



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Méréstechnika és Információs rendszerek Tanszék

Mesterséges intelligencia – VIMIAC10

Bevezetés – követelmények

Mit értünk intelligencia alatt?
Milyen főbb területekről lesz szó?

Dr. Hullám Gábor

Kurzus információk

Előadás

- ▶ A kar vezetésének döntése értelmében a tárgy valós idejű távoktatási formában lesz megtartva
- ▶ Az előadások központilag rögzítésre kerülnek, egyedileg rögzítésük nem megengedett!
- ▶ Az előadás vágott verziója vagy egy azzal ekvivalens videóanyag lesz megosztva



Kurzus információk

Előadás

- ▶ Minden héten: szerda 10:15-12:00
- ▶ +páros hetenként: csütörtök 10:15-12:00
- ▶ Kivéve:
 - ▶ szept.23-án nem lesz előadás sportnap miatt
 - ▶ nov.12-én nem lesz előadás TDK miatt

Előadó

- ▶ Dr. Hullám Gábor – tárgyfelelős
hullam.gabor@mit.bme.hu

Demonstrátorok

- ▶ D01, D02, D03, D04, D05, D06, D07, D08 (GDPR :-)



Platformok

Teams csoport ✓

- ▶ Mesterséges intelligencia - BMEVIMIAC10-HU
- ▶ Kommunikáció

MIT Házi feladat portál ✓

- ▶ <https://hf.mit.bme.hu>
- ▶ Házi feladatok leadása, automatikus kiértékelése

Moodle ✓

- ▶ <https://edu.vik.bme.hu>
- ▶ Tananyagok, videók elérése

Tantárgyi honlap ✓

- ▶ <http://www.mit.bme.hu/oktatas/targyak/vimiac10>
- ▶ Tematika, alapinformációk (tartalék)



Követelmények

3 kredit

- ▶ 2 ZH
- ▶ 1 házi feladat (3 részből áll)
- ▶ Összpontszám: **100** = ZH-1 (max. 32p)
+ ZH-2 (max. 32p)
+ házi feladat (max. 36p)
(1 részfeladat:12p)
- ▶ Követelmények:
- ▶ Min. 40%-a az elérhető ZH pontoknak: **25**
 - ▶ **ZH-nként minimum: 12,5**
- ▶ Min. 40%-a az elérhető teljes pontszámnak: **40**



Követelmények

Követelmények:

- ▶ Min. 40%-a az elérhető ZH pontoknak: **25**
- ▶ **ZH-nként minimum: 12,5**
- ▶ Min. 40%-a az elérhető teljes pontszámnak: **40**

Jegyek-ponthatárok

elégséges	40,0-49,0
közepes	49,5-64,0
jó	64,5-79,5
jeles	80,0-



Követelmények

IMSc pontok – összesen 15 pont nyerhető el a tárgyban

- ▶ Az IMSc program hallgatói számára emelt szintű fakultatív házi feladatokat kínálunk, továbbá a zh-ban is lesz IMSc plusz feladat.
- ▶ Természetesen ezeket bárki megszerezheti, és ezek nem emelik a ponthatárokat.
- ▶ A tervezett megoszlás:
 - ▶ 2-3 emelt szintű kis hf (5-10 pont /hf)
 - ▶ A 2 Zh-n emelt szintű pluszfeladat (5 pont /iMsc feladat)
- ▶ A tárgyban elért IMSc pontok=
 $\text{Min}(15, \text{megszerzett IMSc pontok})$



ZH időrend

Kedd reggeli és péntek délutáni ZH-sáv

- ▶ ZH-1: 2020. Október 27. Kedd 8:30-10:00
- ▶ pZH-1: 2020. November 6. Péntek 14:15-16:00
- ▶ ZH-2: 2020. December 4. Péntek 14:15-16:00
- ▶ pZH-2: 2020. December 18. Péntek

Terembeosztás a ZH előtt lesz elérhető Teamsen / a honlapon, ha jelenléti lesz.

Pót-pótZH nincs!!



Házi feladat

- ▶ 3 részfeladat Java vagy Python nyelven
 - ▶ Kényszerkielégítés/Keresés
 - ▶ Valószínűségi hálók
 - ▶ Megerősítéses tanulás
- ▶ Beadás a HF portálon keresztül:
<https://hf.mit.bme.hu>
- ▶ Minden feladat automatikus értékelésen esik át
- ▶ Határidőt követően **plágiumellenőrzés** lesz !!

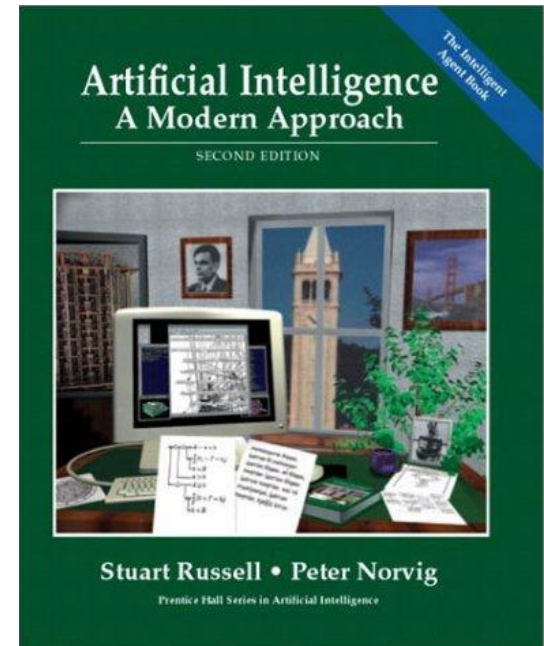
Házi feladat határidők

- ▶ A tárgy honlapján / TEAMS-en lesznek elérhetők



Jegyzet

- ▶ Russell – Norvig:
Mesterséges intelligencia modern
megközelítésben
- ▶ <http://mialmanach.mit.bme.hu>

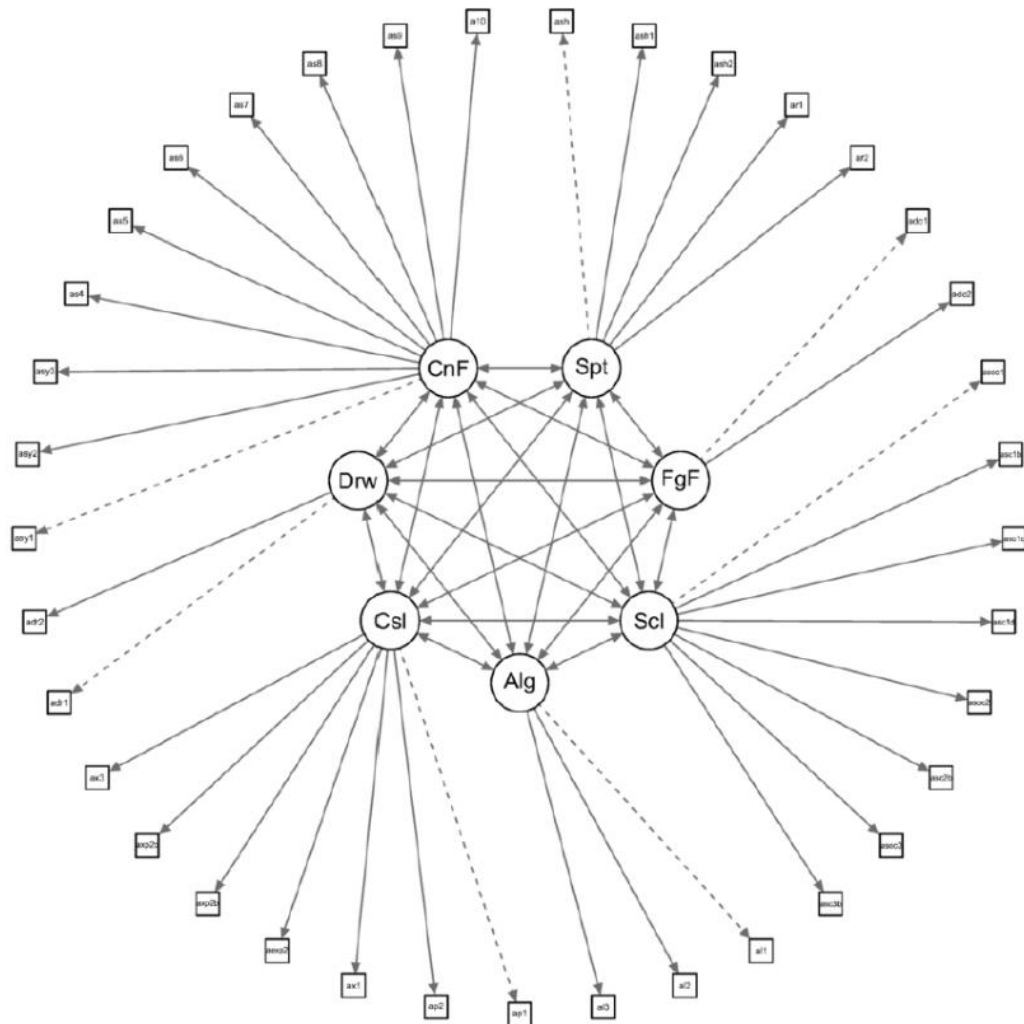


Tantárgyi holnapon:

- ▶ <http://www.mit.bme.hu/oktatas/targyak/vimiac10/eloadasanyagok-jegyzetek>



Az intelligencia dimenziói



Spt = spatial ability;
FgF = figural fluency;
Scl = social reasoning;
Alg = algebraic reasoning;
Csl = causal reasoning;
Drw = drawing ability;
CnF = conceptual fluency.

Miért van szükségünk mesterséges intelligenciára?

- ▶ Segít megismerni az emberi kognitív folyamatokat
- ▶ Emberi szakértők támogatása, kiegészítése
- ▶ Emberi képességek támogatása, kiegészítése, kiterjesztése
- ▶ Muszáj: rendelkezésre álló adat és tudás meghaladja az emberi felfogó/feldolgozó képességet
- ▶ Olcsóbb, rugalmasabb, tartósabb, mint egy emberi szakértő :)

Miért van szükségünk mesterséges intelligenciára? – mérnöki szempontok

- ▶ Megoldható és kivitelezhető problémákkal foglalkozunk
- ▶ Hogyan elemezzünk problémákat, melyek mesterséges intelligencia alkalmazását igénylik?
- ▶ Hogyan specifikáljuk a problémát?
- ▶ Hogyan rögzítsük és tartsuk karban a tudást (formálisan)?
- ▶ Milyen architektúrát használjuk a gépi problémamegoldáshoz, ami...
 - ▶ Tudás reprezentációt /menedzsmentet...
 - ▶ Érzékelést, következtetést...
 - ▶ Tanulást...
 - ▶ Keresést... igényel?

Lehetséges MI megközelítések

Emberi módon gondolkodó MI	Racionálisan gondolkodó MI
Emberi módon cselekvő MI	Racionálisan cselekvő MI

- ▶ *1. Emberi $\neq$ racionális (és ez nem feltétlenül negatív megjegyzés)*
- ▶ *2. Nem feltétlenül az emberi vagy a természetben elterjedt mód a legjobb, ha valamilyen célt akarunk elérni – csapkodó szárnyú repülő.*

Lehetséges MI megközelítések

Emberi módon gondolkodó MI	Racionálisan gondolkodó MI
Emberi módon cselekvő MI	Racionálisan cselekvő MI

- ▶ *Emberi módon gondolkodó MI*: kognitív modellezés
 - ▶ (kognitív tudományok, neurobiológia)
- ▶ *Emberi módon cselekvő MI*: Turing teszt, chat botok
 - ▶ Tudásábrázolás
 - ▶ Következtetés
 - ▶ Természetes nyelvű kommunikáció („beszédértés”)
 - ▶ Tanulás

Lehetséges MI megközelítések

Emberi módon gondolkodó MI	Racionálisan gondolkodó MI
Emberi módon cselekvő MI	Racionálisan cselekvő MI

- ▶ *Racionálisan gondolkodó MI*: logika, következtetés
 - ▶ Probléma: 1) nem minden intelligens viselkedés írható le tisztán logikai kifejezésekkel. 2) Miről kell gondolkodni, mi a célja?
- ▶ *Racionálisan cselekvő MI*: a „megfelelő” dolgot teszi a feladat megoldásához
 - ▶ A rendelkezésre álló információ alapján maximalizálja a „teljesítményt”
 - ▶ Kihívás: 1) rendelkezésre álló információ többnyire nem teljes. 2) A teljesítmény mérése hogyan történjen?

Az MI fázisai

- ▶ ~1930 Univerzális számítási modell: Turing-gép (1936), Univerzális Turing-gép, Church-Turing hipotézis, Zuse, Neumann,...: „vezérlő program is adat”:
- ▶ 1943 McCulloch & Pitts: Bináris kapcsolati agymodell
- ▶ 1950 Turing: "Computing Machinery and Intelligence"
- ▶ **1956** Dartmouth találkozó: "Artificial Intelligence" megnevezés elfogadása
- ▶ 1950s Korai MI programok: sakk, tételbizonyítás

Számítás (keresés) alapú MI

- ▶ A Fizikai Szimbólumrendszer hipotézise: A. Newell & H. A. Simon (1976): „A physical symbol system has the necessary and sufficient means for general intelligent action.”
- ▶ 1966-73 Számítási komplexitási korlátok a keresésben
Elméleti korlátok a neurális hálózatokban
- ▶ 1969-79 Tudásalapú szakértői rendszerek

Tudásalapú MI

- ▶ 1986-- Neurális hálózatok újbóli megjelenése
- ▶ 1988-- Valószínűségi szakértői rendszerek
- ▶ 1995-- Gépi tanulás gyors fejlődése

Adatvezérelt MI (2001-)

Autonóm tanulás alapú MI (2011-)



Az MI jóslott korszakai

Gyenge/szűk mesterséges intelligencia

(Artificial Narrow Intelligence ,Weak AI)

- ▶ intelligenciát mutat de csak egy speciális területen (sakkozik, arcot felismer stb.)

Erős mesterséges intelligencia (Strong Artificial Intelligence)

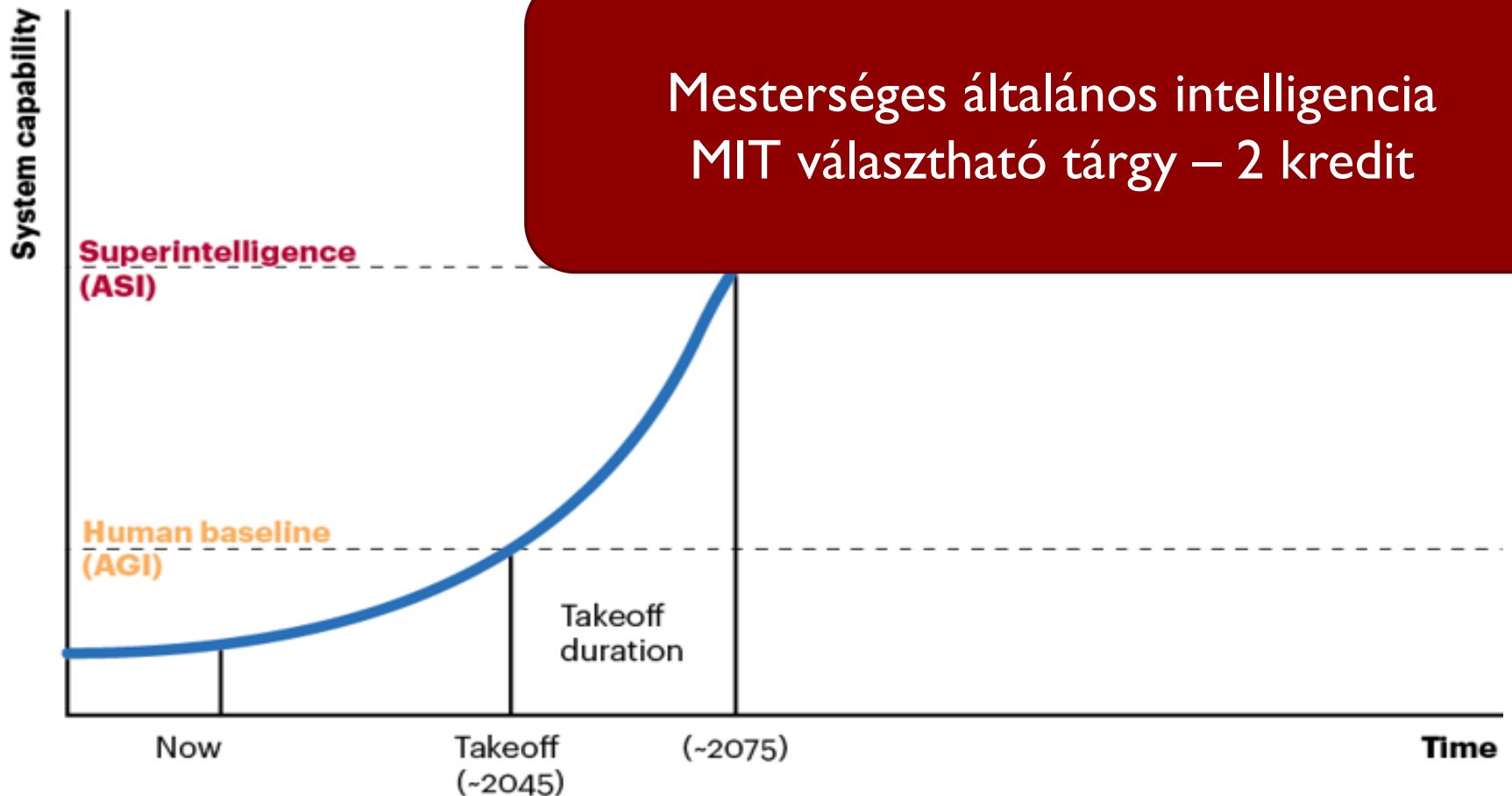
- ▶ Mesterséges általános intelligencia: az élet számos területén intelligensen viselkedik (Artificial General Intelligence)
- ▶ Gondolkodik (Human-Level AI): absztrakt gondolkodásra képes, következtet, összetett koncepciókat megért, tanul, általánosít stb.

Szuperintelligencia

- ▶ Intelligensebb a legjobb emberi elméknél is, tudásban, kreativitásban, problémamegoldásban...

Az MI jóslt korszakai

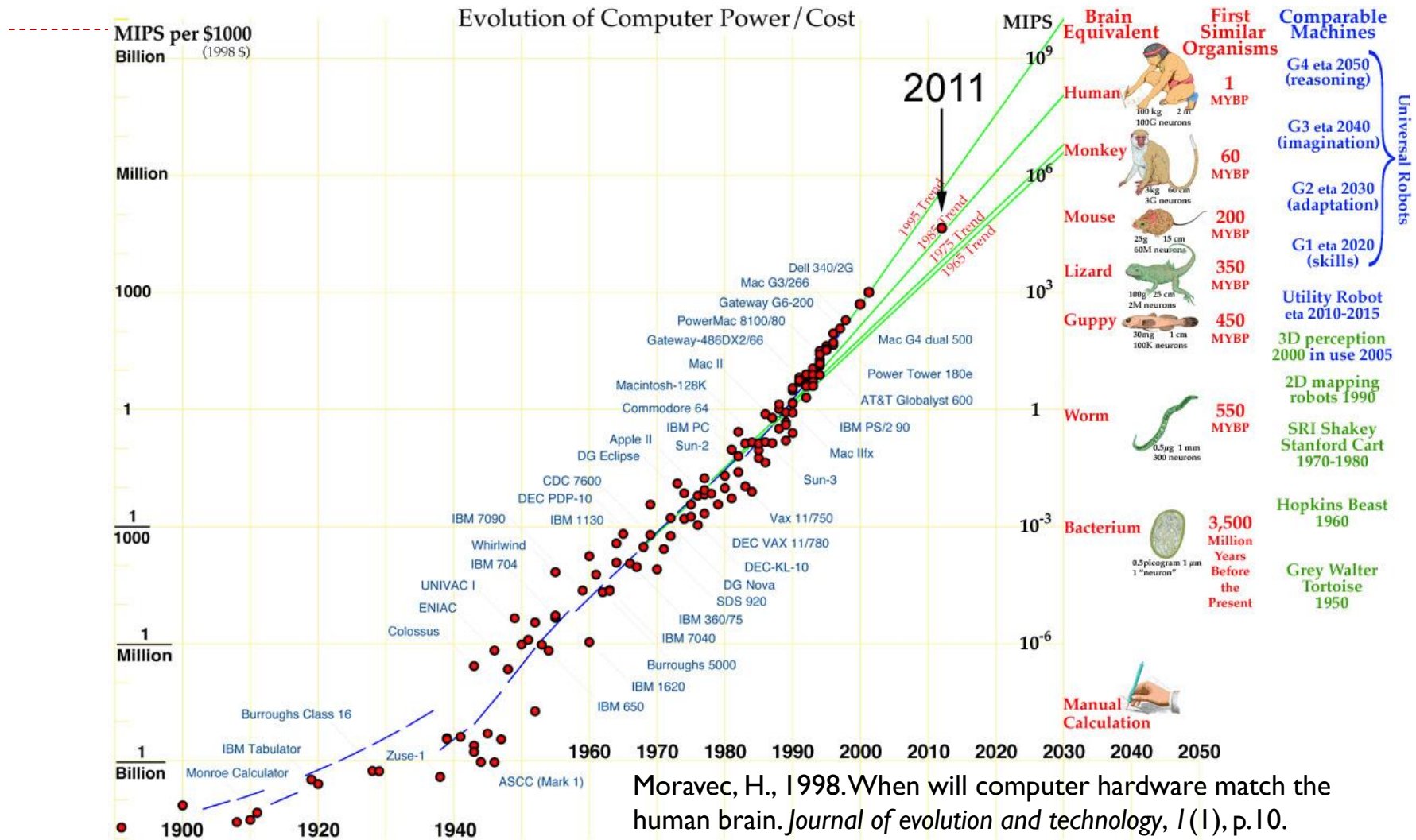
Timeline to artificial intelligence



Note: AI is artificial intelligence, ASI is artificial superintelligence, and AGI is artificial general intelligence.

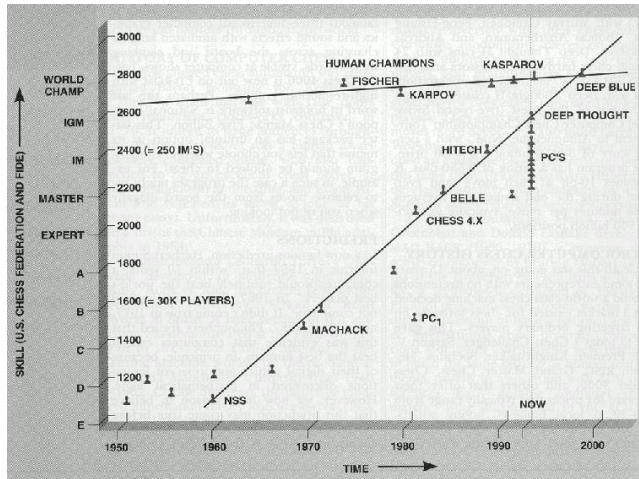
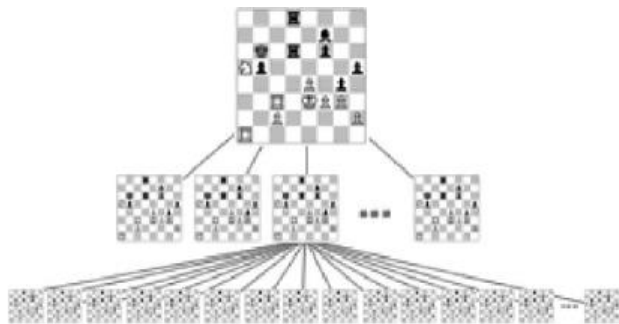
Sources: WaitButWhy.com, Nick Bostrom, *Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies*; A.T. Kearney analysis

Post-humán intelligens rendszerek



Moravec, H., 1998. When will computer hardware match the human brain. *Journal of evolution and technology*, 1(1), p.10.

Sakk, az MI kutatások muslicája



J. McCarthy: "Chess as the Drosophila of AI. [Artificial Intelligence]", 1990

Név
1 SugaR XPrO 1.2 64-bit 4CPU
2 Komodo 11.2 64-bit 4CPU
3 Houdini 5.0I 64-bit 4CPU
IBM Deep Blue (1997)

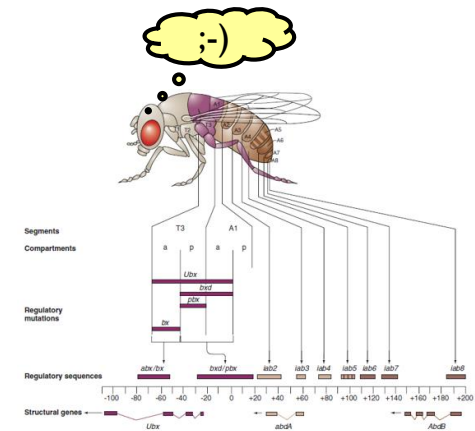
Élőpont

3415

3402

3382

-



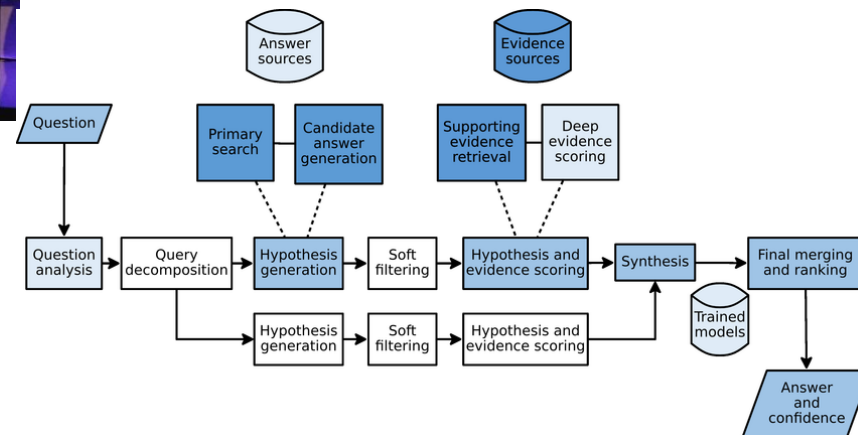
<http://www.computerchess.org.uk/ccrl/4040/>

IBM Watson (2011): Jeopardy kvízzjáték

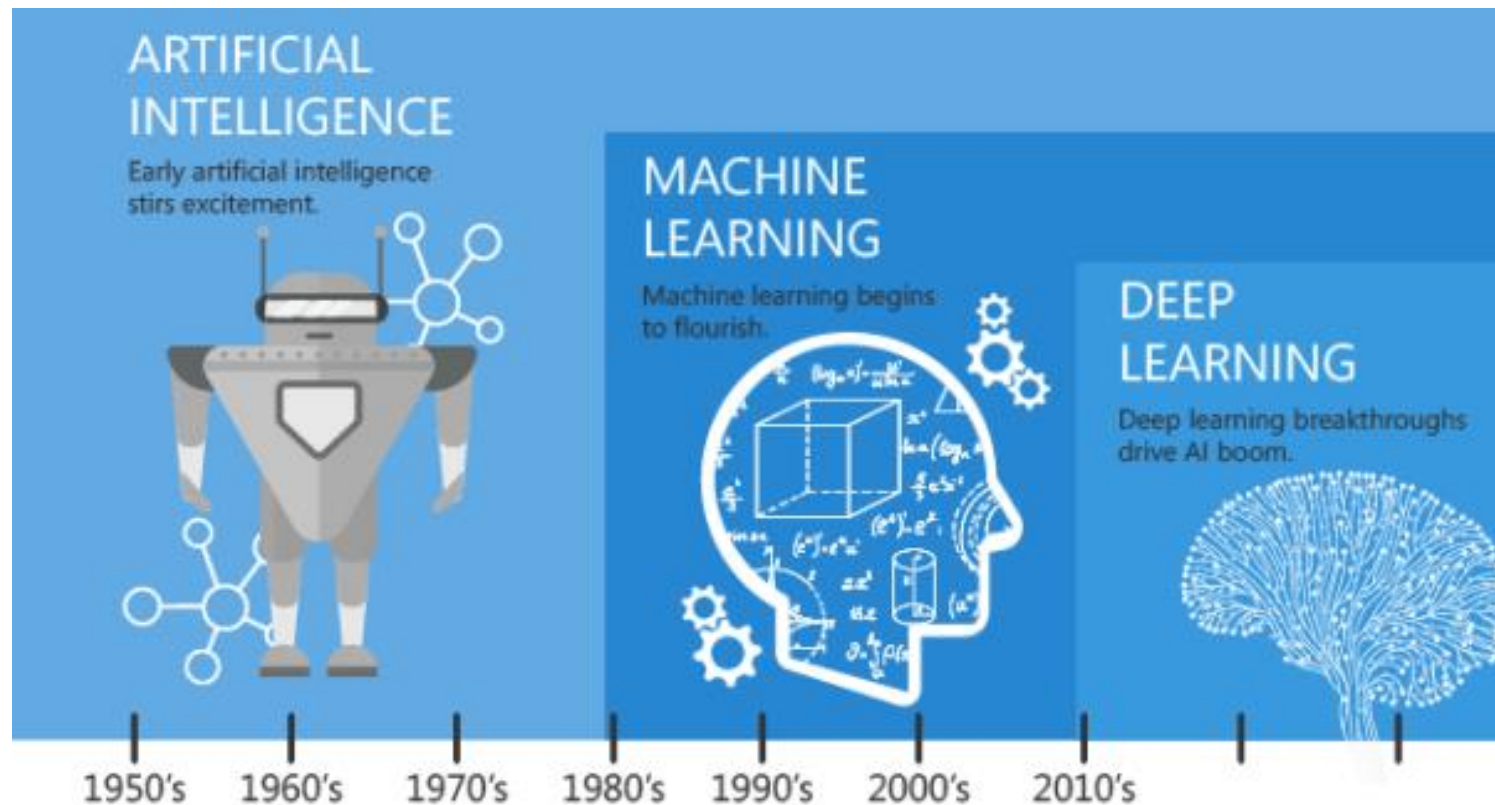
► IBM Grand Challenge

- 1997: **Deep Blue** legyőzi a G. Kaszparov sakkvilágbajnokot.
- 1999-2006<: **Blue Gene**, fehérje struktúra predikció
- 2011: **Watson**

- Beszédértés
- Következtetés
- Játék



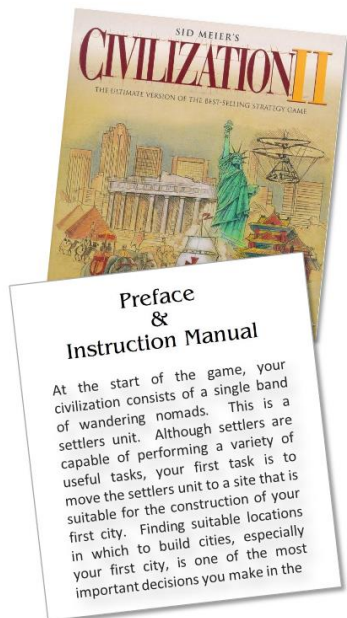
AI – ML - DL



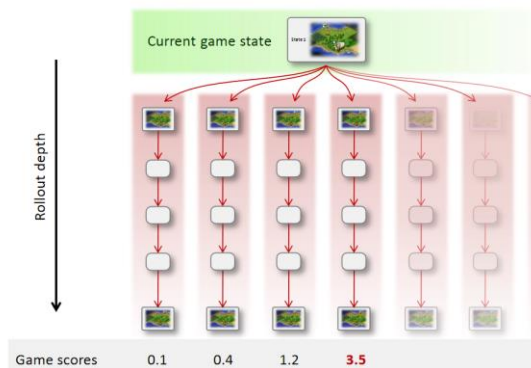
<https://shawnennis.com/the-technology-of-machine-learning-with-ai>

Civilization: használati útmutató használata

► Hibrid megoldás: nyelvi elemzés és gépi tanulás



Monte-Carlo Search
Try many candidate actions from current state & see how well they perform.

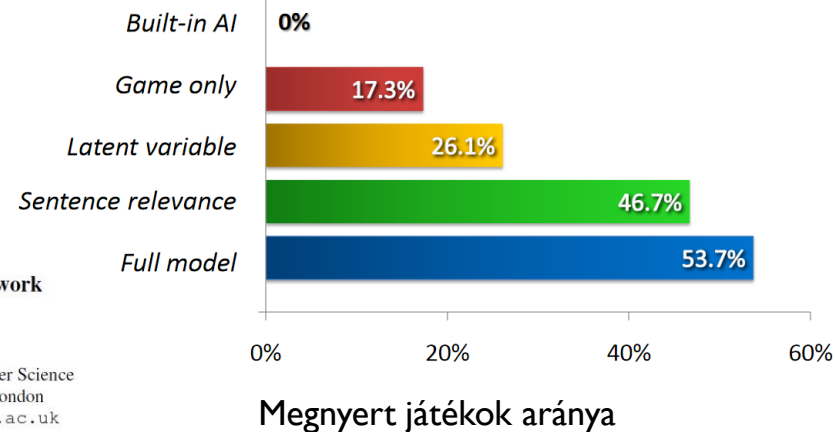


Learning to Win by Reading Manuals in a Monte-Carlo Framework

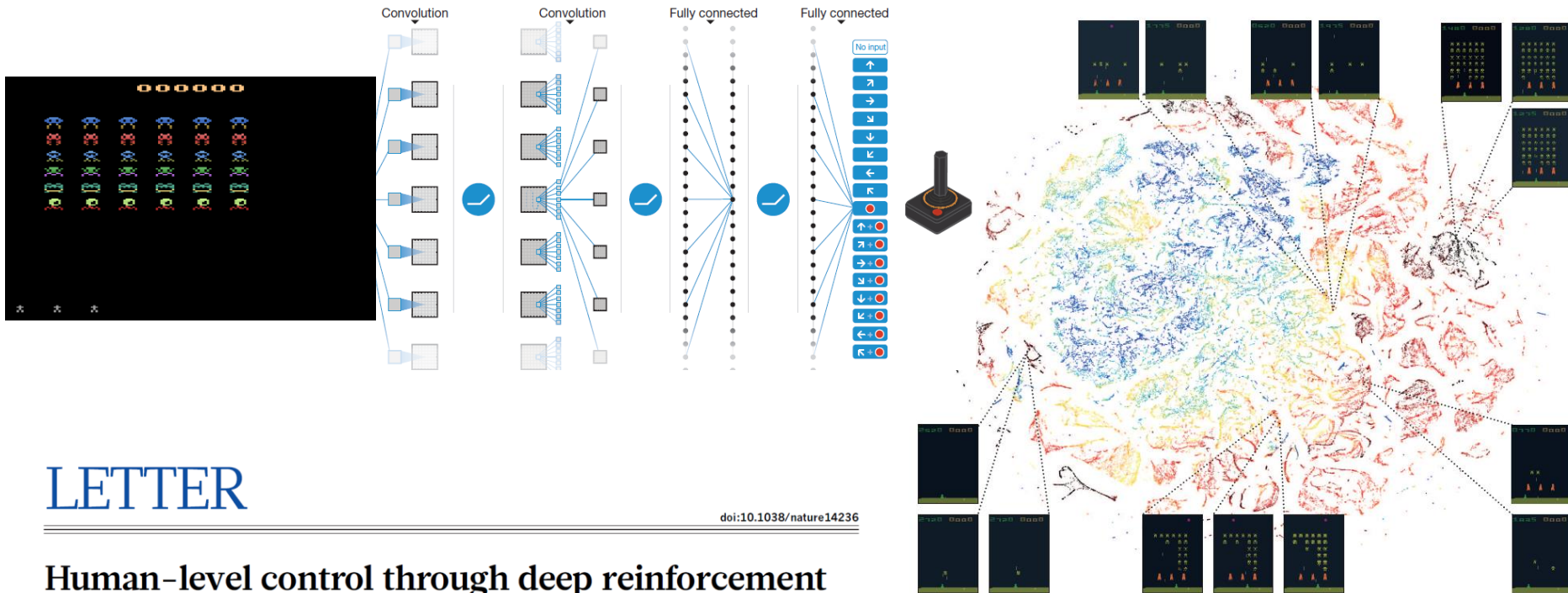
S.R.K. Branavan
Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory
Massachusetts Institute of Technology
{branavan, regina}@csail.mit.edu

David Silver *

Regina Barzilay
* Department of Computer Science
University College London
d.silver@cs.ucl.ac.uk



Számítógépes játékok játszása



LETTER

doi:10.1038/nature14236

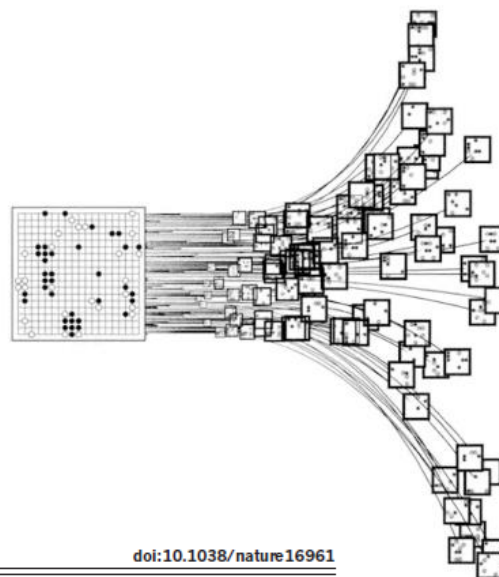
Human-level control through deep reinforcement learning

Volodymyr Mnih^{1*}, Koray Kavukcuoglu^{1*}, David Silver^{1*}, Andrei A. Rusu¹, Joel Veness¹, Marc G. Bellemare¹, Alex Graves¹, Martin Riedmiller¹, Andreas K. Fiedelnd¹, Georg Ostrovski¹, Stig Petersen¹, Charles Beattie¹, Amir Sadik¹, Ioannis Antonoglou¹, Helen King¹, Dharshan Kumaran¹, Daan Wierstra¹, Shane Legg¹ & Demis Hassabis¹

Go:



- ▶ Google DeepMind
- ▶ Monte Carlo fakeséses technika
- ▶ 2016: 9 dan
- ▶ 2017: világbajnok legyőzése



doi:10.1038/nature16961

ARTICLE

Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search

David Silver^{1*}, Aja Huang^{1*}, Chris J. Maddison¹, Arthur Guez¹, Laurent Sifre¹, George van den Driessche¹, Julian Schrittwieser¹, Ioannis Antonoglou¹, Veda Panneershelvam¹, Marc Lanctot¹, Sander Dieleman¹, Dominik Grewe¹, John Nham², Nal Kalchbrenner¹, Ilya Sutskever², Timothy Lillicrap¹, Madeleine Leach¹, Koray Kavukcuoglu¹, Thore Graepel¹ & Demis Hassabis¹



COVID-19 MI alkalmazások

Accelerating research Open data projects and distributed computing to find AI-driven solutions to the pandemic, e.g. <i>drug and vaccine development</i>	Detection	Early warning Detecting anomalies and digital “smoke signals”, e.g. <i>BlueDot</i>	Diagnosis Pattern recognition using medical imagery and symptom data, e.g. <i>CT scans</i>	
	Prevention	Prediction Calculating a person’s probability of infection, e.g. <i>EpiRisk</i>	Surveillance To monitor and track contagion in real time, e.g. <i>contact tracing</i>	Information Personalised news and content moderation to fight misinformation, e.g. <i>via social networks</i>
	Response	Delivery Drones for materials’ transport; robots for high-exposure tasks at hospitals, e.g. <i>CRUZR robot</i>	Service automation Deploying triaging virtual assistants and chatbots, e.g. <i>Canada’s COVID-19 chatbot</i>	
	Recovery	Monitor Track economic recovery through satellite, GPS and social media data, e.g. <i>WeBank</i>		

AlphaFold

- ▶ John Jumper, Kathryn Tunyasuvunakool, Pushmeet Kohli, Demis Hassabis, and the AlphaFold Team, “Computational predictions of protein structures associated with COVID-19”, Version 3, DeepMind website, 4 August 2020, <https://deepmind.com/research/open-source/computational-predictions-of-protein-structures-associated-with-COVID-19>



Benevolent AI – COVID-19 Drug target

Identifying a potential coronavirus treatment using our Knowledge Graph



COVID-19 „Szövegbányászat”

- ▶ AWS launches machine learning enabled search capabilities for COVID-19 dataset

Taha A. Kass-Hout, MD, MS and Ben Snively

<https://aws.amazon.com/blogs/publicsector/aws-launches-machine-learning-enabled-search-capabilities-covid-19-dataset/>

- ▶ CORD-19 (COVID-19 Open Research Dataset)
- ▶ initially consisted of approximately **24,000** scientific and research sources related to COVID-19, SARS-CoV-2, and coronaviruses.
- ▶ CORD-19 dataset has nearly doubled to **47,000** research papers and documents sourced from peer-reviewed publications and pre-print servers.

MI startup cégek 2020

2020

Healthcare



Finance & Insurance



Transportation



Construction



Retail & Warehousing



Govt. & City Planning



Legal



Mining



Food & Agriculture



Media & Entertainment



Energy



Education



Telecom



Manufacturing



Real Estate



CROSS-INDUSTRY TECH

AI Processors



AI Model Development



DevOps & Model Monitoring



NLP, NLG, & Computer Vision



Cybersecurity



BI & Ops Intel



Sales & CRM

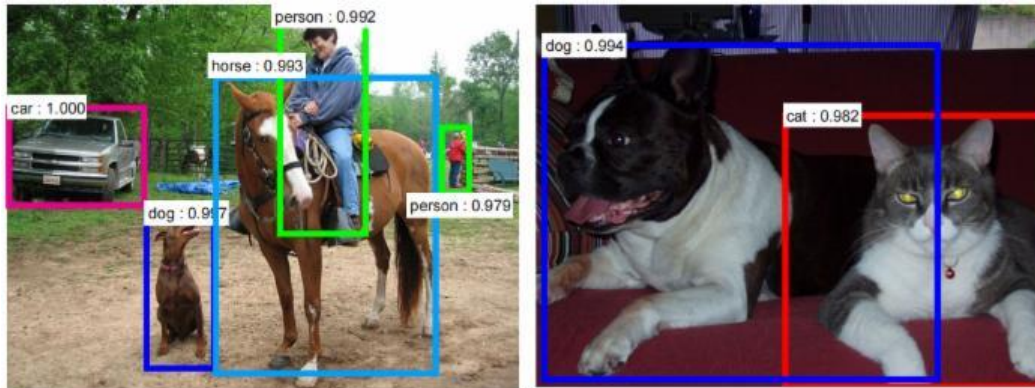


Other R&D



Számítógépes látás: YOLO

- ▶ YOLO (you only look once): valós idejű, teljes körű

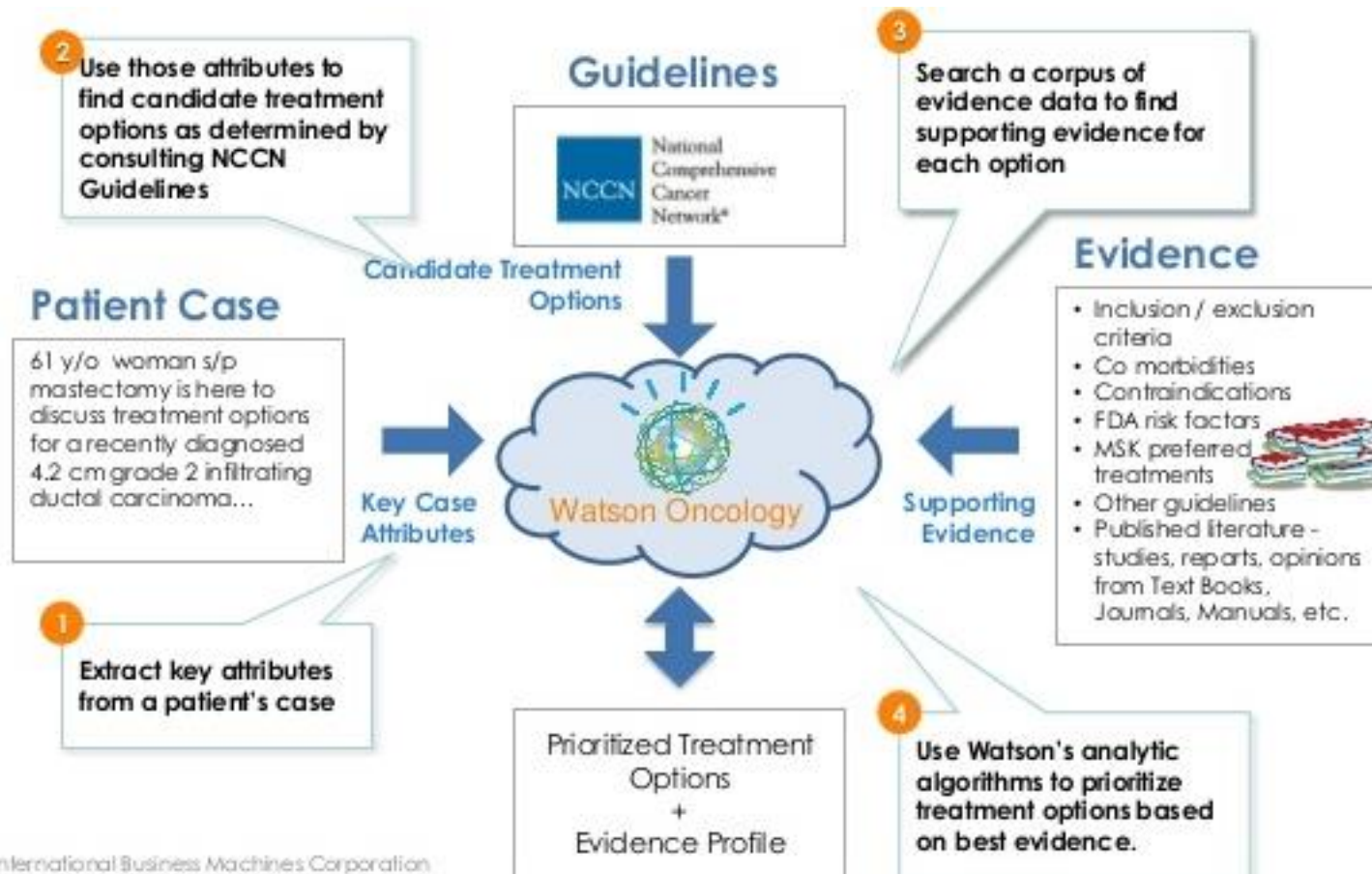


- ▶ Mobiltelefonon

https://www.ted.com/talks/joseph_redmon_how_a_computer_learns_to_recognize_objects_instantly#t-409586



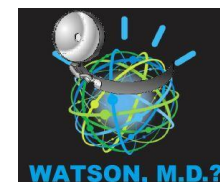
Orvosi döntéstámogató és szakértői rendszerek



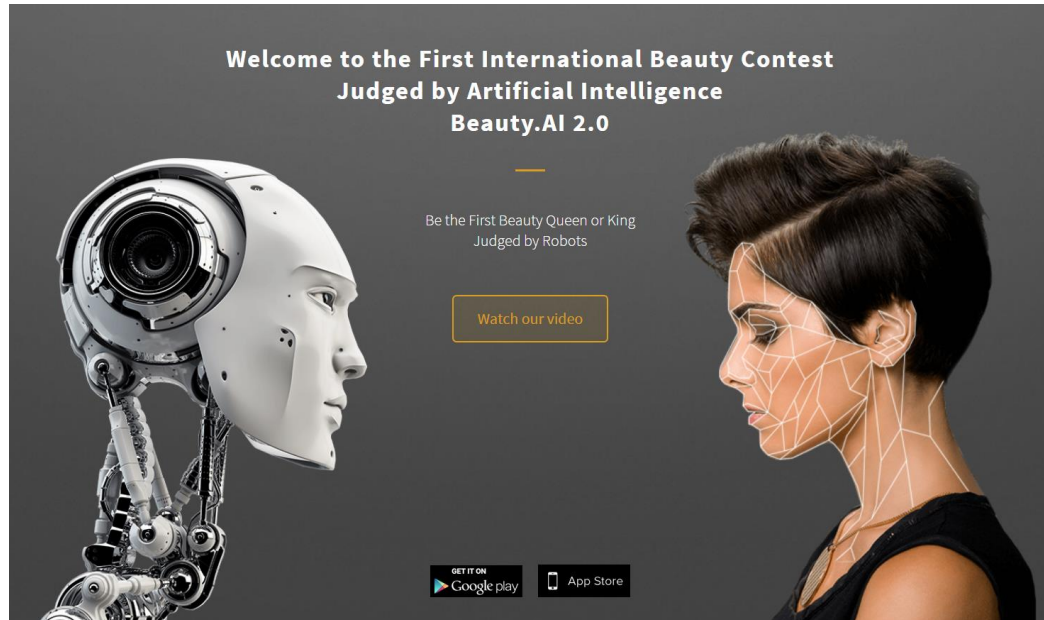
© 2014 International Business Machines Corporation

Watson for Oncology – assessment and advice cycle

www.avanteoconsulting.com/machine-learning-accelerates-cancer-research-discovery-innovation/



Szépségverseny zsűri: Beauty.AI



<http://beauty.ai/>

- ▶ **A beauty contest was judged by AI and the robots didn't like dark skin, Guardian**
- ▶ **Another AI Robot Turned Racist, This Time At Beauty Contest, Unilad**

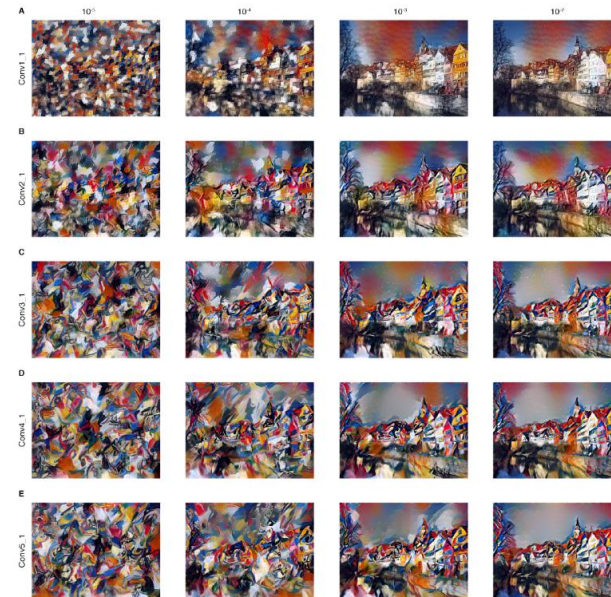
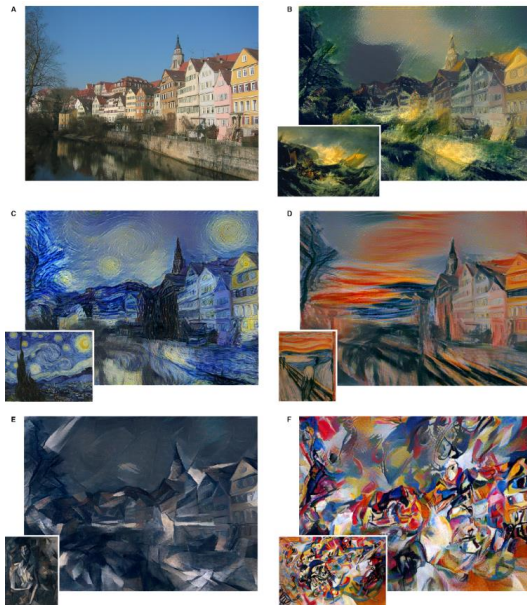
MI beszélgető robot chatbot: Tay



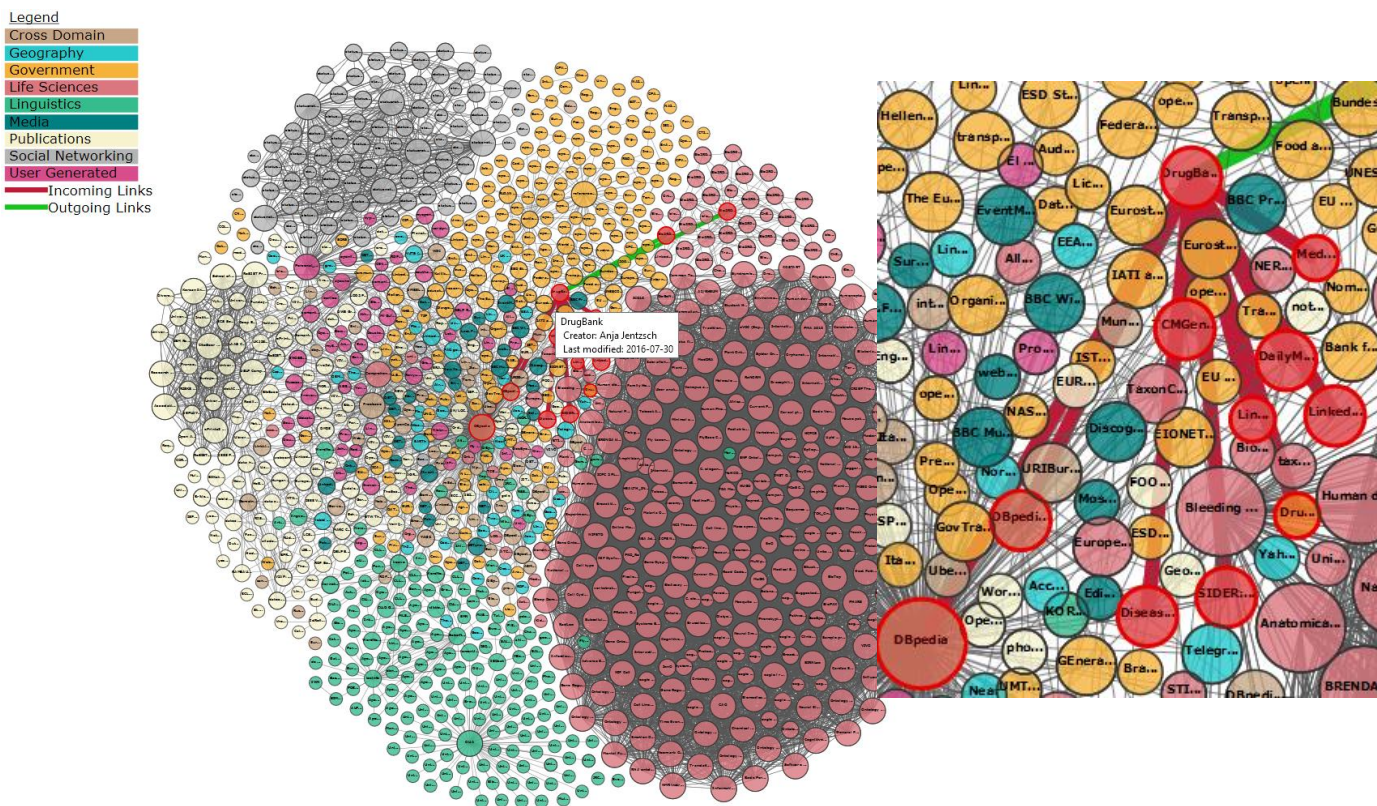
- ▶ **Turing-test, Loebner-díj**
- ▶ **Tay** was an [artificial intelligence chatterbot](#) released by [Microsoft Corporation](#) on March 23, 2016. Tay caused controversy on [Twitter](#) by releasing inflammatory tweets and it was taken offline around 16 hours after its launch.^[1] Tay was accidentally reactivated on March 30, 2016, and then quickly taken offline again.

Festői stílus reprodukciója

- ▶ Gatys, L.A., Ecker, A.S. and Bethge, M., 2015. A neural algorithm of artistic style. *arXiv preprint arXiv:1508.06576*.

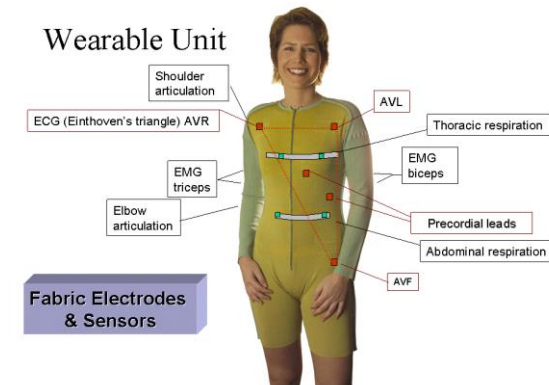
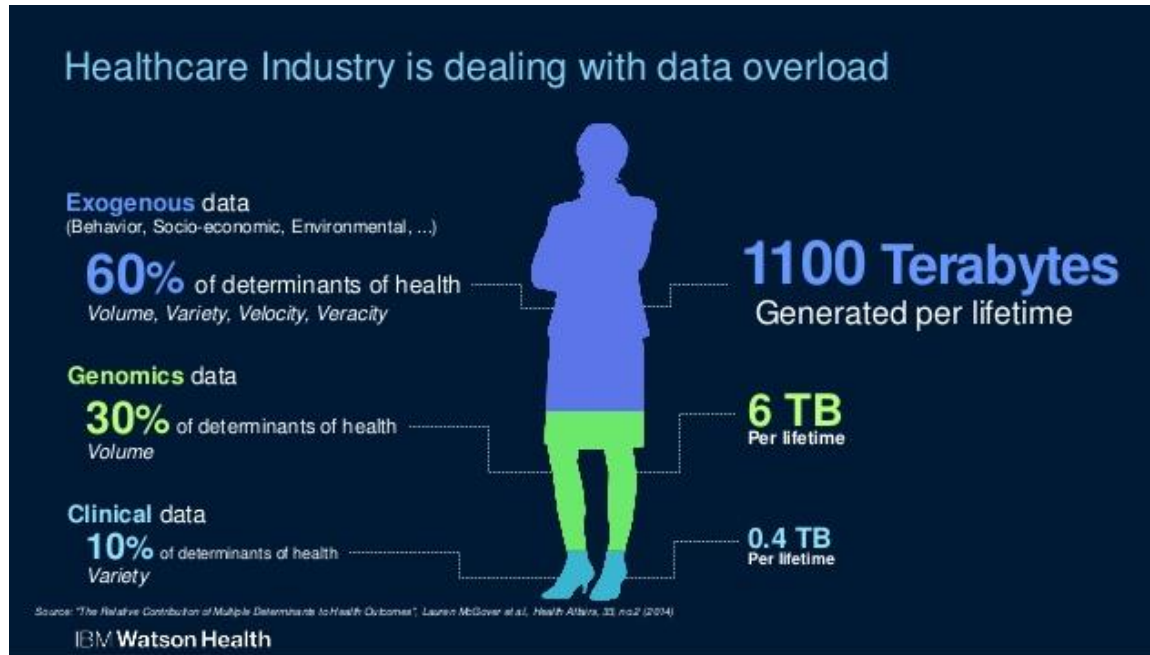


Összekapcsolt nyílt tudás (Linked Open Data)



Linking Open Data cloud diagram 2017, by Andrejs Abele, John P. McCrae, Paul Buitelaar, Anja Jentzsch and Richard Cyganiak.
<http://lod-cloud.net/>

Információ (adat) mennyiség



Intelligens rendszerek a mindennapokban

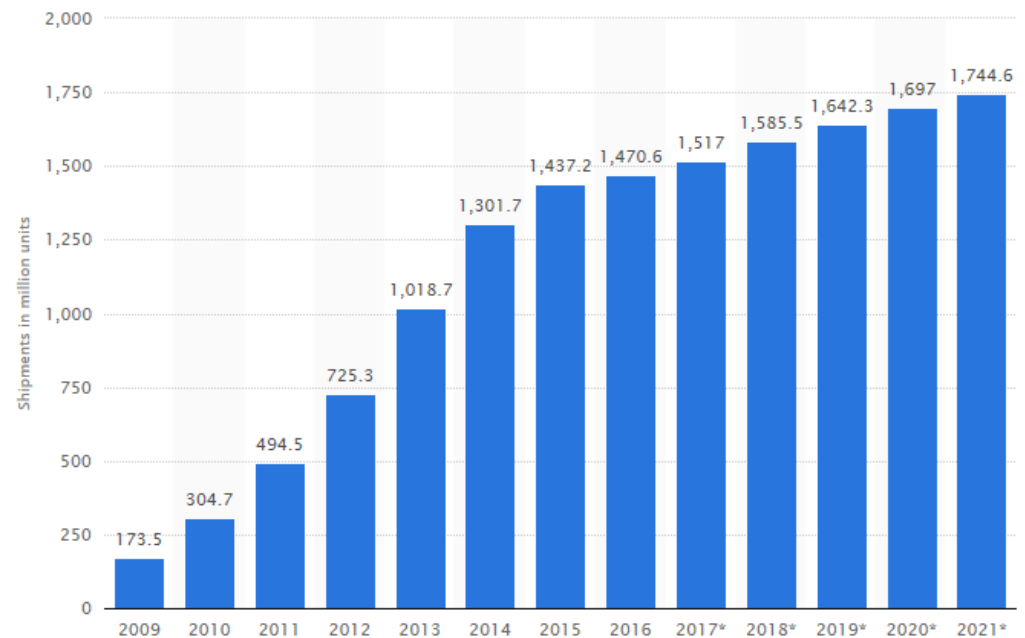
- ▶ Okos-

- ▶ telefon
- ▶ térkép
- ▶ óra
- ▶ otthon
- ▶ mérleg
- ▶ határidőnapló
- ▶ autó
- ▶ társskereső

- ▶ Szakértői rendszerek:

- ▶ Ipari szabályozás
- ▶ Auto-pilot: repülő
- ▶ Orvosi diagnosztika
- ▶ gyógyszerkutatás

- ▶ „Take X and add intelligence..”



Okostelefonok száma



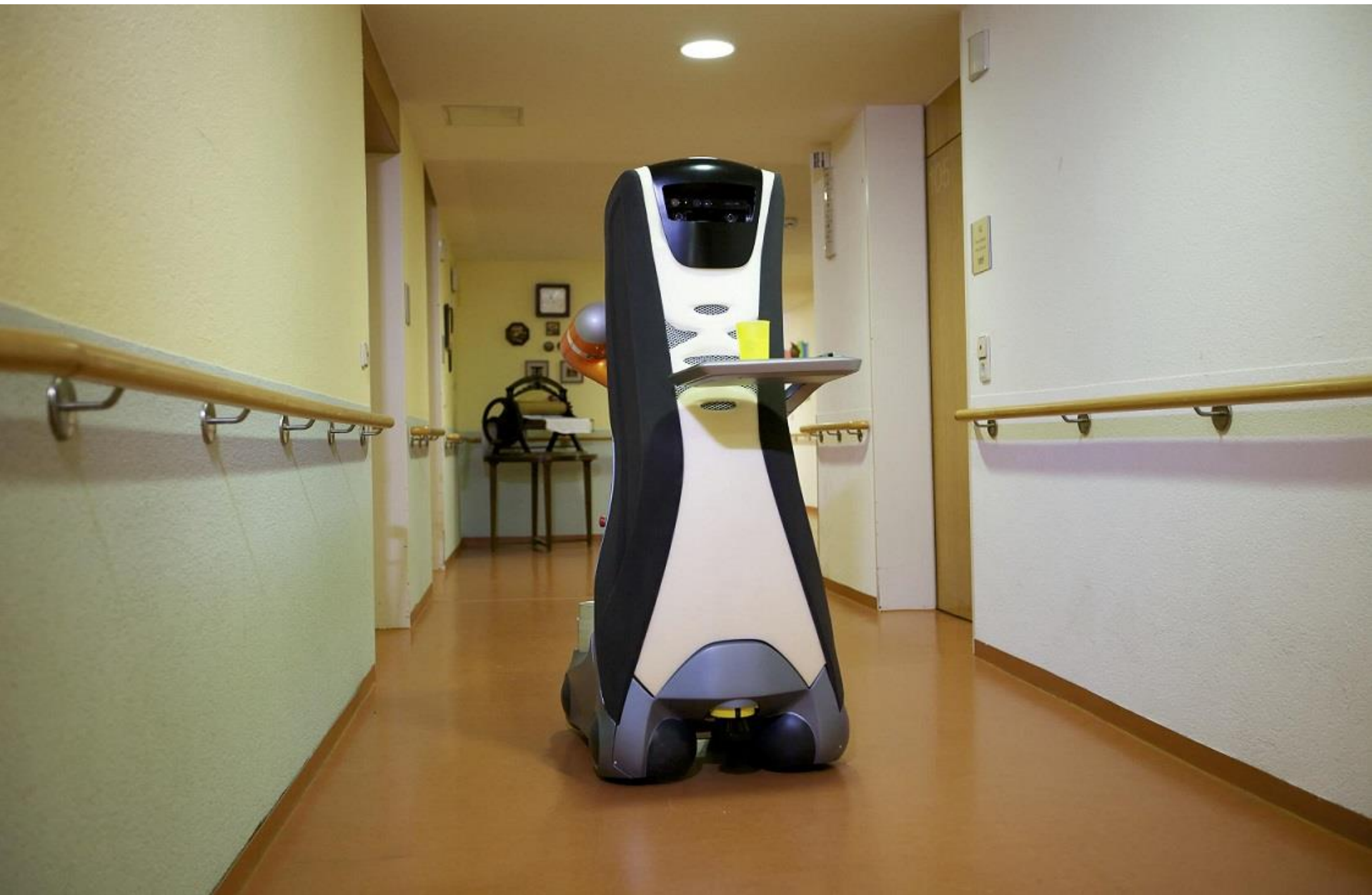
Témakörök



Ajánló
rendszerek



Mi ezekben a
rendszerekben
a közös?



információ



fizikai hatás

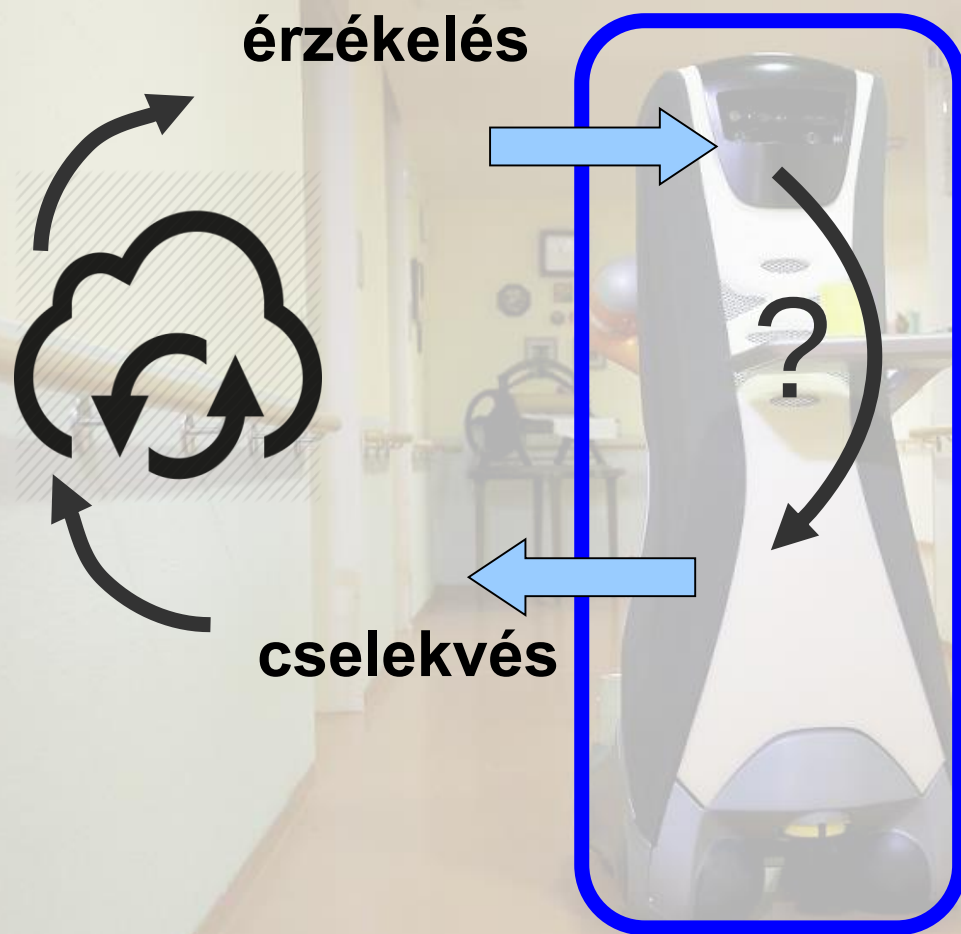


... információ-
begyűjtés
eszközei
szenzorok

... hatáskifejtés
eszközei
beavatkozók ...

► Ami kívül: az a **környezet**

Ami belül: az a **rendszer**



ágens

a környezetébe
(fizikailag) ágyazott,
vele folyamatos
kölsönhatásban
lévő, ...
érzékelőivel érzékeli,
beavatkozóival
megváltoztatja ...

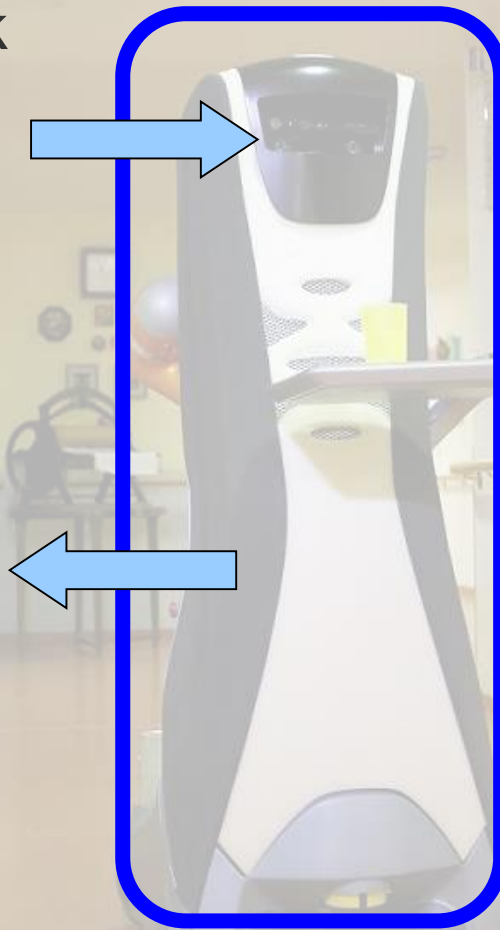


Ágens környezetének
 $s_K(t)$ állapotai vannak

$$s_K(t) \in S_K$$

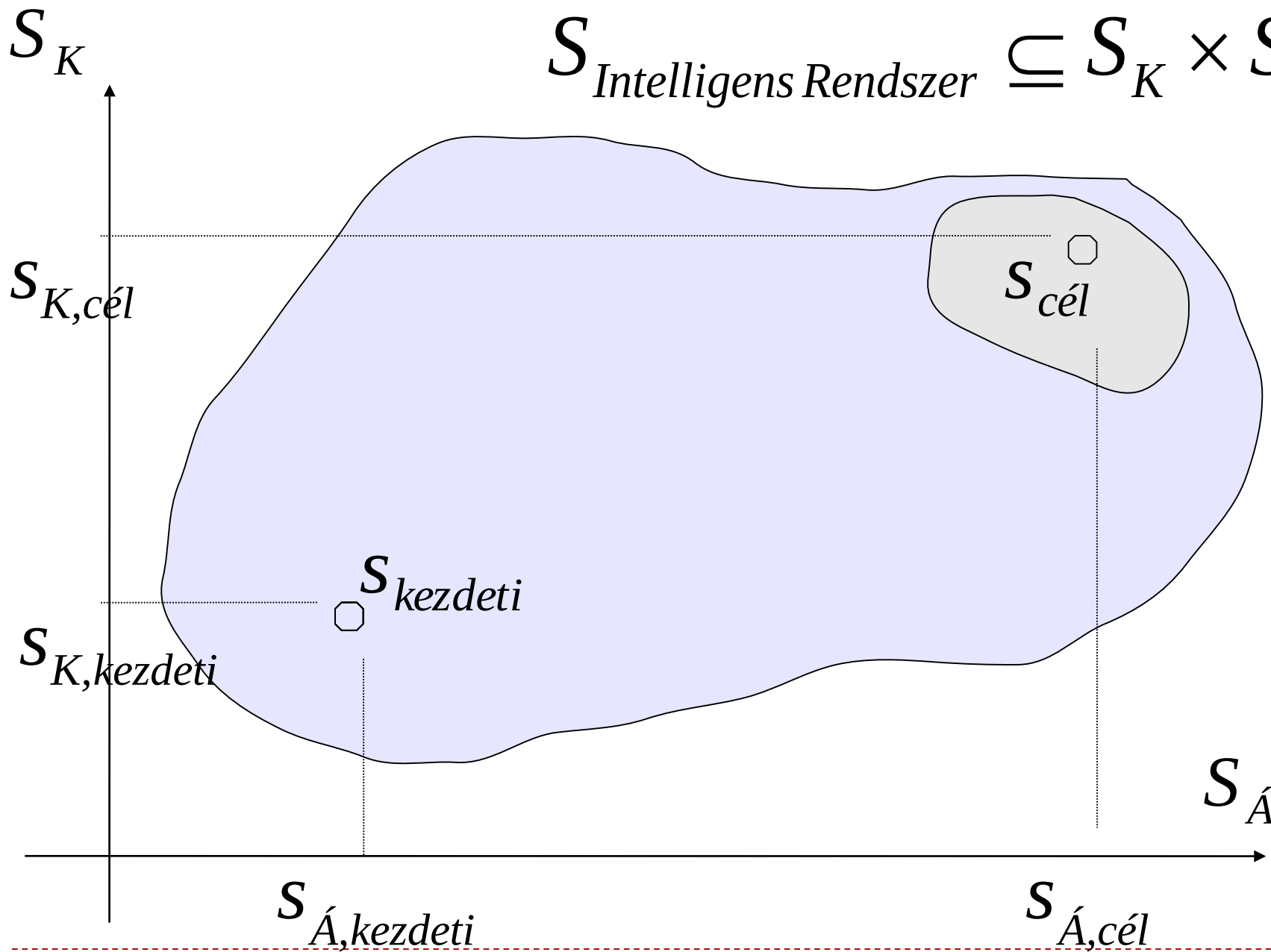
Ágensnek magának is
 $s_A(t)$ állapotai vannak

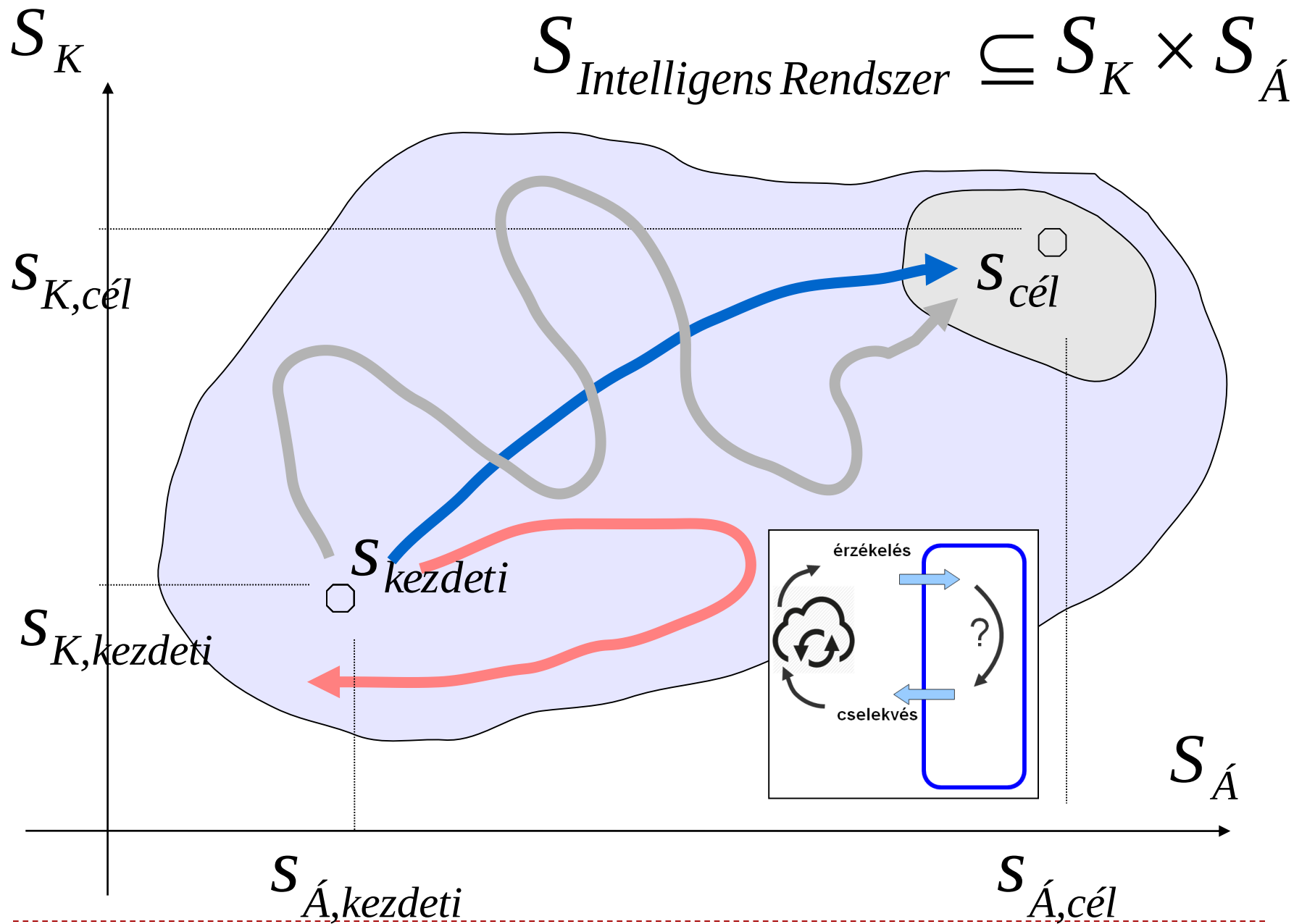
$$s_A(t) \in S_A$$



$$S_{\text{Intelligens Rendszer}} \subseteq S_K \times S_A$$

$$S_{\text{Intelligens Rendszer}} \subseteq S_K \times S_{\text{Á}}$$





Ágens

- Az ágens egy entitás, ami érzékel és cselekszik
- Absztrakt módon megfogalmazva egy függvényt valósít meg, ami az érzékeléseket képi le cselekvésre

$$[f: \mathcal{P}^* \rightarrow \mathcal{A}]$$

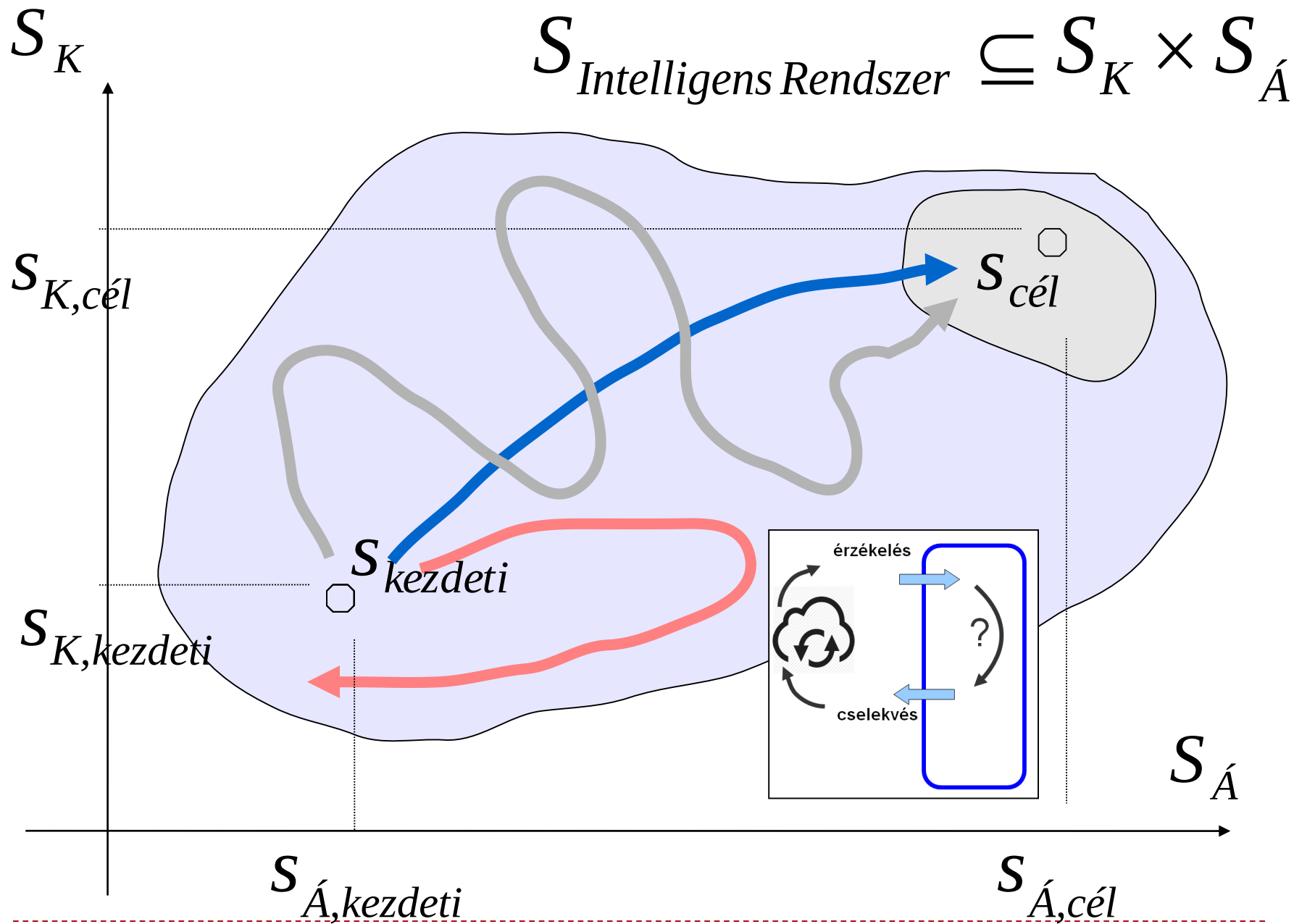
- Minden környezethez és feladat típushoz a lehető legjobb teljesítményű ágenst keressük.



Cél és trajektória

- Ágens „**célja**” a környezetének egy meghatározott állapotát elérni vagy megvalósítani, ami számára kívánatos: $S_{\text{cél}}$
- Érzékelés és cselekvés közben ágens **egy trajektória** mentén halad.
- A trajektóriák nem egyformák.
- Egy „ügyes” ágens, olyan trajektóriát választ, ami „jó” vagy „hatékony” (esetleg más ágenseknél is jobb).





Racionális cselekvés – intelligens ágens

- **Racionális cselekvés** = cél felé irányuló cselekvés
- **Intelligens ágens** – racionális módon választja meg a cselekvéseit és a célállapotait sikeresen éri el
- A tökéletes racionalitás lehetetlen, a számítási szükségletek túl nagyok.
- **Korlátozott racionalitás** - megfelelően cselekedni,
- miközben az összes számításra nincs elegendő idő.



Mitől függ és mennyire mérhető az intelligencia?

- Kell egy mechanizmus, hogy jó trajektórián tartsa az ágenst, amíg különbség van a pillanatnyi és a célállapot között.
- Ágens feladata **érzékelésből „kiszámítani” a cselekvést**, de
 - érzékelések függenek az érzékelőktől,
 - cselekvések függenek a beavatkozótól,
 - a számítás módja függ az ágens felépítésétől.
- A cselekvés kiszámításának „ügyessége” kapcsolatba hozható a rendszer intelligenciájával.



Környezet hatása az intelligenciára

➤ A szükséges intelligenciát befolyásolja a környezet

hozzáférhető
determinisztikus
epizódszerű
statikus
diszkrét
egy ágens
kooperatív

nem hozzáférhető
nem determinisztikus
nem epizódszerű
dinamikus
folytonos
több ágens
versengő

➤ A legnehezebb a **nem hozzáférhető, nem epizódszerű, dinamikus, nem determinisztikus, és folytonos, többágenses** környezet.

➤ „Nehezebb” környezet „összetettebb” intelligenciát igényel

Környezet hatása az intelligenciára

- **A szükséges intelligenciát befolyásolja a környezet**

hozzáférhető	nem hozzáférhető
determinisztikus	nem determinisztikus
epizódszerű	nem epizódszerű
statikus	dinamikus
diszkrét	folytonos
egy ágens	több ágens
kooperatív	versengő

- *A valós helyzetek legtöbbször olyan bonyolult, hogy gyakorlati okokból nem determinisztikusként kezelendők.*

- **Ágens „ellenségei”** (amiktől az intelligenciája korlátos, vagy romlandó)
 - (1) **véges erőforrásai (rendelkezésre álló időt is beleértve)**
 - (2) **információhiány érzékeléskor**
 - (3) **a környezet változékonysága**

Összefoglalásként

Informatikában:

- Az intelligencia egy tervezhető és skálázható rendszer-attribútum.
- intelligencia révén igényes és újszerű szolgáltatásokat valósítunk meg.
- egy informatikusnak tudnia kell tervezéskor a rendszer intelligenciájával gazdálkodni.

