



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

- ▶ Minden héten: szerda 14:15-16:00, Q-I
- ▶ +páratlan hetenként: csütörtök 8:15-10:00, Q-I
 - ▶ Kivéve: szept.12-én nem lesz előadás sportnap miatt

Előadók

- ▶ Dr. Hullám Gábor – tárgyfelelős
hullam.gabor@mit.bme.hu
 - ▶ Dr. Antal Péter, Dr. Dobrowiecki Tadeusz (Angol MI)
 - ▶ Dr. Pataki Béla (Bprof MI)
-



Követelmények

3 kredit

- ▶ 2 ZH
- ▶ 1 házi feladat (3 részből áll)
- ▶ Összpontszám: $100 = \text{ZH}_1$ (max. 32p)
+ ZH_2 (max. 32p)
+ házi feladat (max. 36p)
(1 részfeladat: 12p)

+ kis kérdések

Követelmények:

- ▶ Min. 40%-a az elérhető ZH pontoknak: **25**
- ▶ Min. 40%-a az elérhető teljes pontszámnak: **40**



Követelmények

Követelmények:

- ▶ Min. 40%-a az elérhető ZH pontoknak: **25**
- ▶ 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:
 - ▶ 3 emelt szintű kis hf (3 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

Péntek délutáni ZH-sáv 14:15-16:00

- ▶ ZH_1: 2019. Október 29. KEDD !Változás!
- ▶ pZH_1: 2019. November 8.
- ▶ ZH_2: 2019. December 6.
- ▶ pZH_2: 2019. December 20.

Terembeosztás a ZH előtt lesz elérhető a honlapon.
Pót-pótZH nincs!!



Házi feladat

- ▶ 3 részfeladat Java (vagy Python) nyelven
 - ▶ Kényszerkielégítés
 - ▶ Ajánló rendszerek
 - ▶ Neurális hálók
- ▶ Beadás a HF portálon keresztül:
<https://hf.mit.bme.hu>
- ▶ Minden feladat automatikus értékeléssel esik át
- ▶ Határidőt követően plágiumellenőrzés lesz !!
- ▶ Házi feladat felelősök: [...]

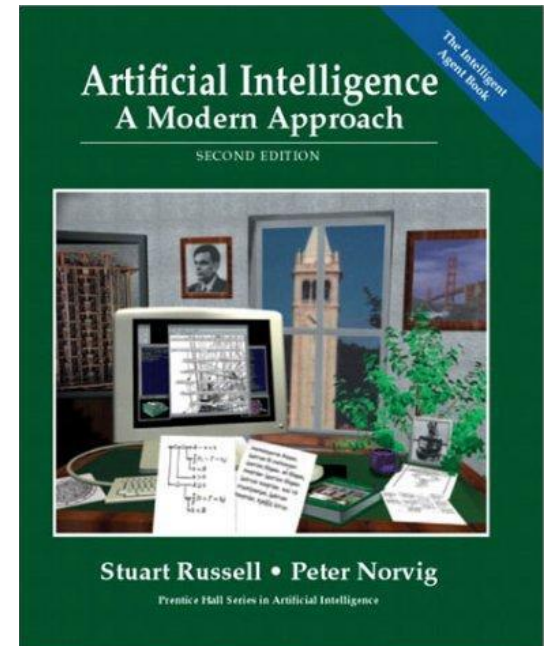
Házi feladat határidők

- ▶ A tárgy honlapján lesznek elérhetők
-



Jegyzet

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



Tárgy honlap

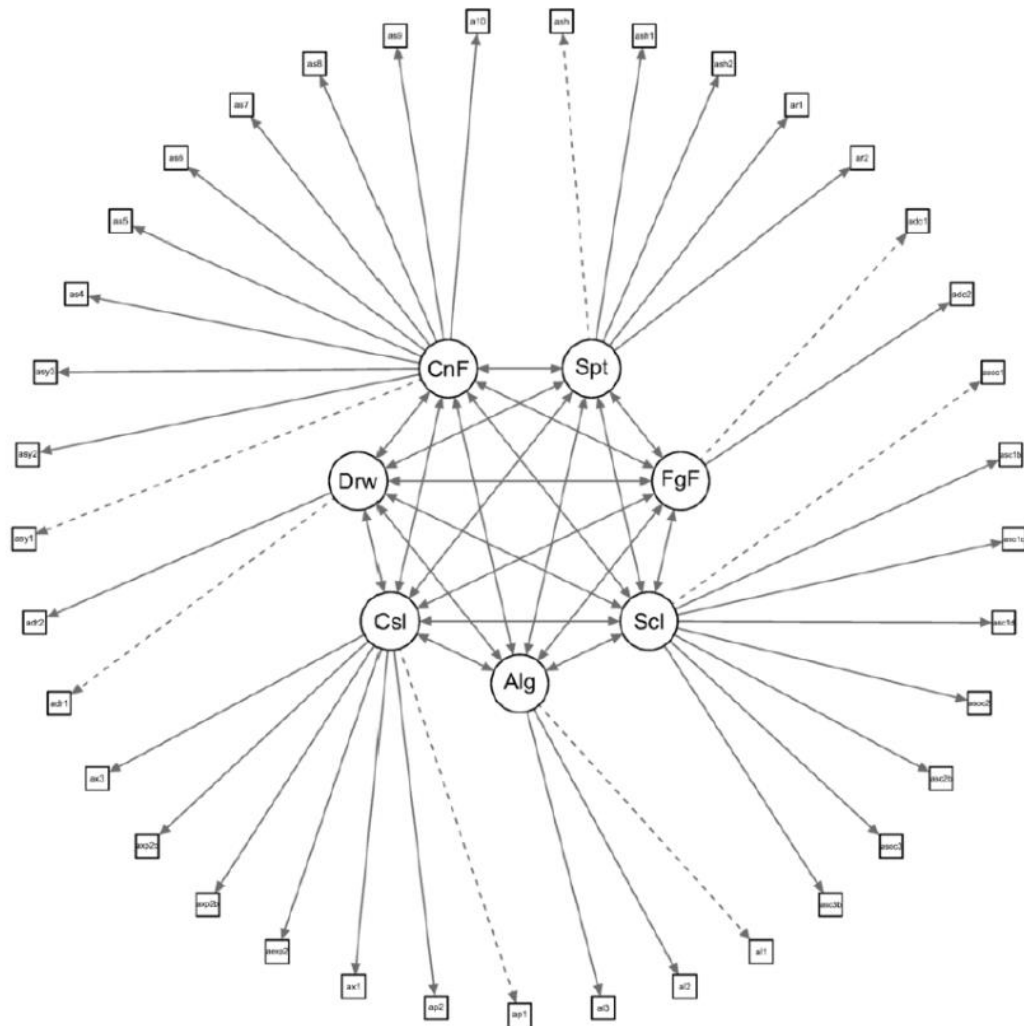
- ▶ <https://www.mit.bme.hu/oktatas/targyak/vimiac10>



Kis kérdések = többletpont szerzési lehetőség

- ▶ Előadások alatt lesznek kvízkérdések
- ▶ 1-1 perc van a válaszra
- ▶ A választ a MIT hf-portálján lehet leadni, ehhez célszerű előtte belépni a hf-portálra (laptop v. okostelefon). **hf.mit.bme.hu**
Ezt *játéknak* fogjuk fel (mellékesen pontot lehet szerezni), ezért:
- ▶ Semmilyen reklamációnak helye nincs! (akkor se, ha nem sikerült rákapcsolódni a portálra, ha a wifi nem működik, ha még csak 55 mp-t mért a saját gépén stb.)
- ▶ A jó válasz az, amit mi annak vettünk, akkor is, ha vitatható!
- ▶ A félév végén minden jó válasz 1/3 pontot ér. Akár ZH, akár HF pontként beszámítható (a minimumszint eléréséhez is!).

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, kerék+út stb.*

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 találkozót: "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 (2005-2015)

Autonóm tanulás alapú MI



Az MI jóslt 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 jóslat korszakai

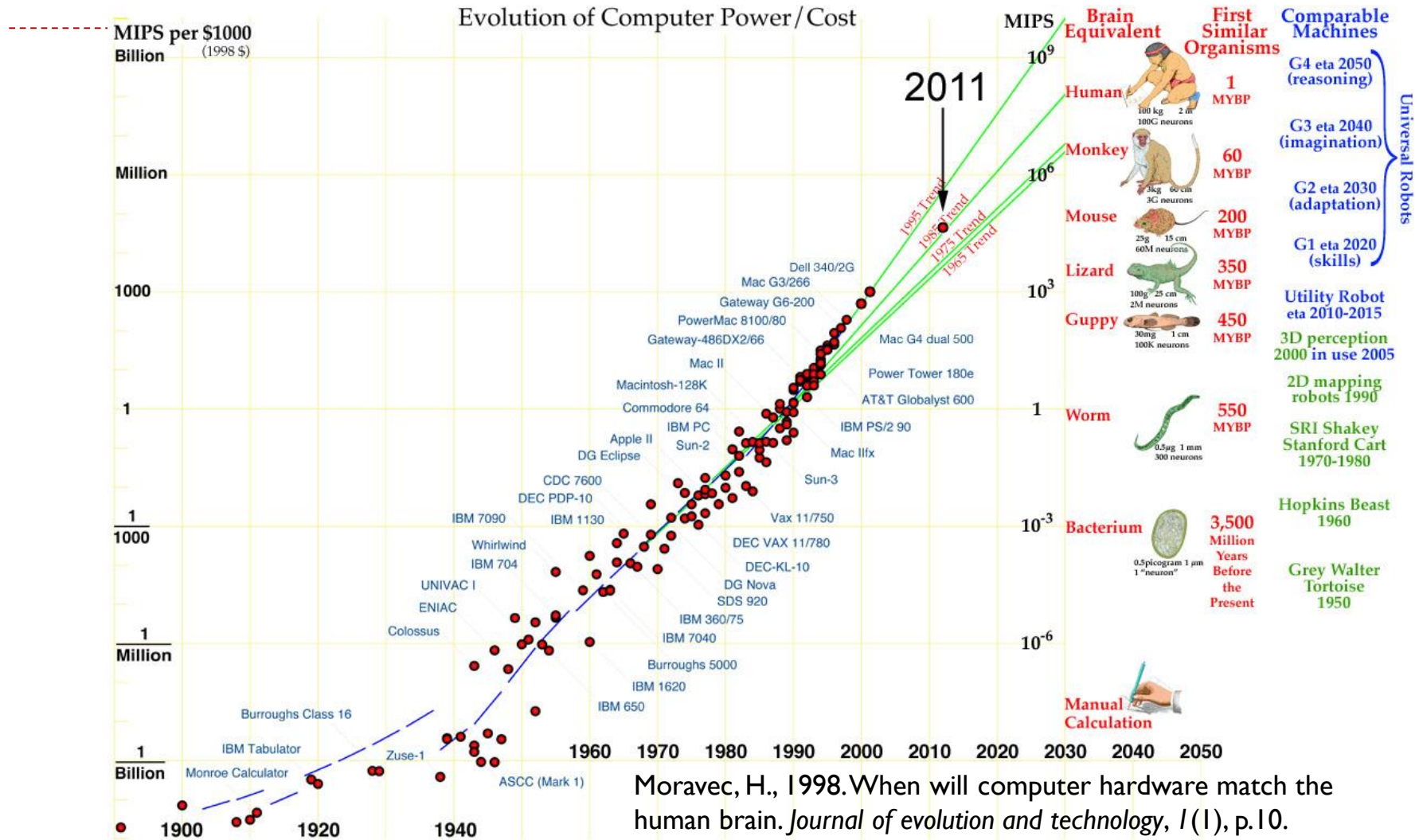
Timeline to artificial intelligence



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

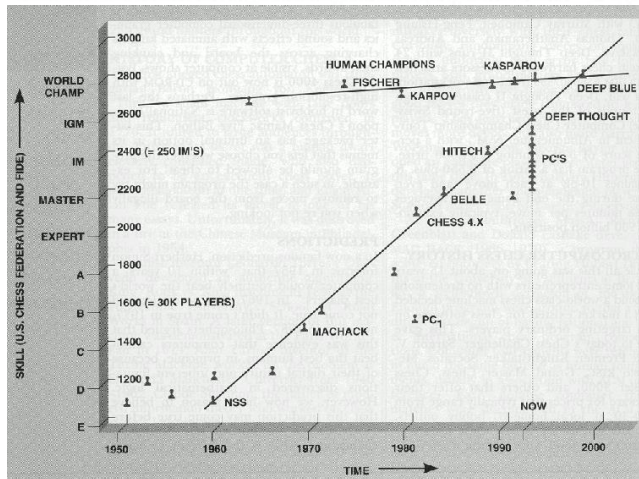
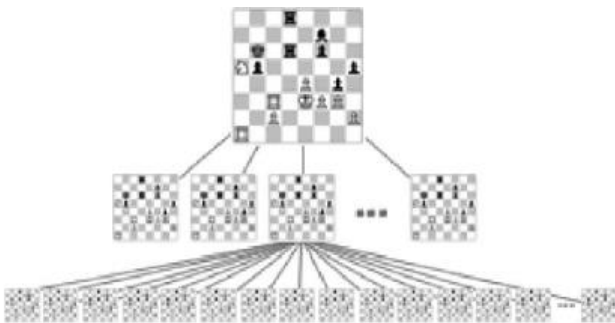


Moravec, H., 1998. When will computer hardware match the human brain. *Journal of evolution and technology*, 1(1), p.10.

Sakk, az MI kutatások muslicája



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



- | | | |
|---|-----------------------------------|---------|
| # | Név | Élőpont |
| 1 | <u>SugaR XPrO 1.2 64-bit 4CPU</u> | 3415 |
| 2 | <u>Komodo 11.2 64-bit 4CPU</u> | 3402 |
| 3 | <u>Houdini 5.01 64-bit 4CPU</u> | 3382 |
| | IBM Deep Blue (1997) | - |

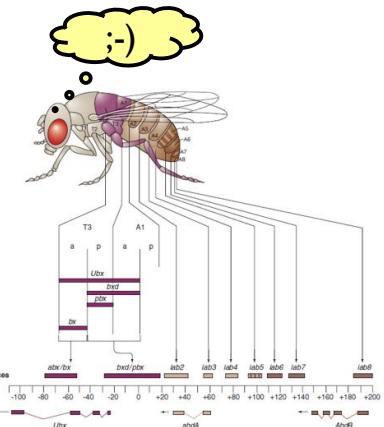
Élőpont

3415

3402

3382

-



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

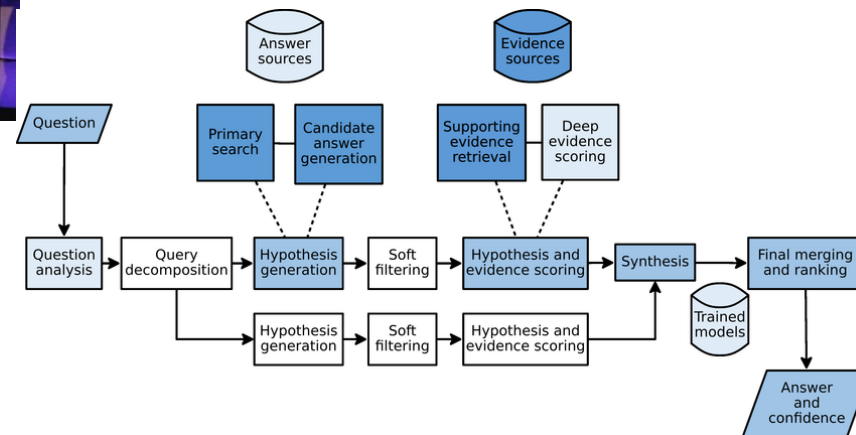


IBM Watson (2011): Jeopardy kvízzjáték

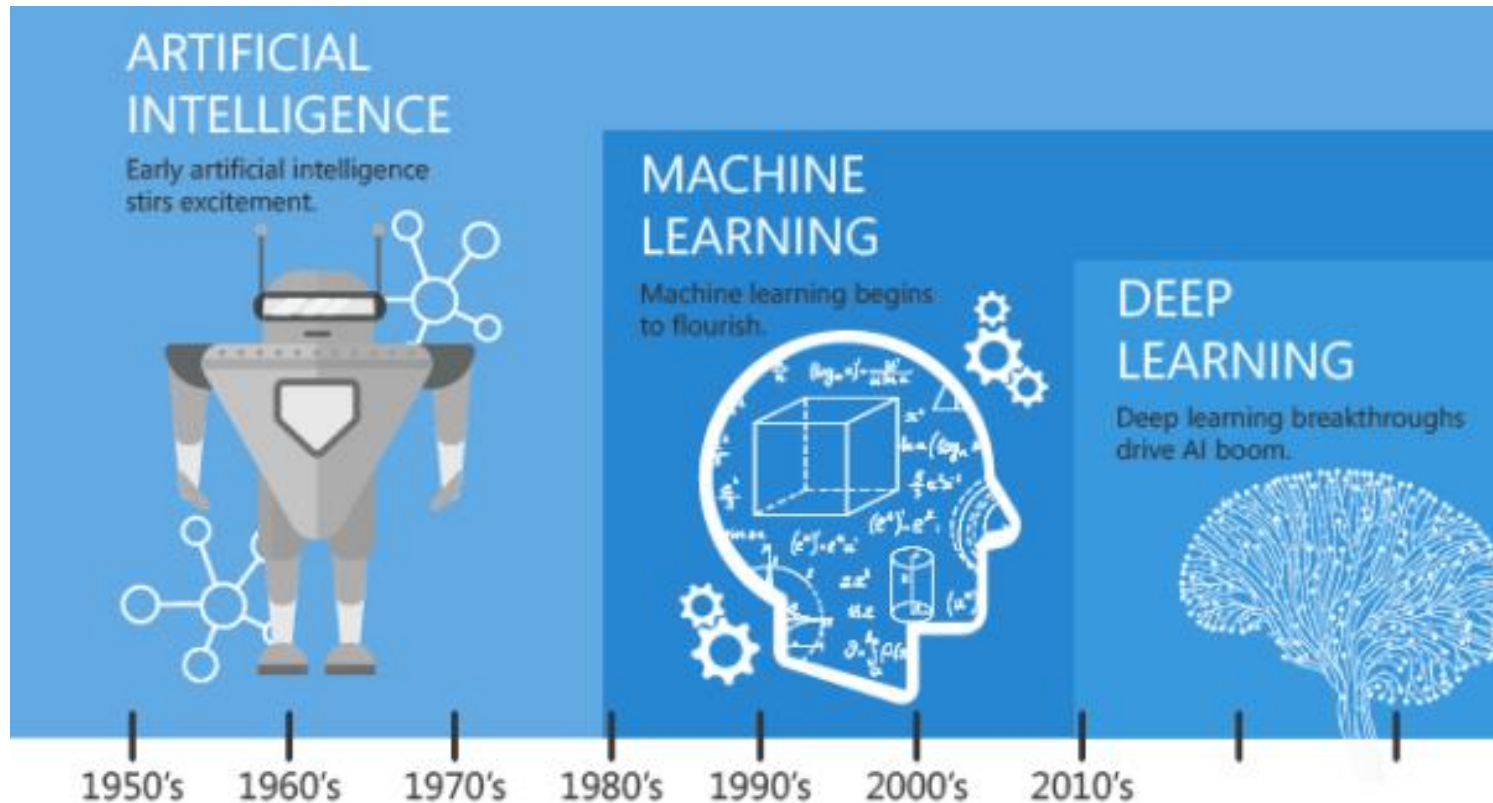
▶ IBM Grand Challenge

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

- ▶ Beszédértés
- ▶ Következtetés
- ▶ Játék



AI – ML - DL

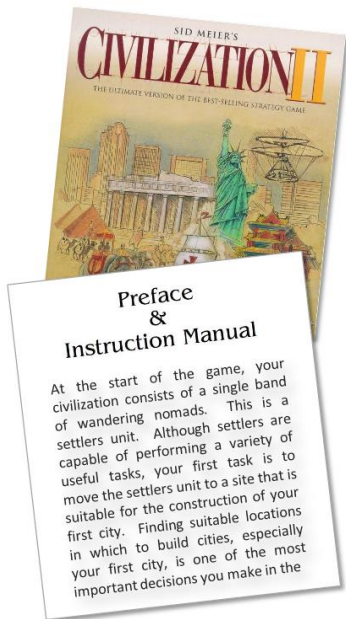


<https://shawnennis.com/the-technology-of-machine-learning-with-ai>

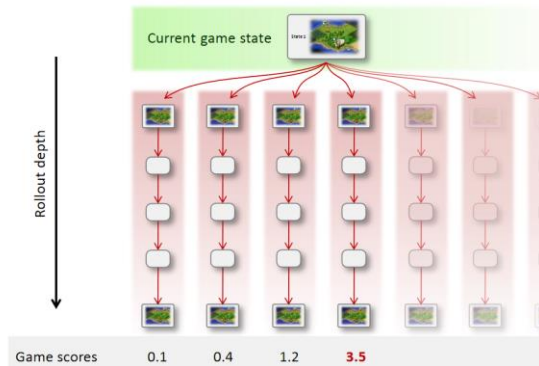


Civilization: használati útmutató használata

► Hibrid megoldás: nyelvi elemzés és gépi tanulás



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

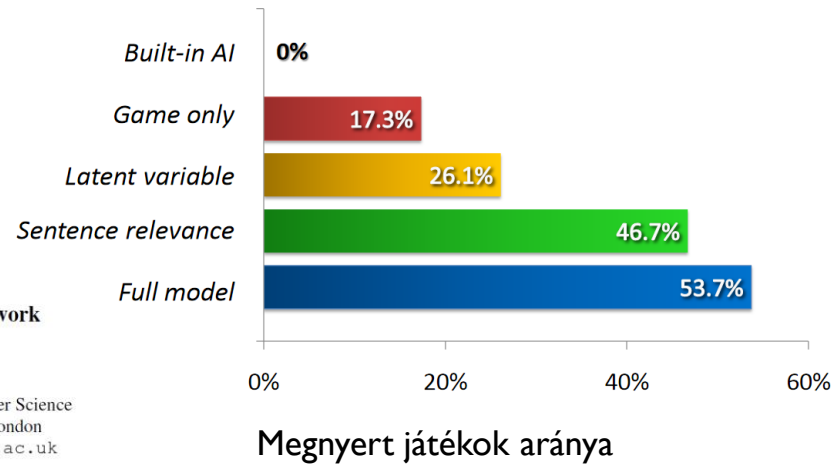


Learning to Win by Reading Manuals in a Monte-Carlo Framework

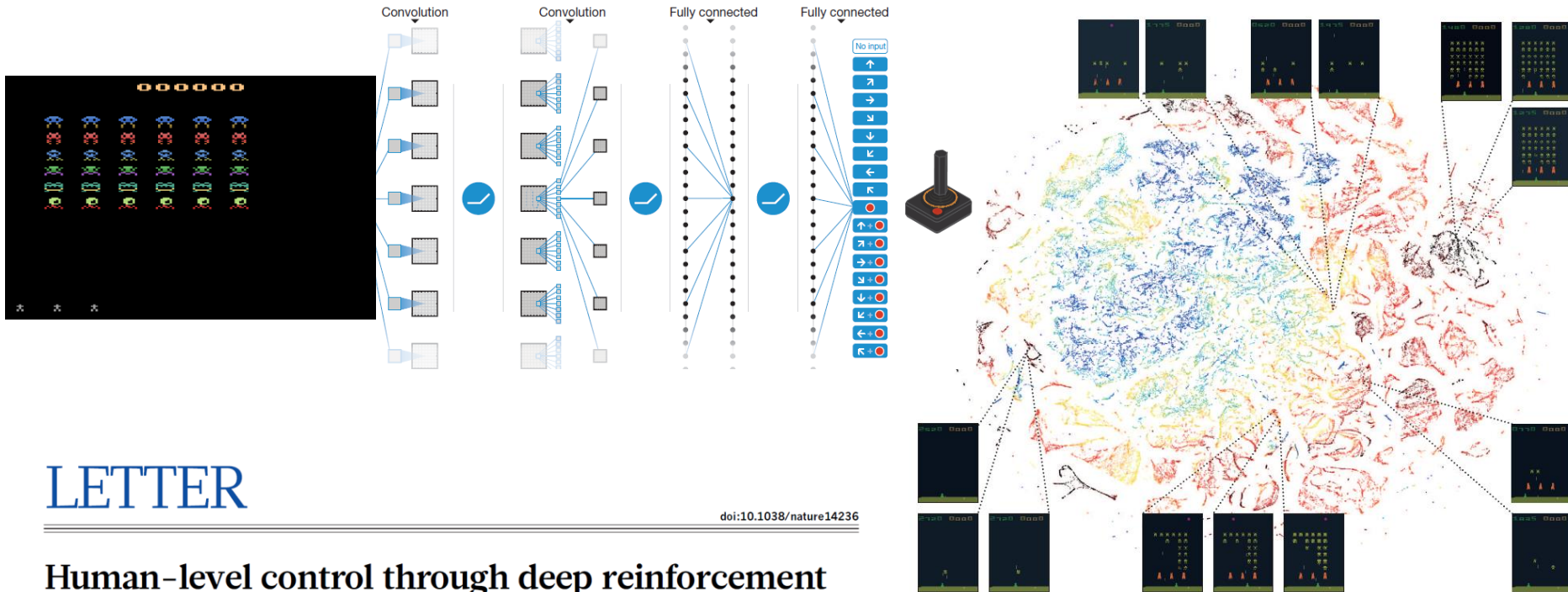
S.R.K. Branavan
Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory
Massachusetts Institute of Technology
{branavan, regina}@csail.mit.edu

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

Regina Barzilay



Számítógépes játékok játszása



LETTER

doi:10.1038/nature14236

Human-level control through deep reinforcement learning

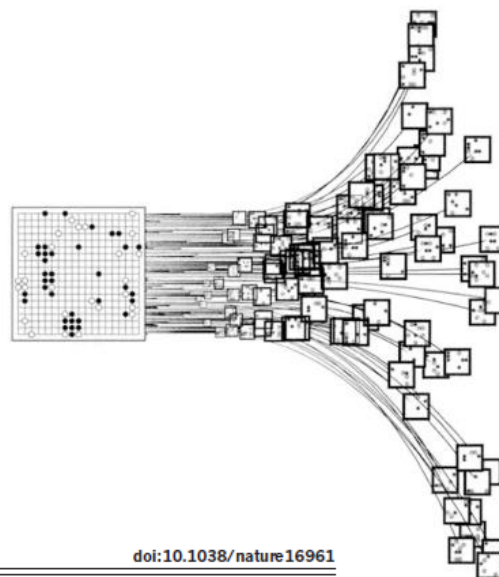
Volodymyr Mnih^{1*}, Koray Kavukcuoglu^{1*}, David Silver^{1*}, Andrei A. Rusu¹, Joel Veness¹, Marc G. Bellemare¹, Alex Graves¹, Martin Riedmiller¹, Andreas K. Fidjeland¹, Georg Ostrovski¹, Stig Petersen¹, Charles Beattie¹, Amir Sadik¹, Ioannis Antonoglou¹, Helen King¹, Dharshan Kumaran¹, Daan Wierstra¹, Shane Legg² & Demis Hassabis¹



Go:



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



doi:10.1038/nature16961

ARTICLE

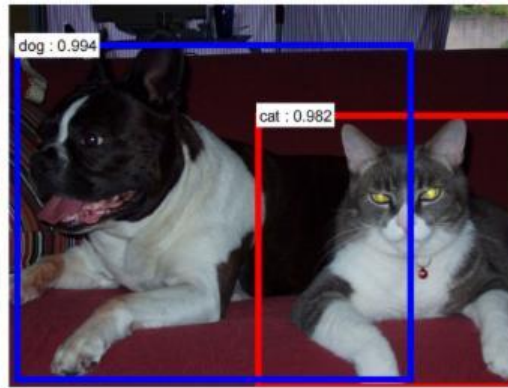
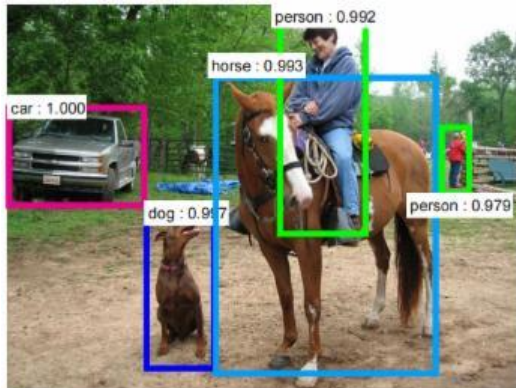
Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search

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



Számítógépes látás: YOLO

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

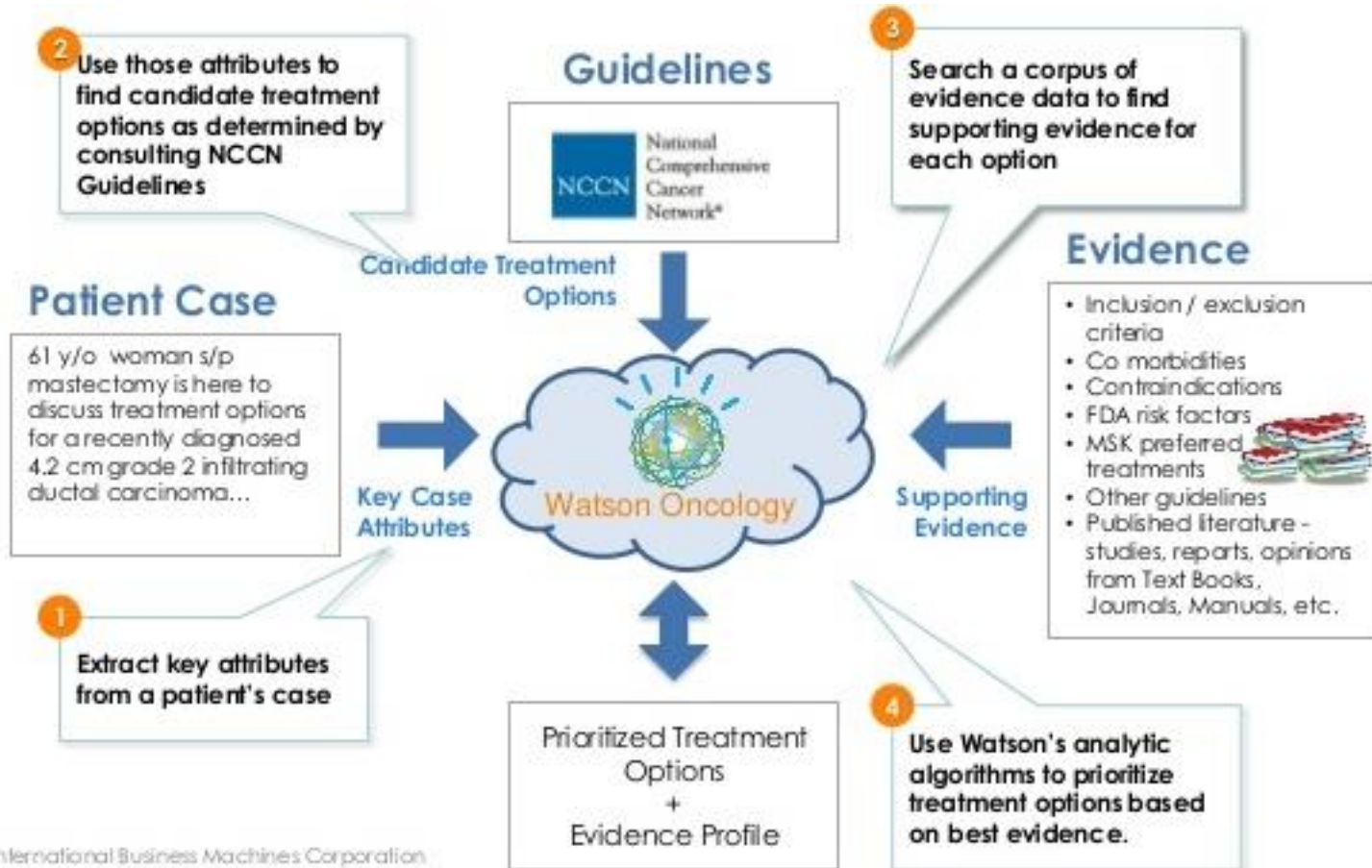


- ▶ Mobiltelefonon

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



Orvosi döntéstámogató és szakértői rendszerek



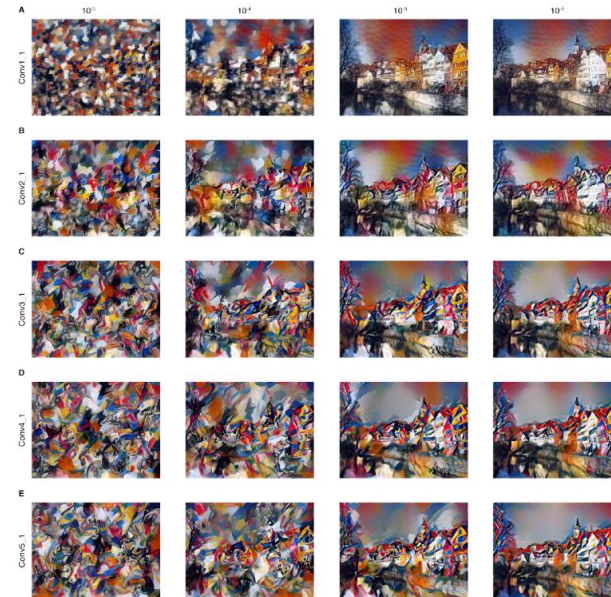
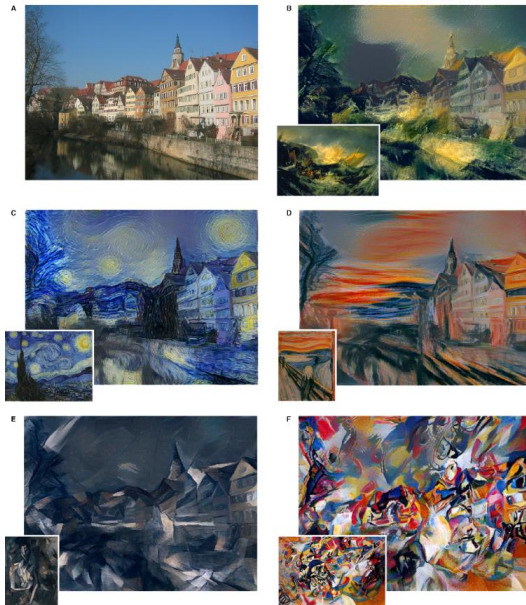
Watson for Oncology – assessment and advice cycle

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



Festői stílus reprodukciója

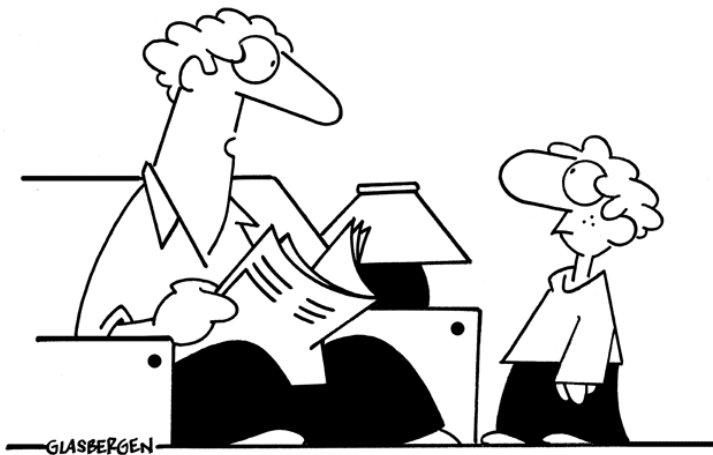
- ▶ Gatys, L.A., Ecker, A.S. and Bethge, M., 2015. A neural algorithm of artistic style. *arXiv preprint arXiv:1508.06576*.



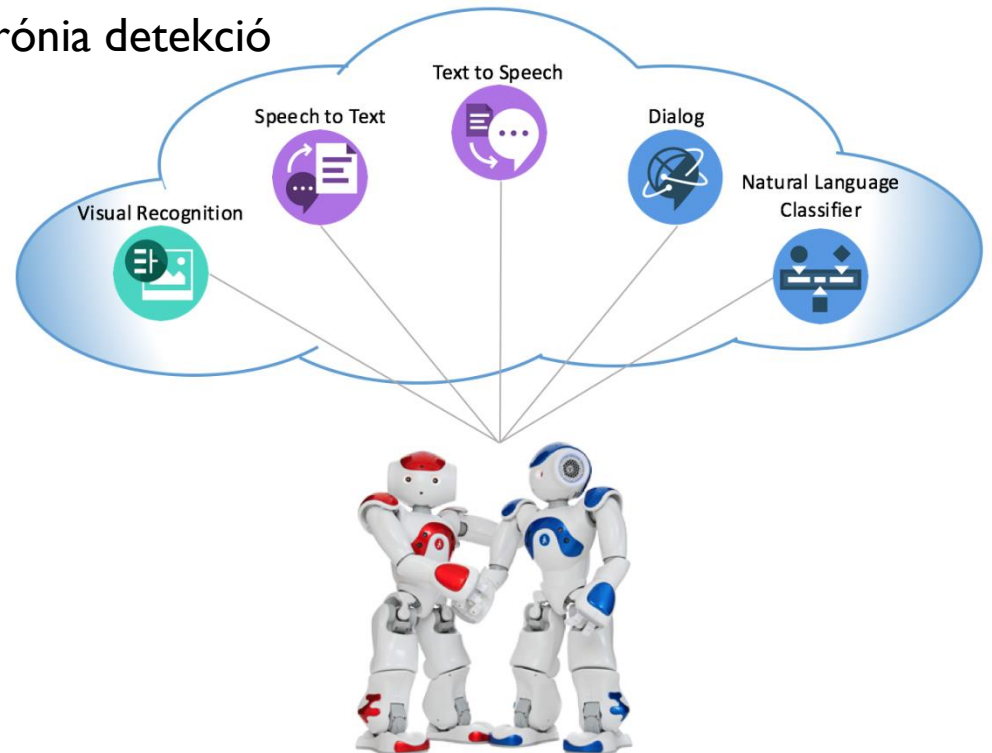
Mesterséges intelligencia: humor

- ▶ Érzelmek felismerése, szarkazmus/irónia detekció

© Randy Glasbergen
glasbergen.com



*“Artificial intelligence is when you get a college degree,
but you’re still stupid when you graduate.”*

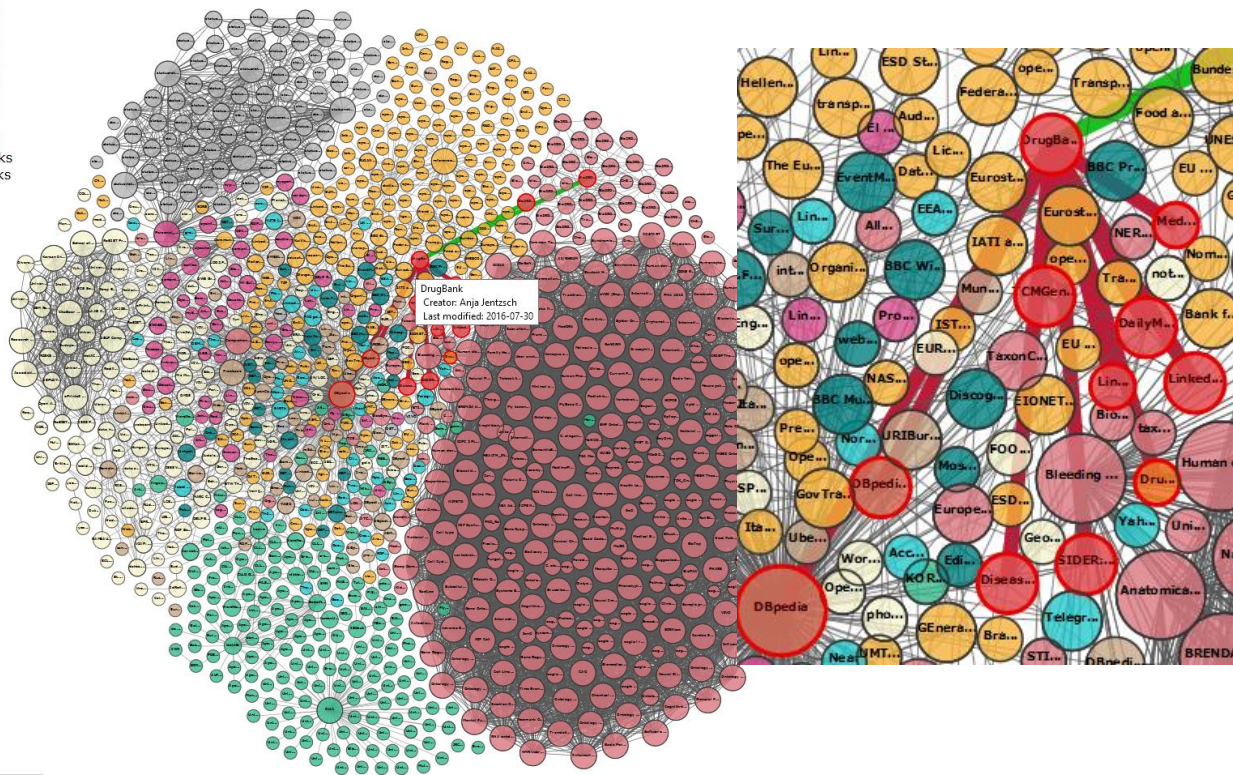


https://www.ted.com/talks/heather_knight_silicon_based_comedy



Összekapcsolt nyílt tudás (Linked Open Data)

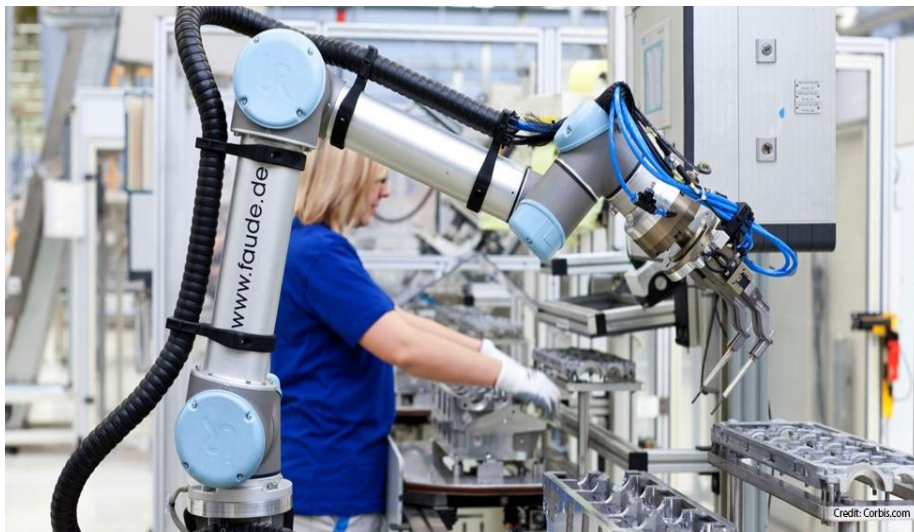
- Legend
- Cross Domain
 - Geography
 - Government
 - Life Sciences
 - Linguistics
 - Media
 - Publications
 - Social Networking
 - User Generated
 - Incoming Links
 - Outgoing Links



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

Témakörök





Biztonságos?
Legitim?
Etikus?
Adózik?

"da Vinci Robot Allegedly Marketed to Less-Skilled Doctors"

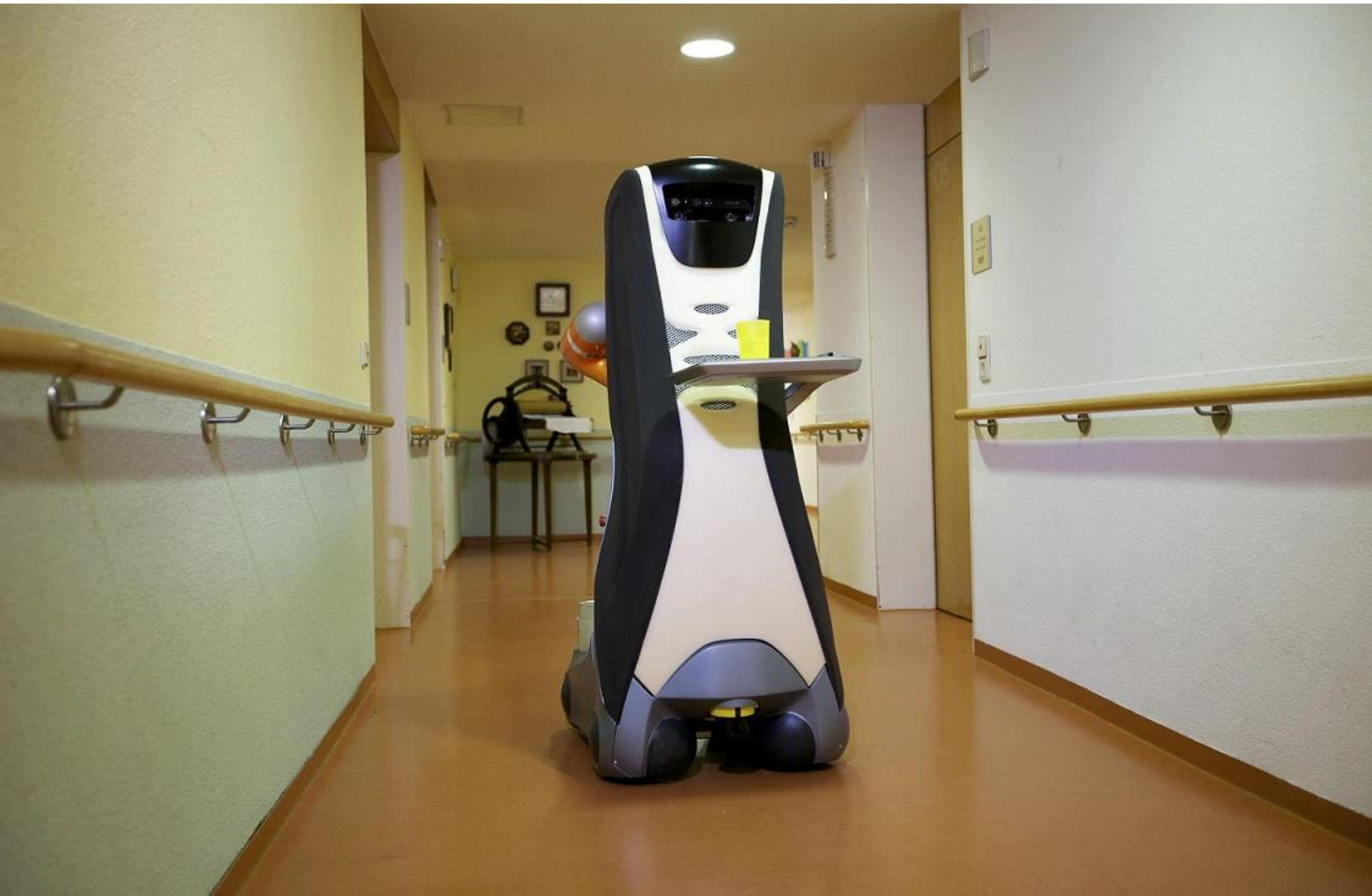
„AI Cited for Unlicensed Practice of Law”

„Megvan az önvezető autók első halálos áldozata”

„Először okozott balesetet önjáró Google-autó”



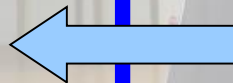
Mi ezekben a
rendszerekben
a közös?



információ



fizikai hatás

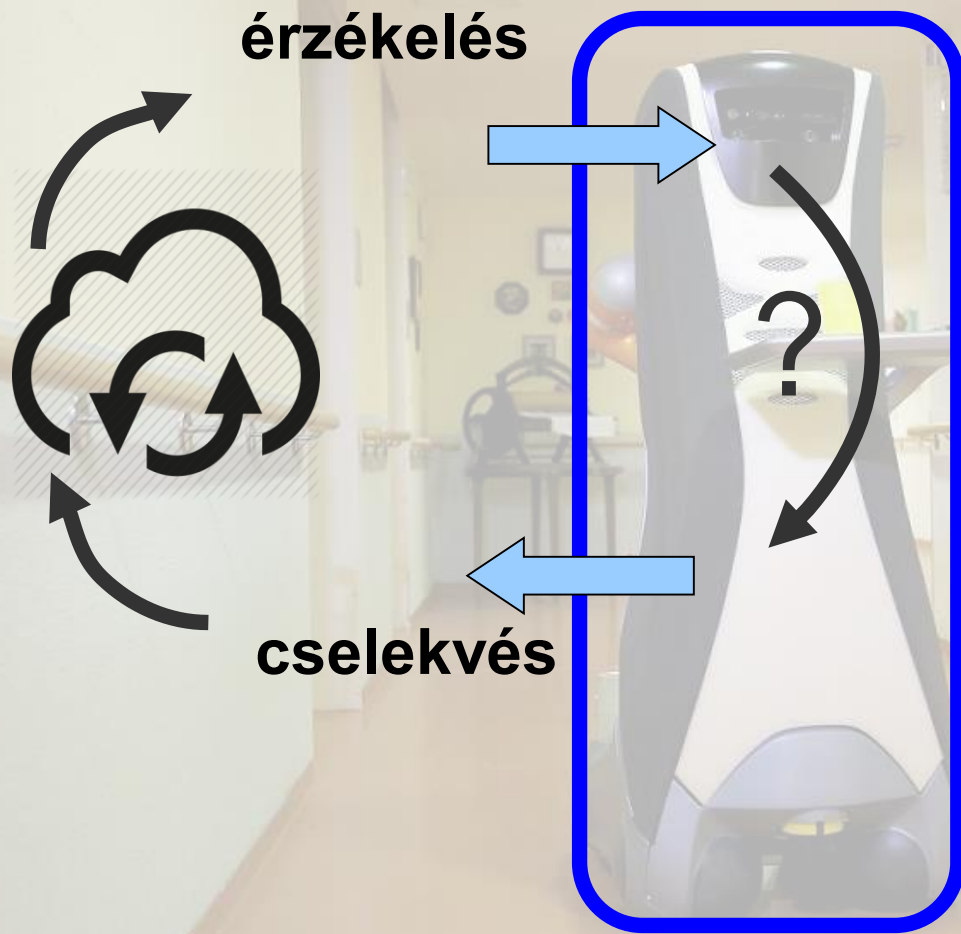


... információ-
begyűjtés
eszközei
szenzorok

... hatáskifejtés
eszközei
beavatkozók ...

► Ami kívül: az a **környezet**

Ami belül: az a **rendszer**



ágens

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

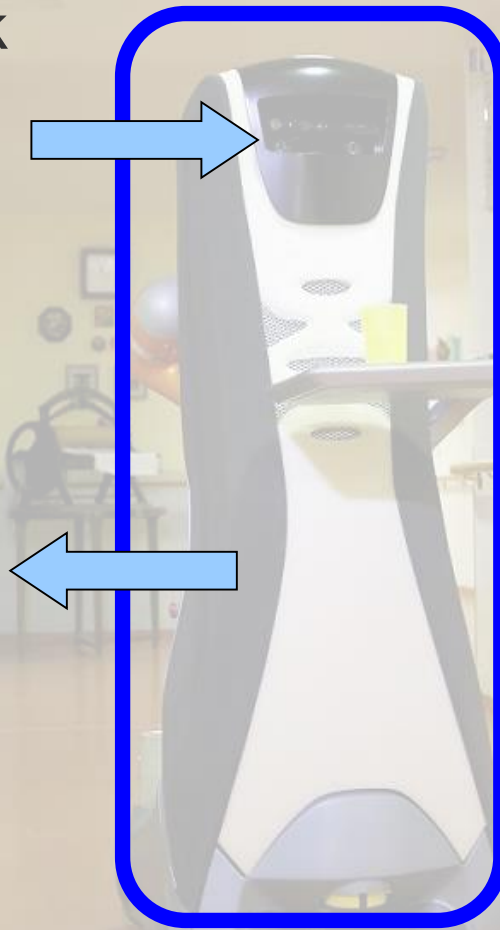


Ágens környezetének
 $s_K(t)$ állapotai vannak

$$s_K(t) \in S_K$$

Ágensnek magának is
 $s_A(t)$ állapotai vannak

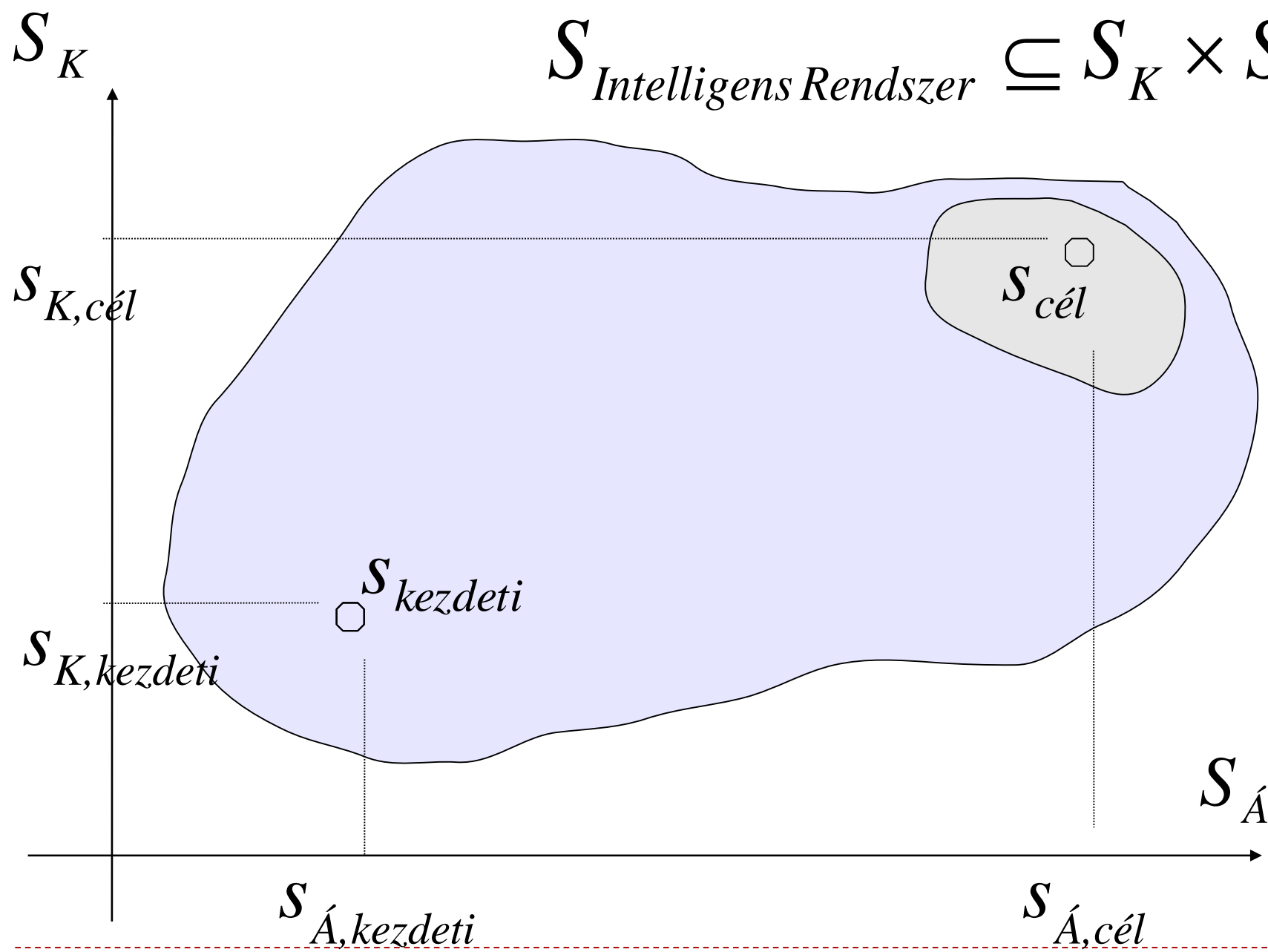
$$s_A(t) \in S_A$$



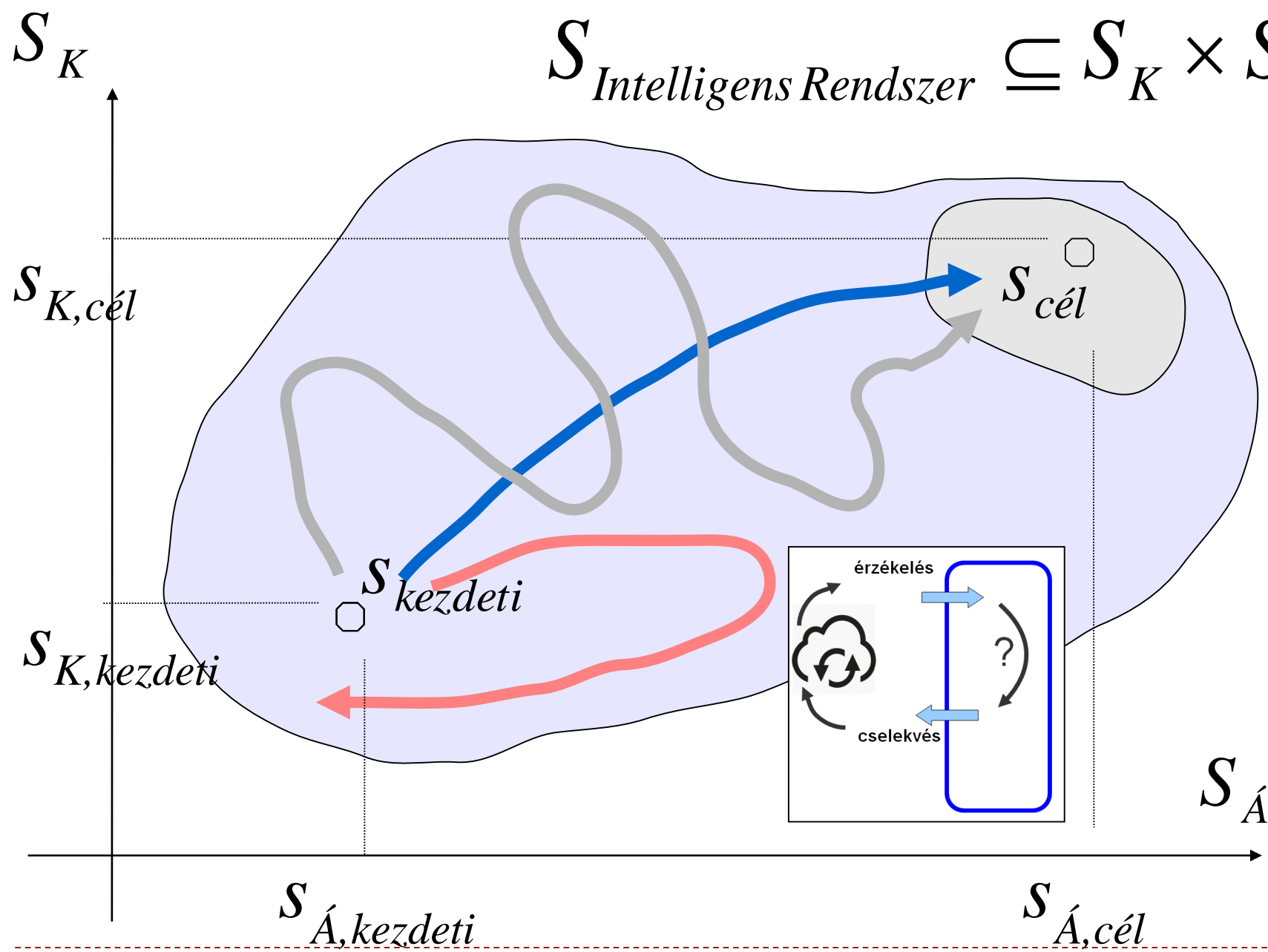
$$S_{\text{Intelligens Rendszer}} \subseteq S_K \times S_A$$



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



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



Ágens

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

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

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

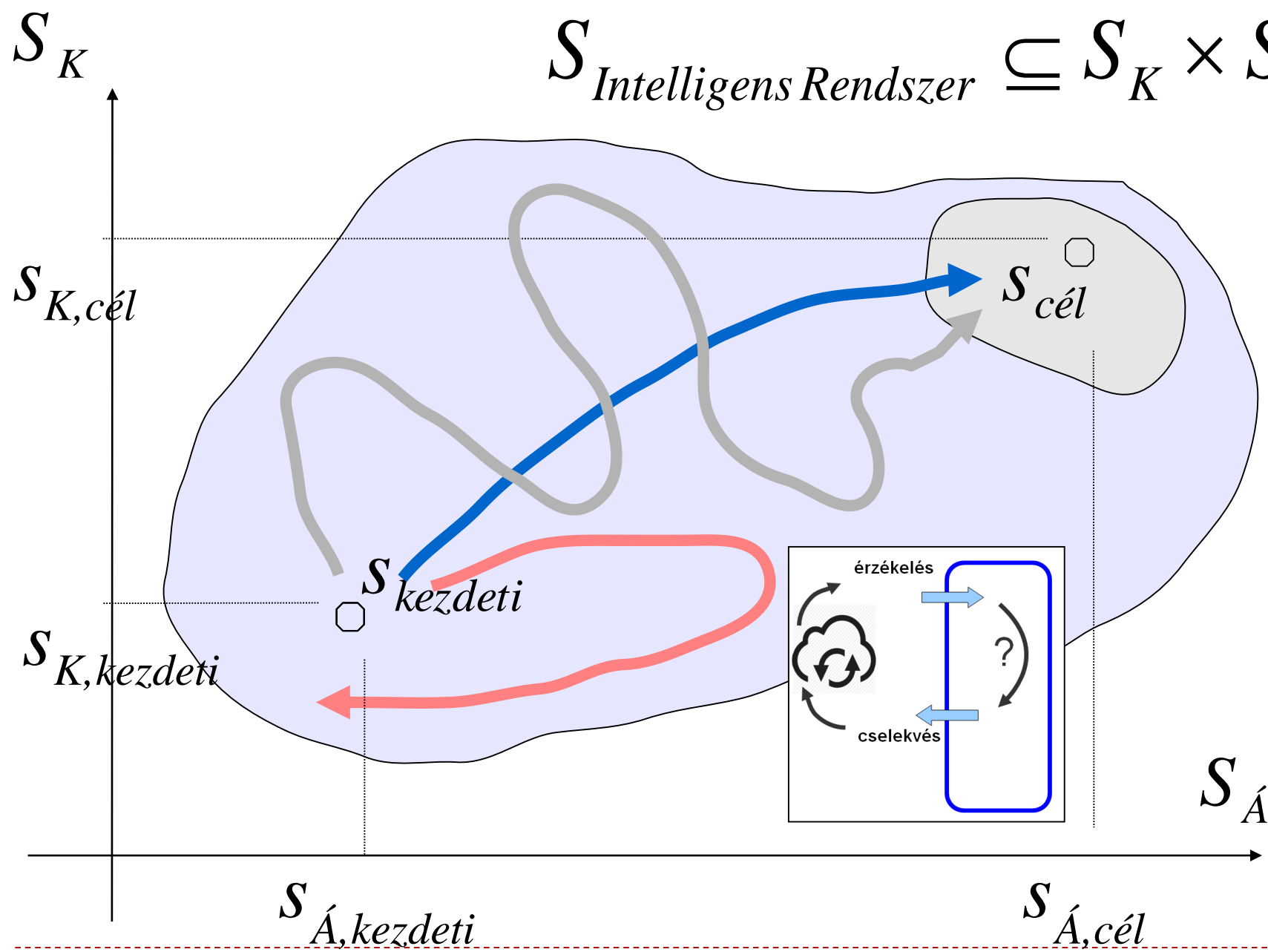
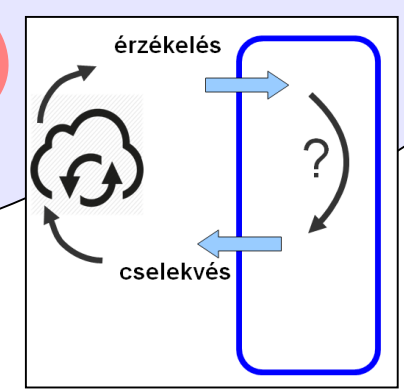


Cél és trajektória

- 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).



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

 S_K $S_{K,cél}$ $S_{K,kezdeti}$ $S_{A,kezdeti}$ $S_{A,cél}$ S_A $S_{cél}$ $S_{kezdeti}$ 

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.

