



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Villamosmérnöki és Informatikai Kar
Mesterséges Intelligencia és Rendszertervezés Tanszék



Mesterséges Intelligencia

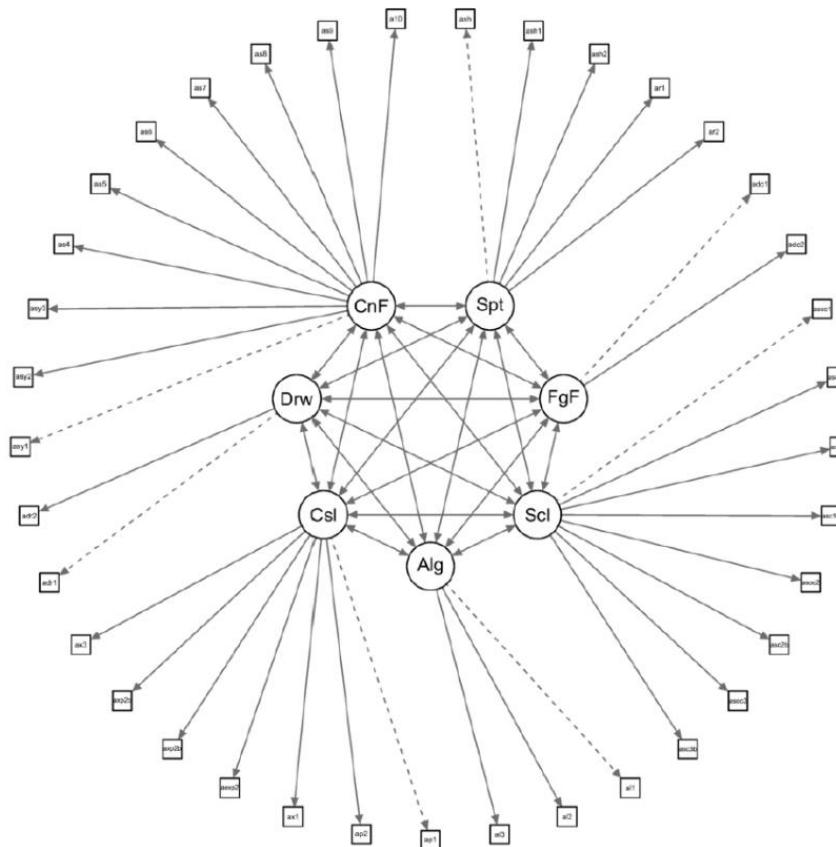
Előadó: Dr. Hullám Gábor

hullam.gabor@vik.bme.hu (Email/Teams)

Előadás anyaga: Dr. Hullám Gábor, Dr. Antal Péter, Dr. Dobrowiecki Tadeusz



Az intelligencia dimenziói



Spt = spatial ability;
FgF = figural fluency;
Csl = causal reasoning;
Alg = algebraic 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 elemezzük 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

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
(pl.: csapkopodó 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, tételebizonyítás

Számítás (keresés) alapú MI

- A Fizikai Szimbólumrendszer hipotézise: A.Newel&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

Az MI fázisai

- 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

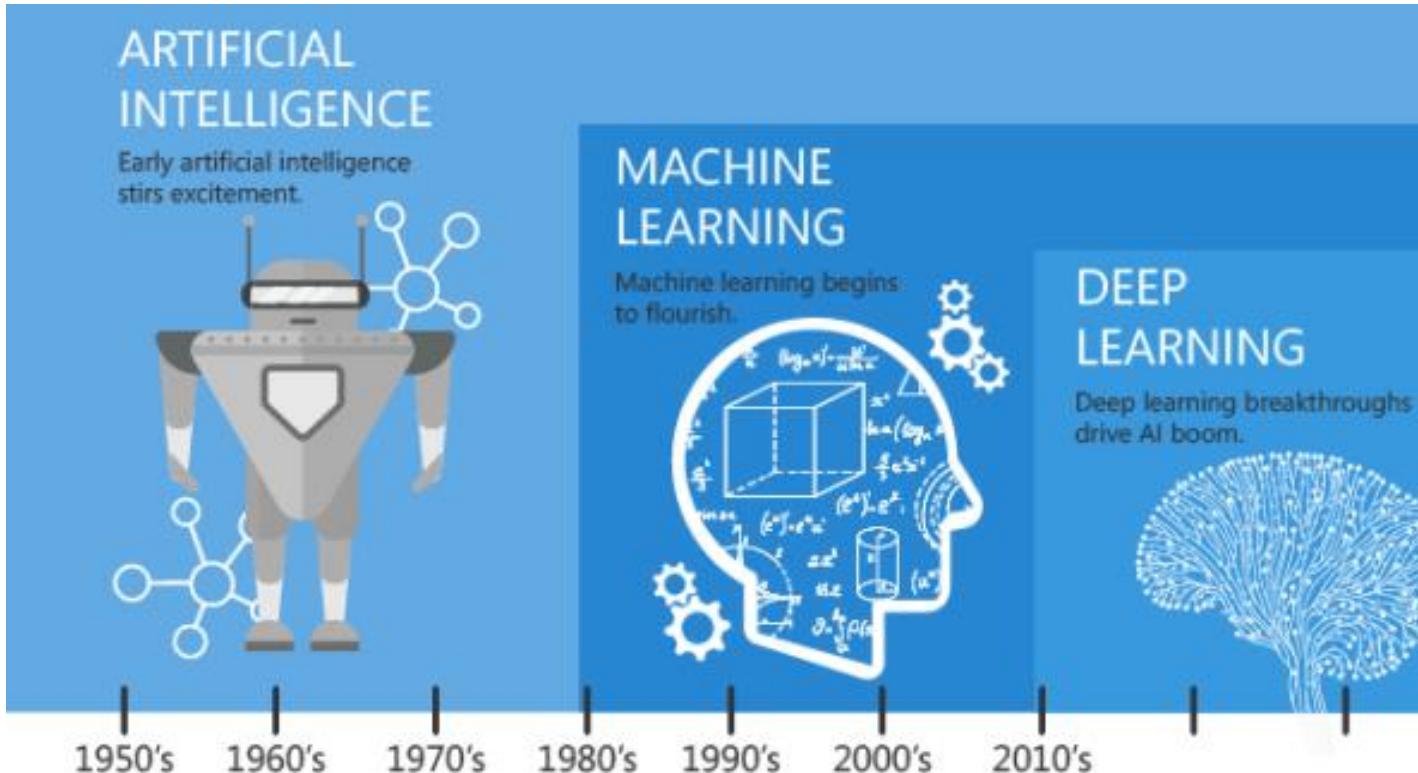
Tudásalapú MI

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

Adatvezérelt MI (2005-2015)

Autonóm tanulás alapú MI

AI - ML - DL



Az MI jóvolt korszakai

Gyenge/szűk mesterséges intelligencia

(Artificial Narrow Intelligence , Weak AI)

- intelligenciát mutat de csak egy speciális területen (sakkot játszik, arcot felismer stb.)

Erős mesterséges intelligencia (Strong Artificial Intelligence)

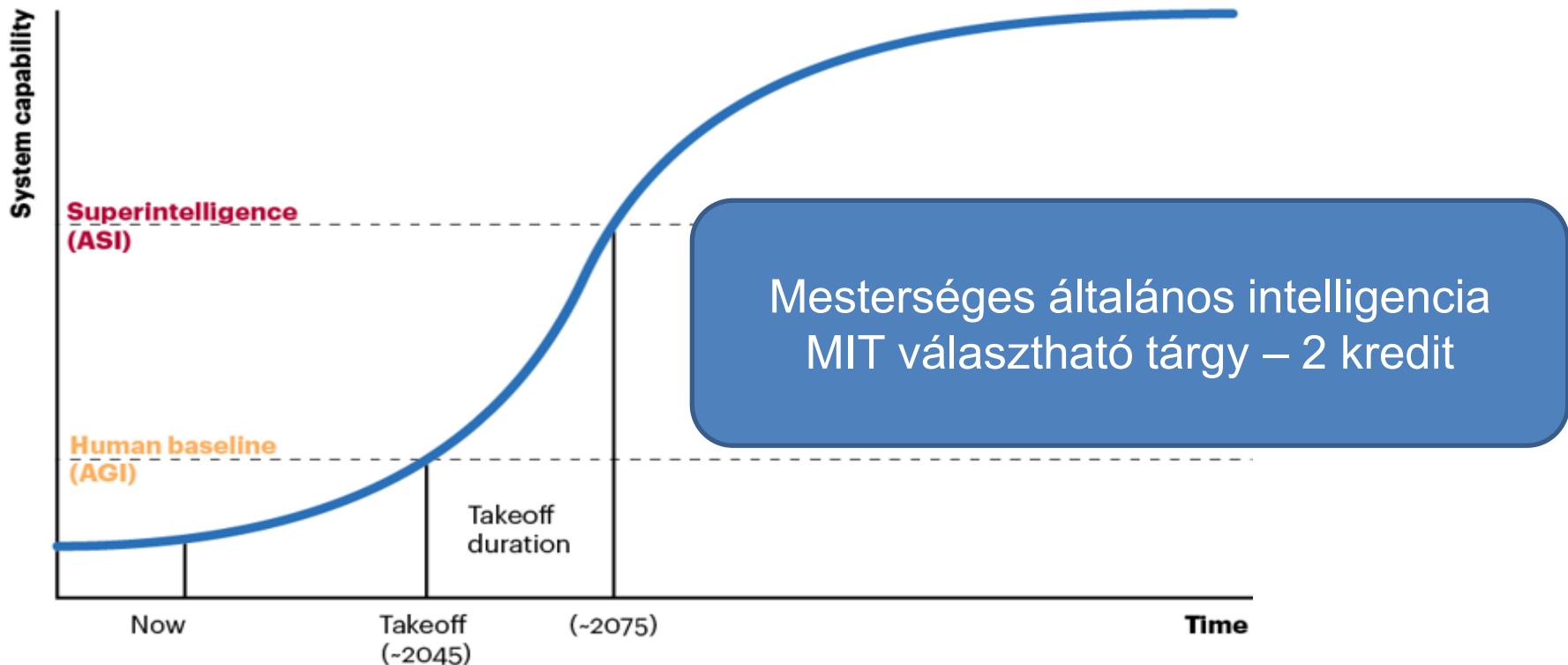
- Mesterséges általános intelligencia: az élet számos területén intelligensen viselkedik (Artificial General Intelligence)
- Gondolkodik (Human-Level AI): absztrakt gondolkodásra képes, következtet, összetett koncepciókat megért, tanul, általánosít stb.

Szuperintelligencia

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

Az MI jóslott korszakai

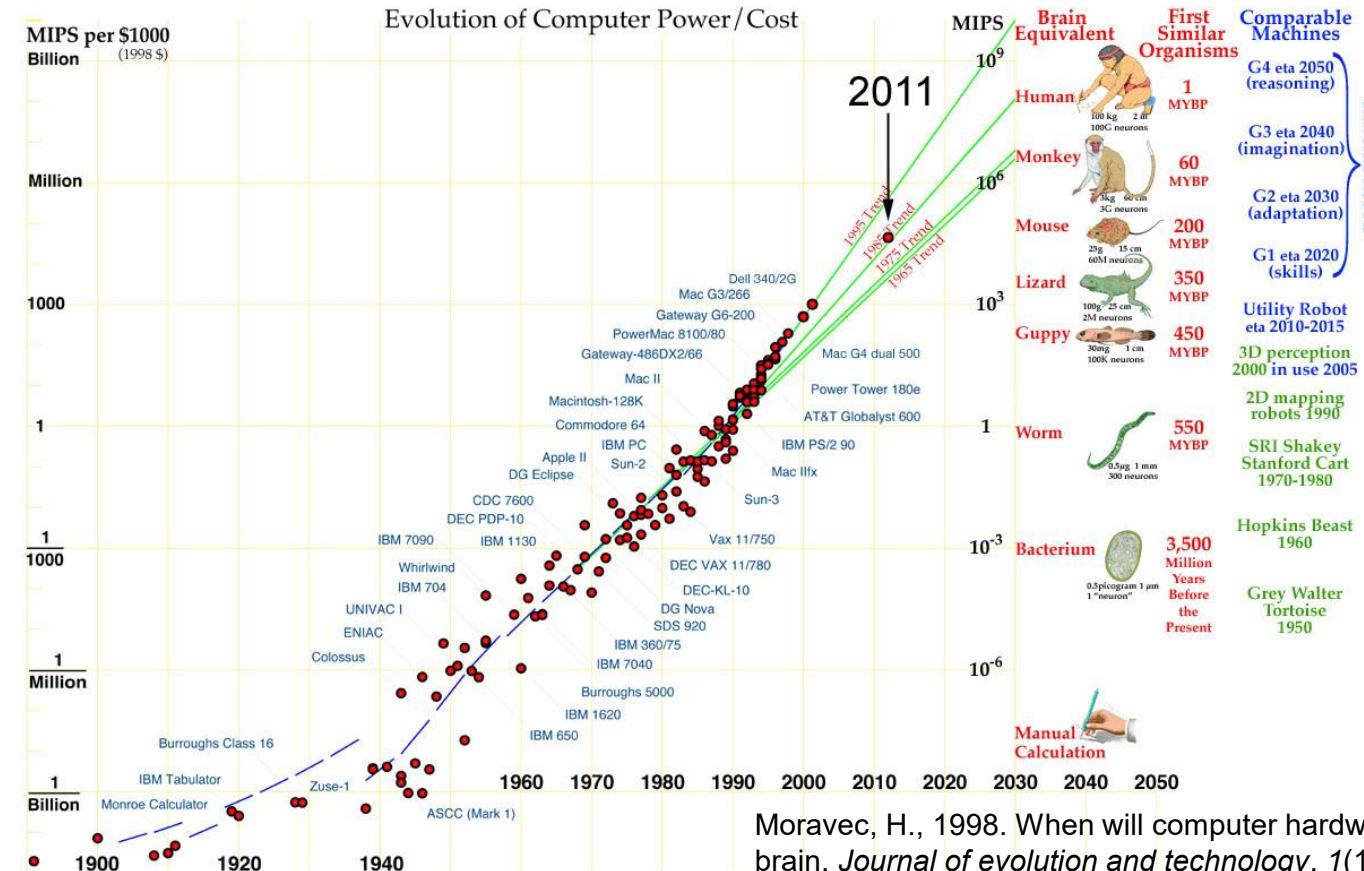
Timeline to artificial intelligence



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



Computational power vs „brainpower”

LAW OF ACCELERATING RETURNS

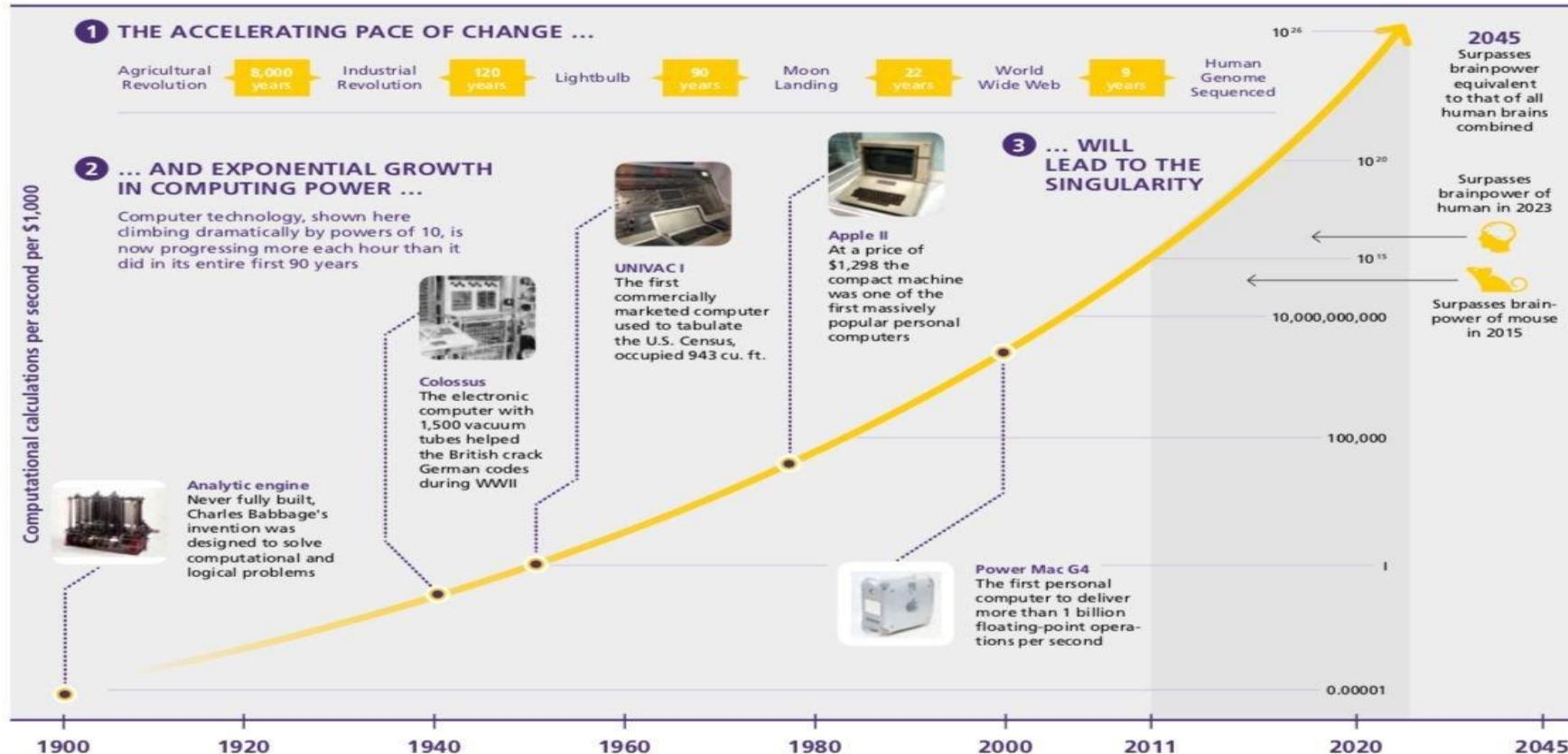
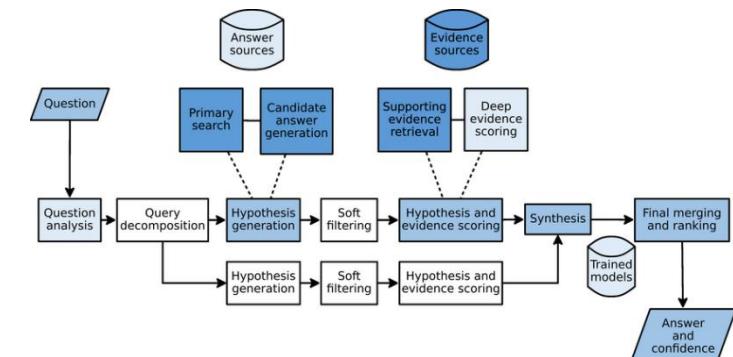


Figure 12: Ray Kurzweil's Law of Accelerating Returns depicts the exponential growth of computer processing power and technology innovations throughout history, and anticipates computers will exceed human intelligence in the future; Source: TIME / Wikipedia

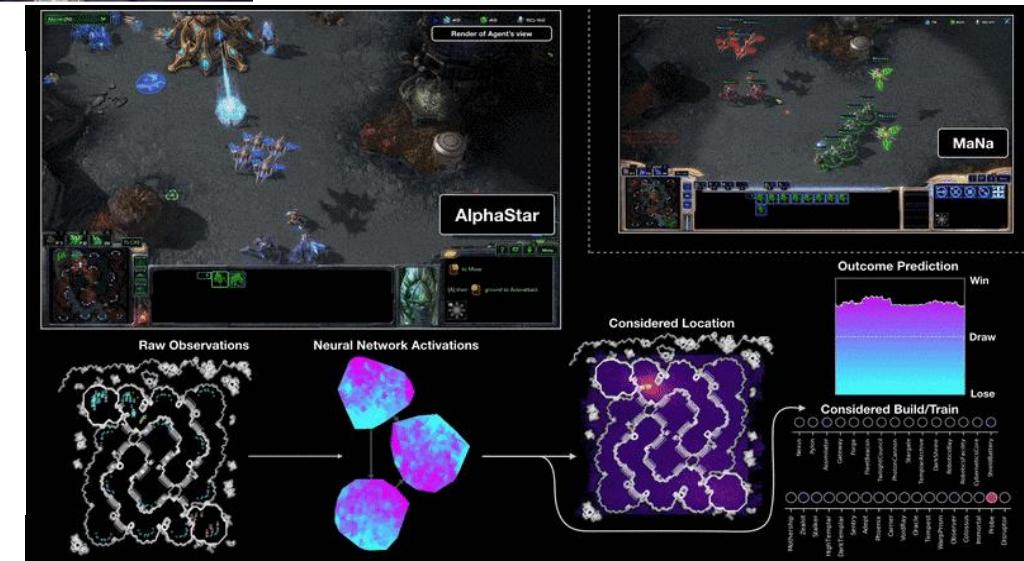
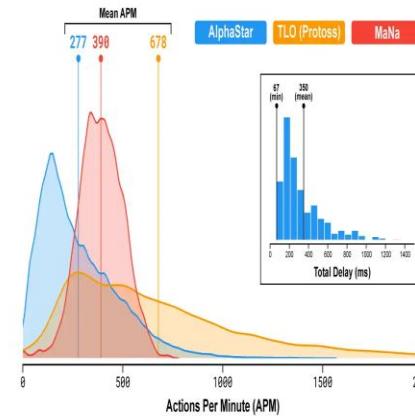
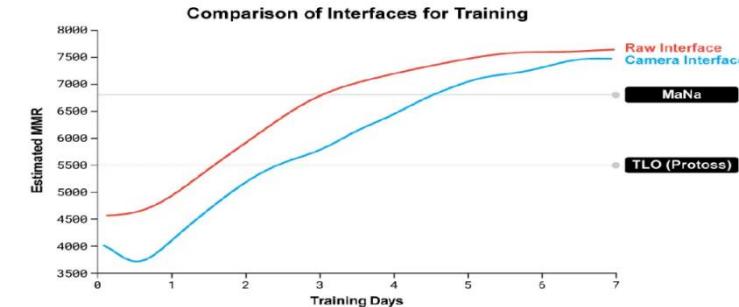
source dhl via @mikequindazzi

IBM Watson (2011): Jeopardy kvízjáték

- **IBM Grand Challenge**
 - 1997: **Deep Blue** legyőzi a G. Kaszparov sakkvilágbajnokot.
 - 1999-2006<: **Blue Gene**, fehérje struktúra predikció
 - 2011: **Watson**
 - Beszédértés
 - Következtetés
 - Játék



StarCraft2 – AlphaStar 2019



AlphaFold



DeepMind

2010



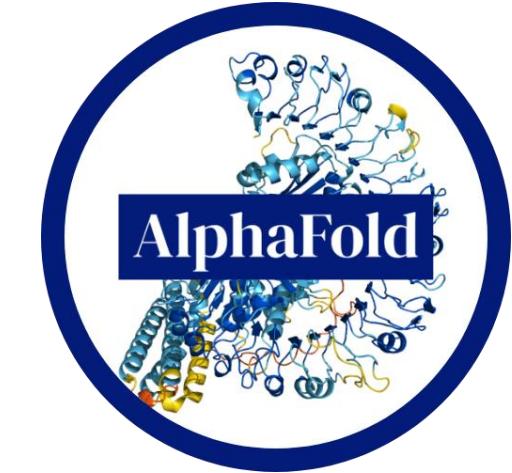
Google

2014



AlphaGo

2017



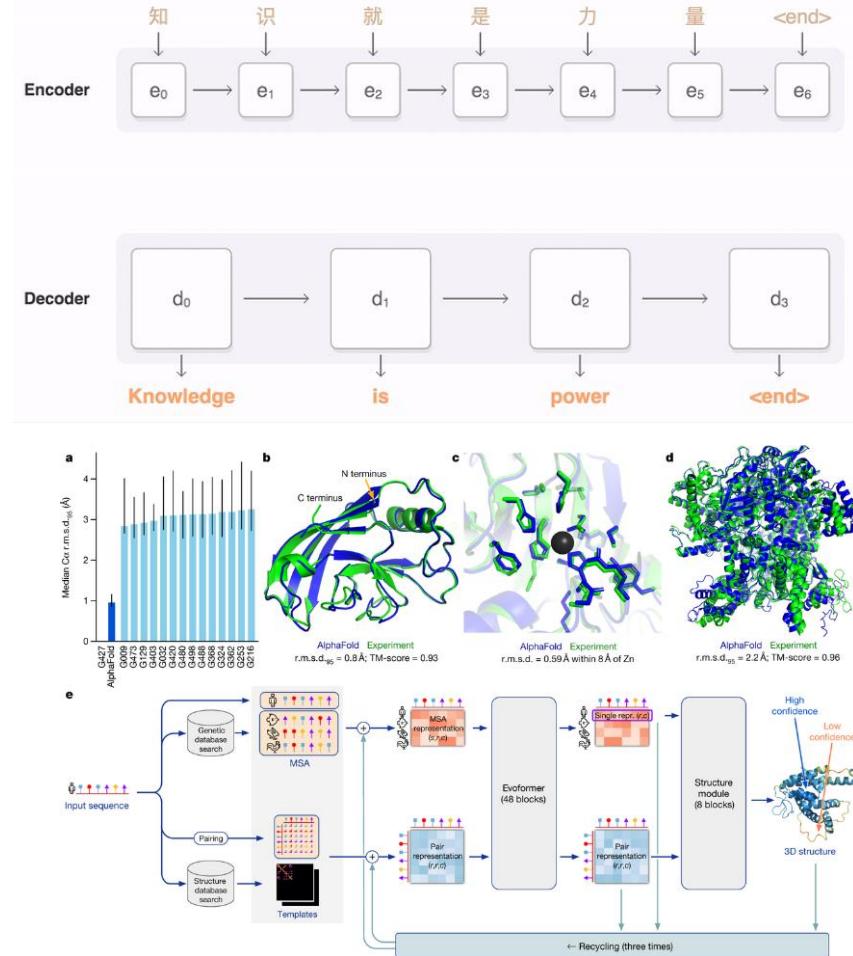
2018



2024

AlphaFold

- A DeepMind csapata felülmúltja az emberek szintjét GO-ban
- Protein Folding – az egyik legnehezebb probléma a biológiában
- Komplex hálózat
 - Transformer
 - Attention
 - Automatic formation
 - Sok kémia és fizika

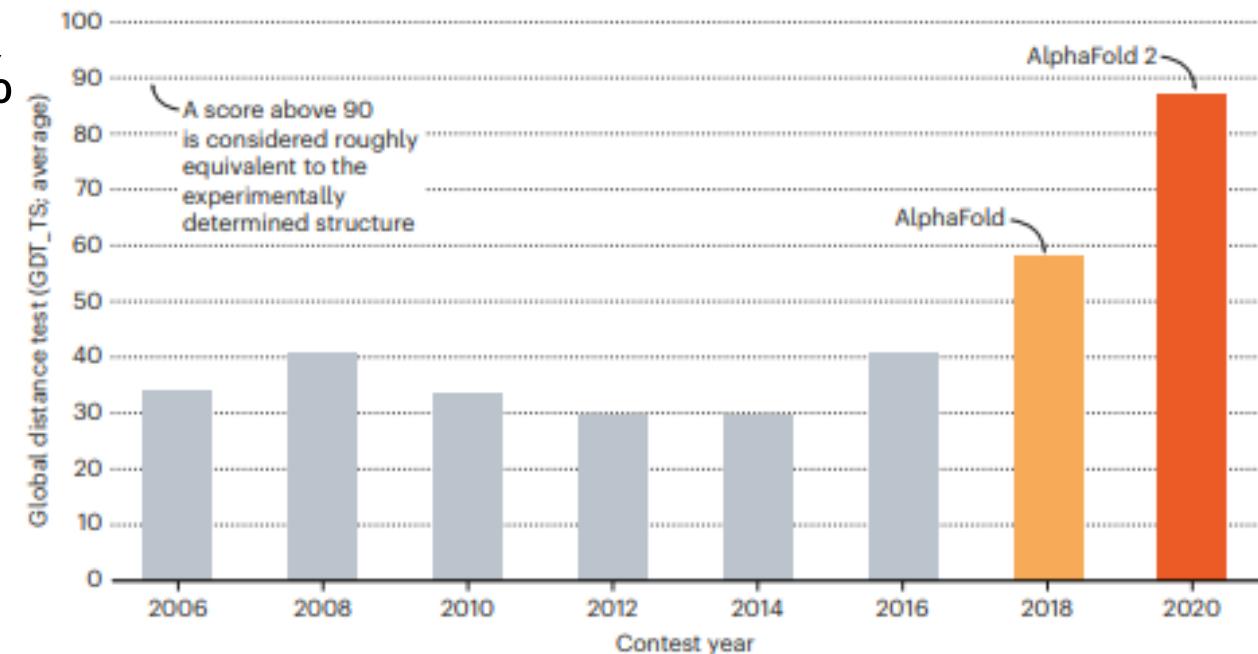


Elért eredmények

- Használhatóság szerint:
 - Semminél több: > 40%
 - Iránymutató lehet: > 50%
 - Iránymutató: > 60%
 - Használható: > 70%
 - Majdnem valós: > 90%
- 2018-ban: 60%
- 2020-ban: 85%

STRUCTURE SOLVER

DeepMind's AlphaFold 2 algorithm significantly outperformed other teams at the CASP14 protein-folding contest — and its previous version's performance at the last CASP.





Mi ezekben a
rendszerrekben
a közös?





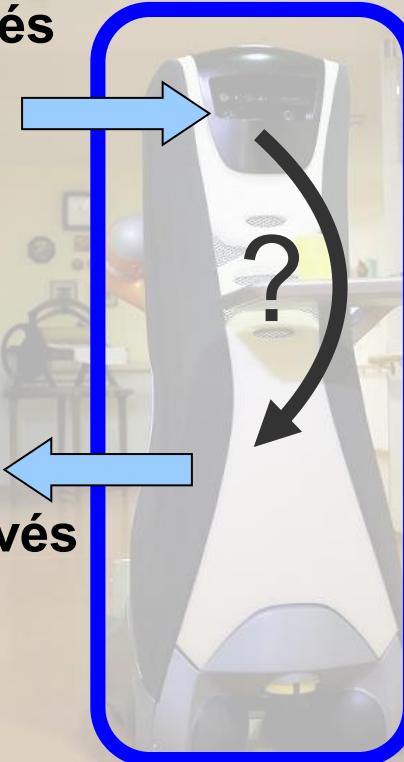
Ami kívül: az a **környezet**

Ami belül: az a **rendszer**

érzékelés



cselekvés

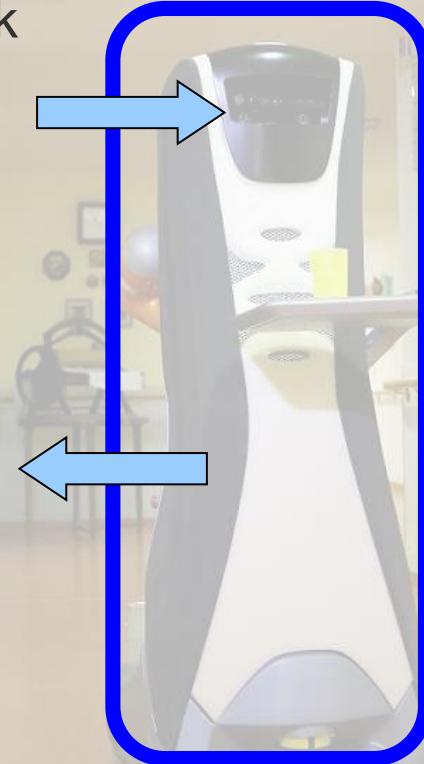


ágens

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

Ágens környezetének
 $s_K(t)$ állapotai vannak

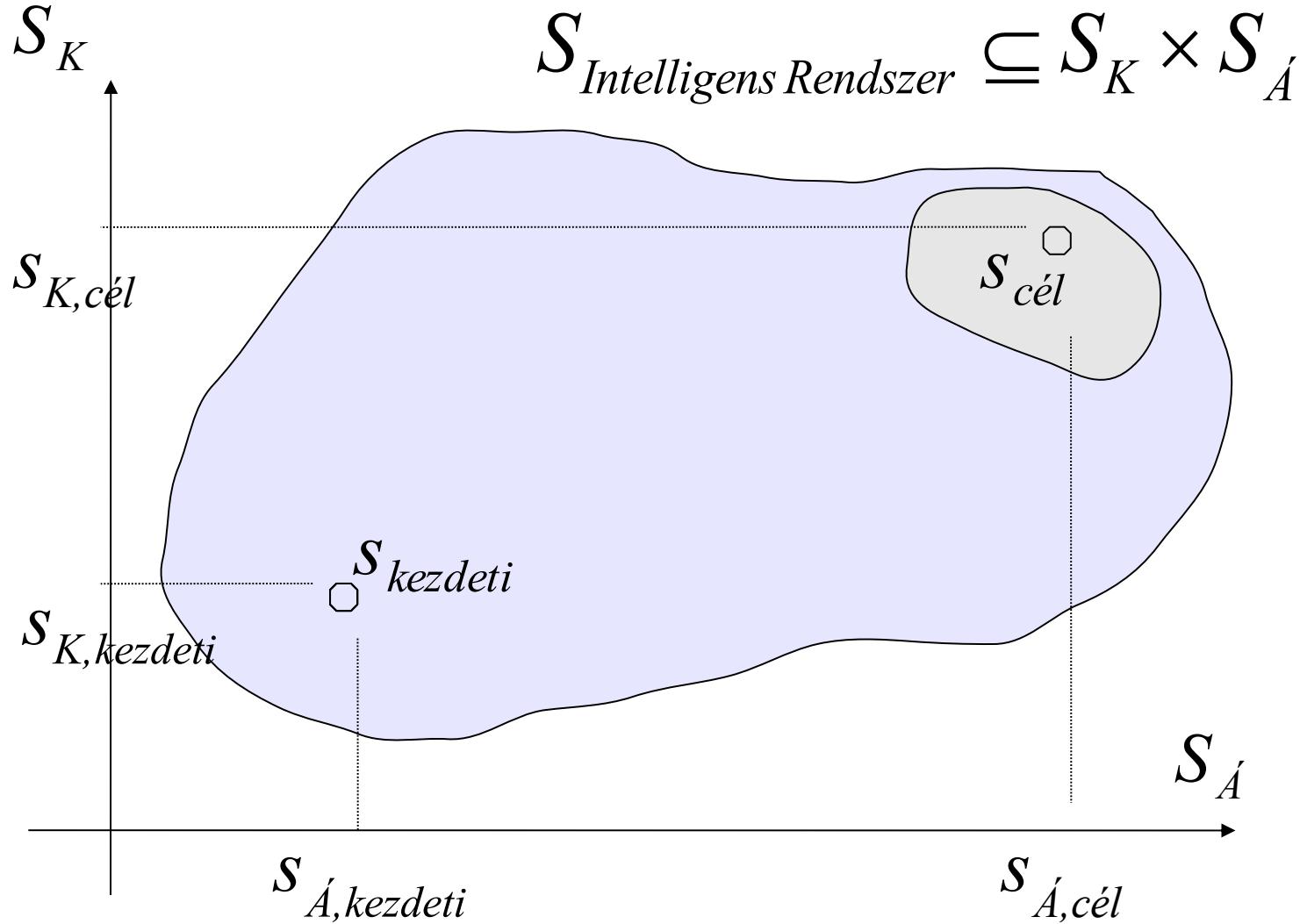
$$s_K(t) \in S_K$$

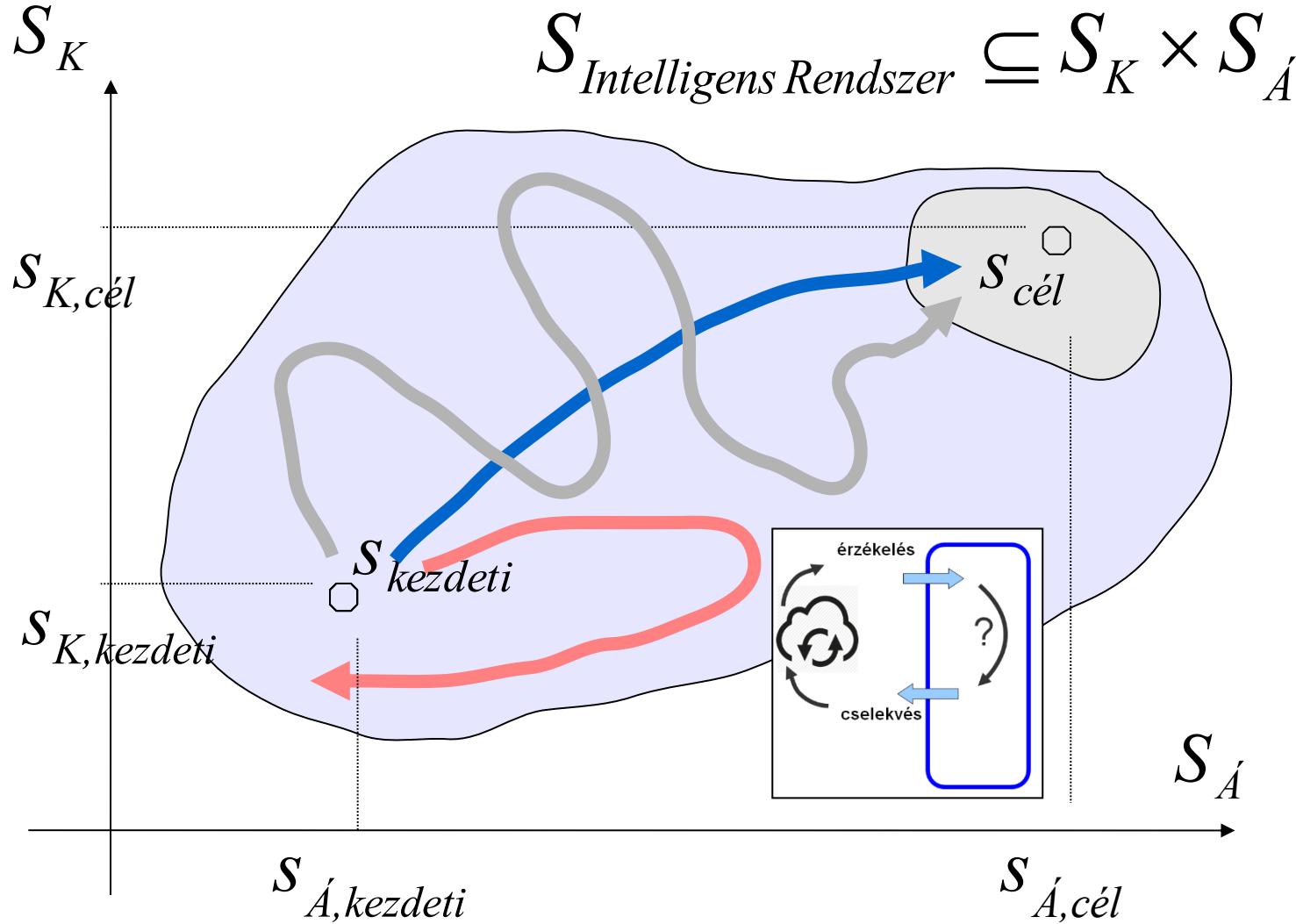


Ágensnek magának is
 $s_{\bar{A}}(t)$ állapotai vannak

$$s_{\bar{A}}(t) \in S_{\bar{A}}$$

$$S_{\text{Intelligens Rendszer}} \subseteq S_K \times S_{\bar{A}}$$



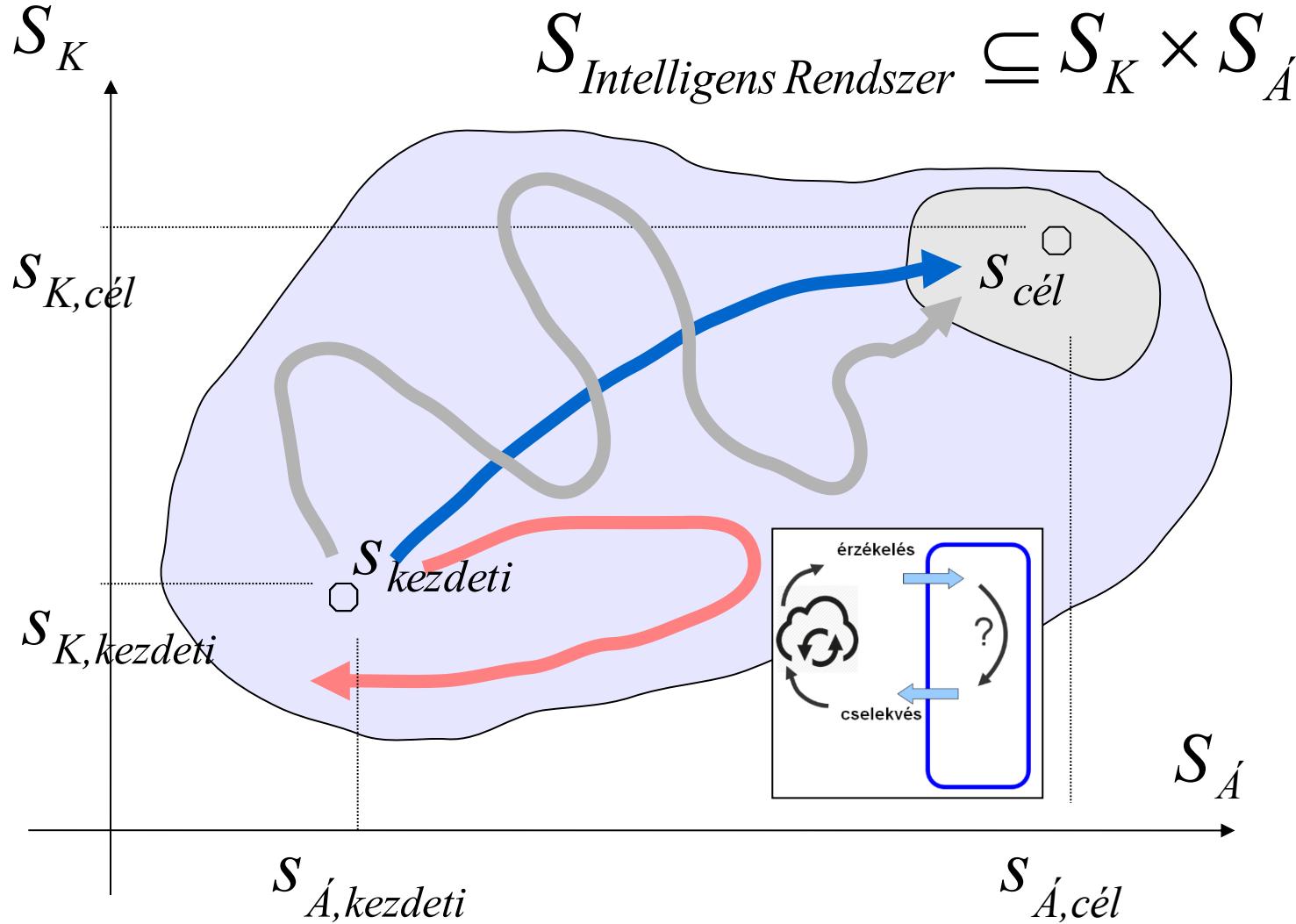


Ágens

- Az ágens egy entitás, ami érzékel és cselekszik
- Absztrakt módon megfogalmazva egy függvényt valósít meg, ami az érzékeléseket képzi le cselekvésre
 - $[f: \mathcal{P}^{\star} \rightarrow \mathcal{A}]$
- minden környezethez és feladat típushoz a lehető legjobb teljesítményű agenst 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 rationalitás lehetetlen, a számítási szükségeletek túl nagyok.
- **Korlátozott rationalitás** - 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 beavatkozóktól,
 - 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
 - determinisztikus
 - epizódszerű
 - statikus
 - diszkrét
 - egy ágens
 - kooperatív
 - nem hozzáférhető
 - nem determinisztikus
 - nem epizódszerű
 - dinamikus
 - folytonos
 - több ágens
 - versengő
- A valós helyzetek legtöbbje 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