layer 7: BCI technológiai áttekintés

Cél: az életminőség javítása neurológiai pácienseknél



Minimálisan invazív beültetés – mikrohasítékos technika

Hajlékony, az agyfelszínhez simuló elektróda-réteg

1 024 elektróda: nagy felbontású jelfeldolgozás

Kétirányú kommunikáció: agyi jelek olvasása és stimulálása

Mire használják?

Klinikai státusz:

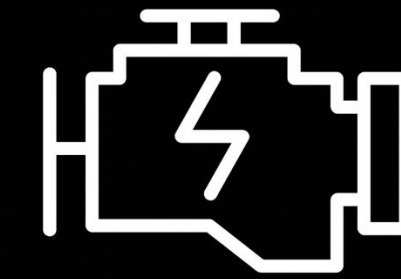
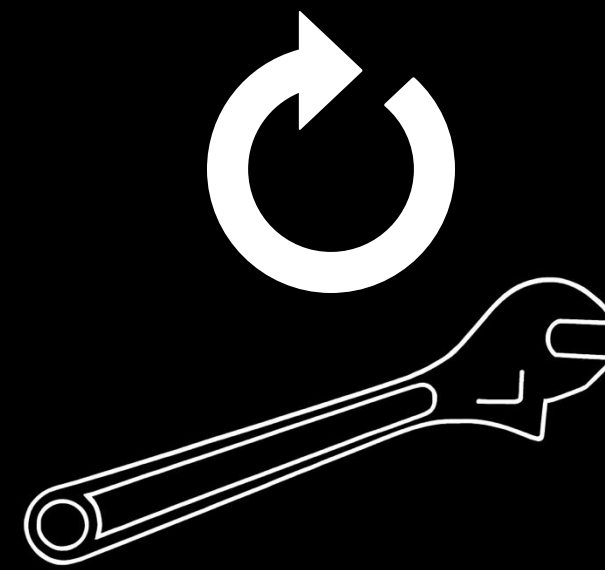
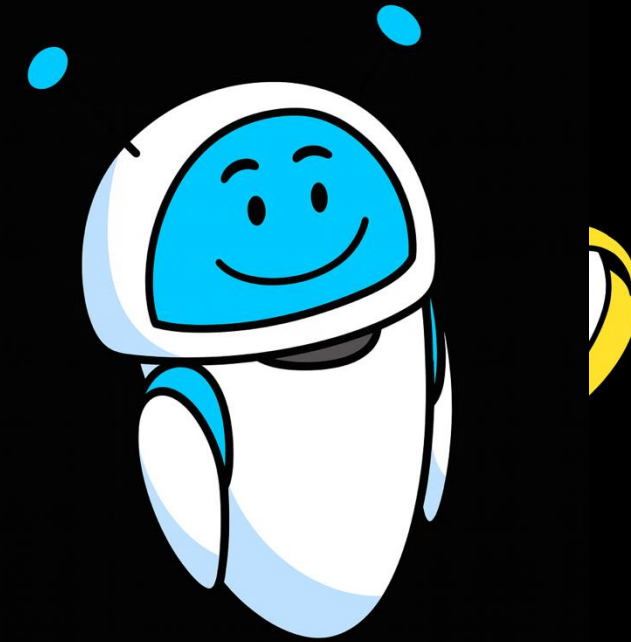
- FDA engedélyezés 2025-ben
- 37 sikeres implantáció
- Max. 30 napos beültetés

Főként olyan pácienseknek fejlesztik, akik súlyos bénulásban szenvednek, így a technológia segíthet visszaadni nekik a kommunikáció és a mozgás képességét, például azáltal, hogy gondolataikkal tudnak vezérelni számítógépeket vagy robotikus eszközöket.

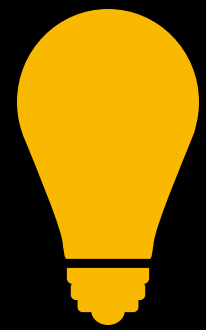
Precision Neuroscience – Layer 7: BCI technológiai áttekintés

Önfejlesztő Mesterséges Intelligencia

Gyorsítsuk az MI fejlesztést



AI rendszer



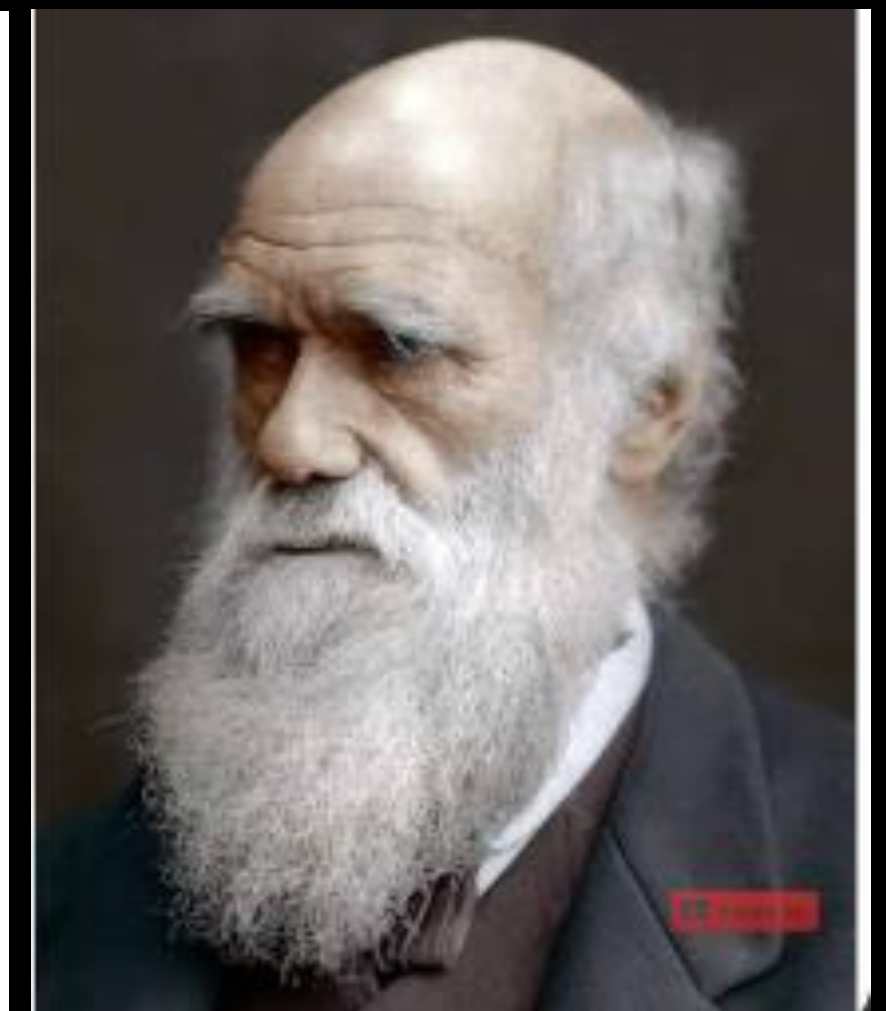
Gödel Gép (2003) Rendszer ami újra írja saját kódját, ha matematikailag bizonyított, hogy fejlettebb az új verzió



Darwin Gödel Machine: Open-Ended Evolution of Self-Improving Agents

Jenny Zhang^{*,1,2} Shengran Hu^{*,1,2,3} Cong Lu^{1,2,3} Robert Lange^{†,3} Jeff Clune^{†,1,2,4}

¹University of British Columbia ²Moritz Institute ³Scholar AI ⁴Google GEAR AI Chair



Az AI-val kapcsolatos főbb aggodalmak



Jeffrey Hinton,

- Elon Musk
- Sam Altman
- Péter Tiel
- Jeff Bezos
- Mark Zuckerberg
- Bill Gates

A szuperintelligencia (egzisztenciális veszélyek)

- Az AI okosabbá válik nálunk, és úgy dönt, nincs szüksége ránk.
- Az AI digitális, ezért klónoozható
- Az AI halhatatlan.
- Az AI sokkal kreatívabb lesz nálunk, mert képes lesz olyan analógiákat felismerni, amelyeket az emberek soha nem láttak.

Rövid távú és emberi tényezők

- Kibertámadások
- Választások manipulálása
- Hamis információk és álhírek
- Autonóm halálos fegyverek
- Tömeges munkanélküliség

“Tanulj inkább vízvezeték szerelőnek”

“Ha tudni akarod milyen az élet amikor nem te vagy a csúcsintelligencia, kérdezz meg egy csirkét.”