

# Mesterséges intelligencia és kiber-fizikai gyártórendszerek

Váncza József, Monostori László

MTA SZTAKI

*AI25 @ BME VIK*

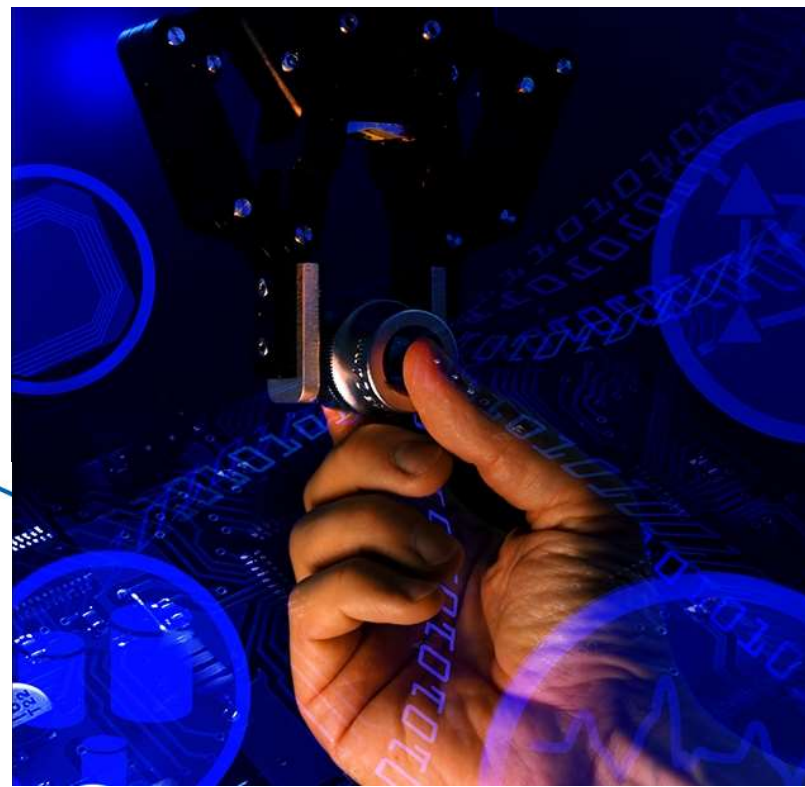
2018. Február 2.

SZÉCHENYI 2020



Nemzeti Kutatási,  
Fejlesztési és  
Innovációs Alap

BEFEKTETÉS A JÖVŐBE



# Gyártás és környezete

## ■ Rendszerek rendszere

- A. Hálózat
- B. Üzem, gyár
- C. Gép, gyártósor

## ■ Gyártás és logisztika

## ■ Termék és szolgáltatás

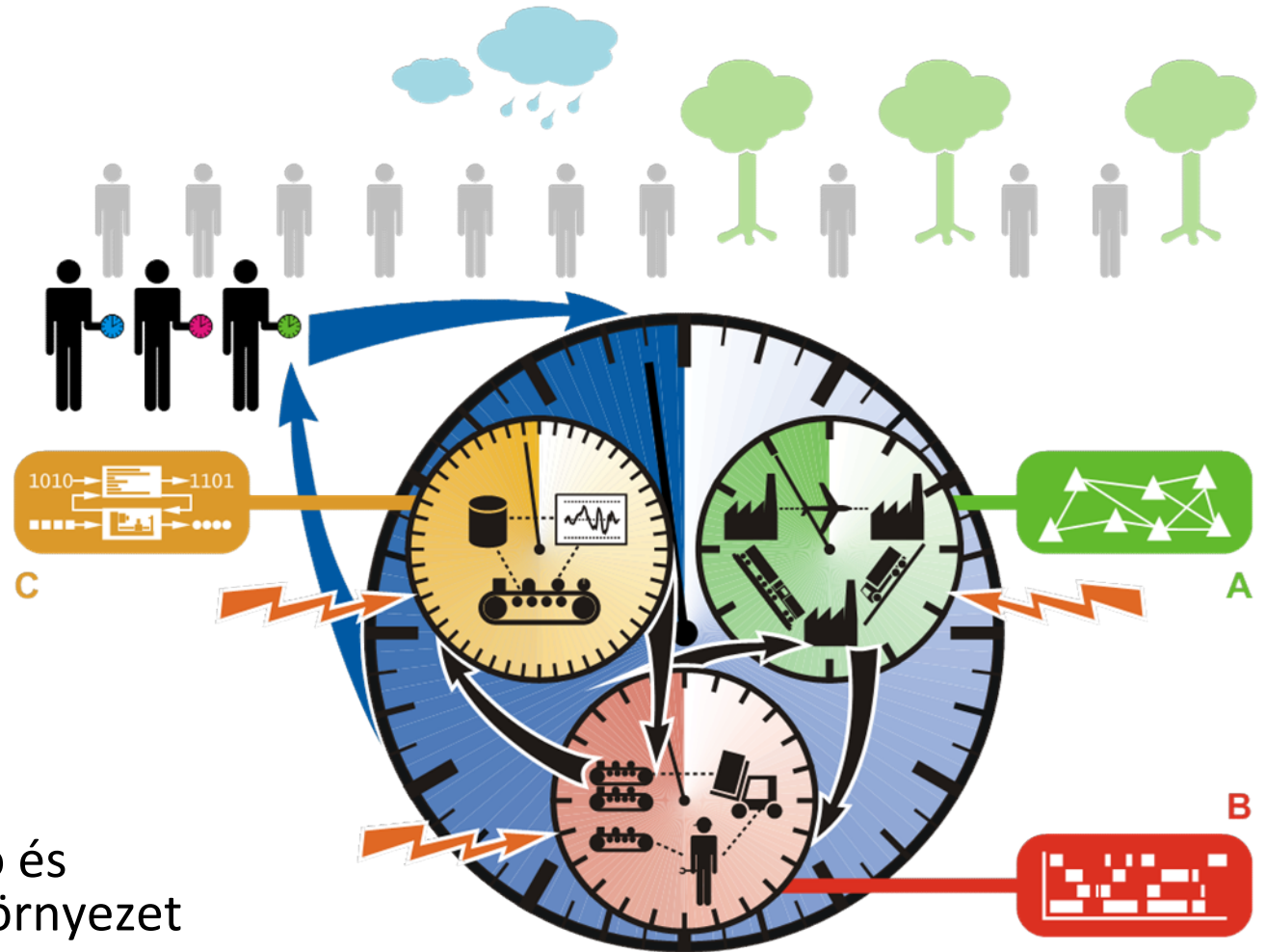
## ■ Fenntartható gyártás

- Gazdasági
- Környezeti
- Társadalmi hatások

## ■ Ember mint

- Megrendelő, döntéshozó és végrehajtó, társadalmi környezet

## ■ Soha nem látott komplexitás



[Vánca et al., CIRP Annals, 60/2, 2011]

# Mesterséges intelligencia mérnöki megközelítésben

## ■ Tudás

- Adott célok elérése érdekében sikeresen felhasználható információ

## ■ Mesterséges intelligencia (MI)

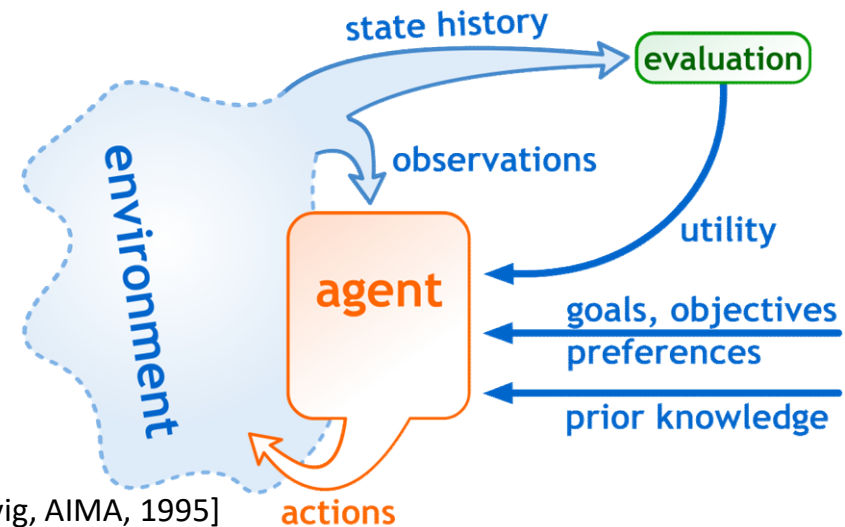
- A tudás számítástechnikai eszközökkel való megragadásának, mozgósításának, gyarapításának és átadásának lehetőségeit kutatja és valósítja meg

## ■ Természettudományos vs. műszaki megközelítés

- Megértés, magyarázat
- Tágítani az ember észlelési, információfeldolgozási, beavatkozási és kommunikációs képességeinek határait

## ■ Racionális ágens

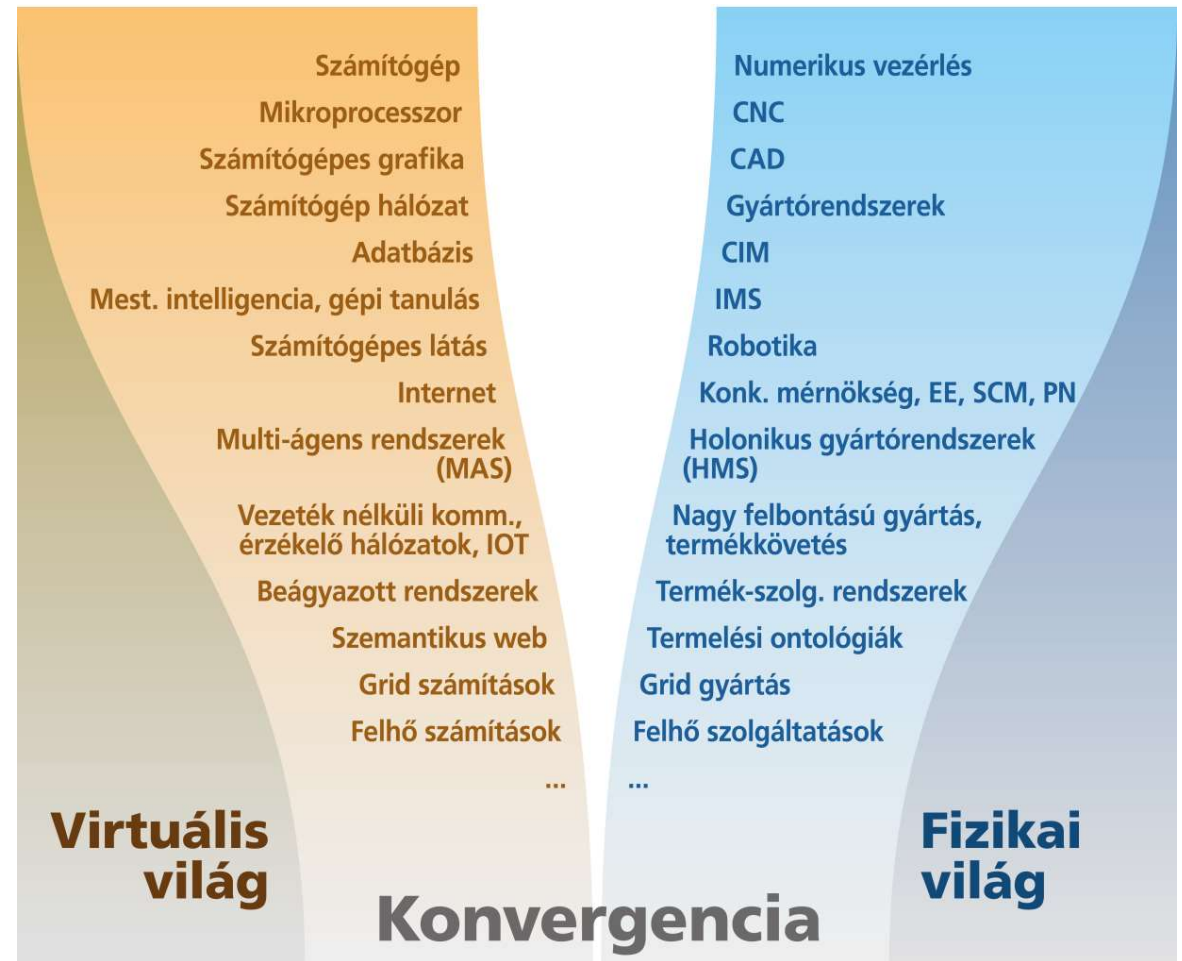
- Környezetbe ágyazott, célirányos feladatmegoldás és cselekvés
- Mindenevő
- Természetes kiterjesztések
  - Tanulás
  - Multi-ágens rendszerek
  - Korlátozott racionalitás és optimalitás



[Russell & Wefald, Do the Right Thing, 1991; Russell & Norvig, AIMA, 1995]

# Ipar 4.0: Kiber-fizikai gyártórendszerek

- Az ipar digitalizációja
- Párhuzamos, konvergáló fejlődési folyamat új fázisa
  - Gyártás- és menedzsment tudományok
  - Számítástudomány, ICT, MI
  - CNC, CAD, CAPP, PLM, MRP, ERP, BI, CRM, MES, SCM, MOM, EQMS, TQM, BPM, PSS, ...
- *Cyber-Physical Production Systems, Industrial Internet, Industrie 4.0, Connected Smart Factory, Ipar 4.0*
- Fő jellemzők
  - Okos (*smart*) termékek és rendszerek → az ember az értékteremtés központjában
  - Digitális hasonmás és valós rendszer állandó megfeleltetése
  - Elosztott, hálózatban működő elemek

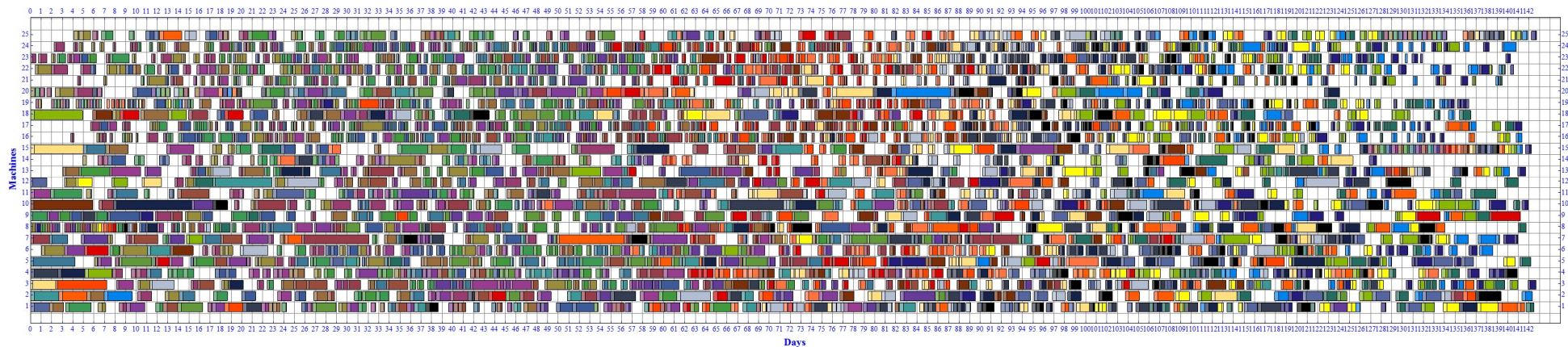


[Monostori et al., CIRP Annals, 65/2, 2016]

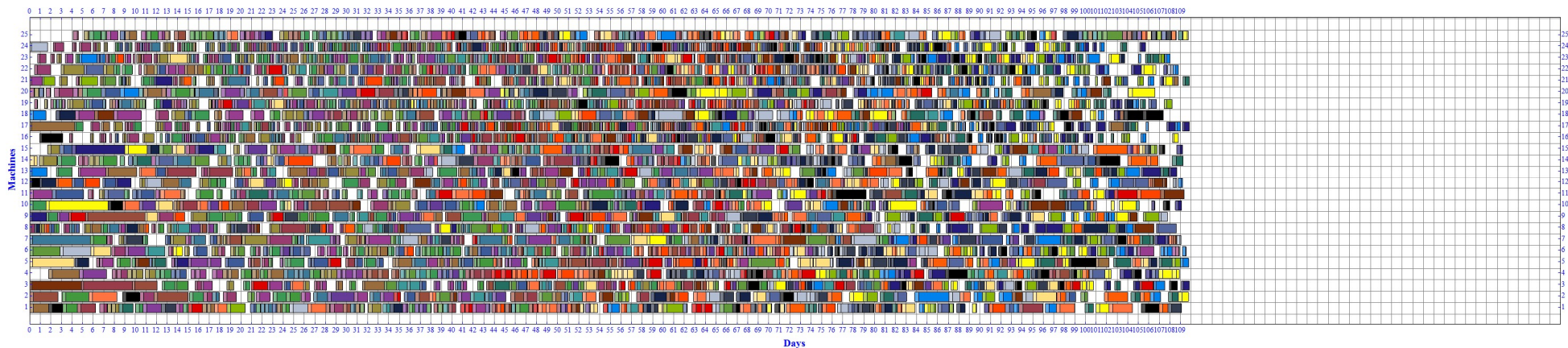


# Ütemezés – keresés

- Ütemterv heurisztikus megoldóval
  - Időbeli, technológiai, erőforrás, készlet és belső logisztikai korlátozások betartásával



- Ütemterv erőforrás kiegyenlítéssel és tabu kereséssel (10K iteráció)



# Ütemezés – korlátozás kielégítés

■ Felhasználó központú: intelligens vs. okos megoldás

■ Munkafolyamatot támogat

■ Felület

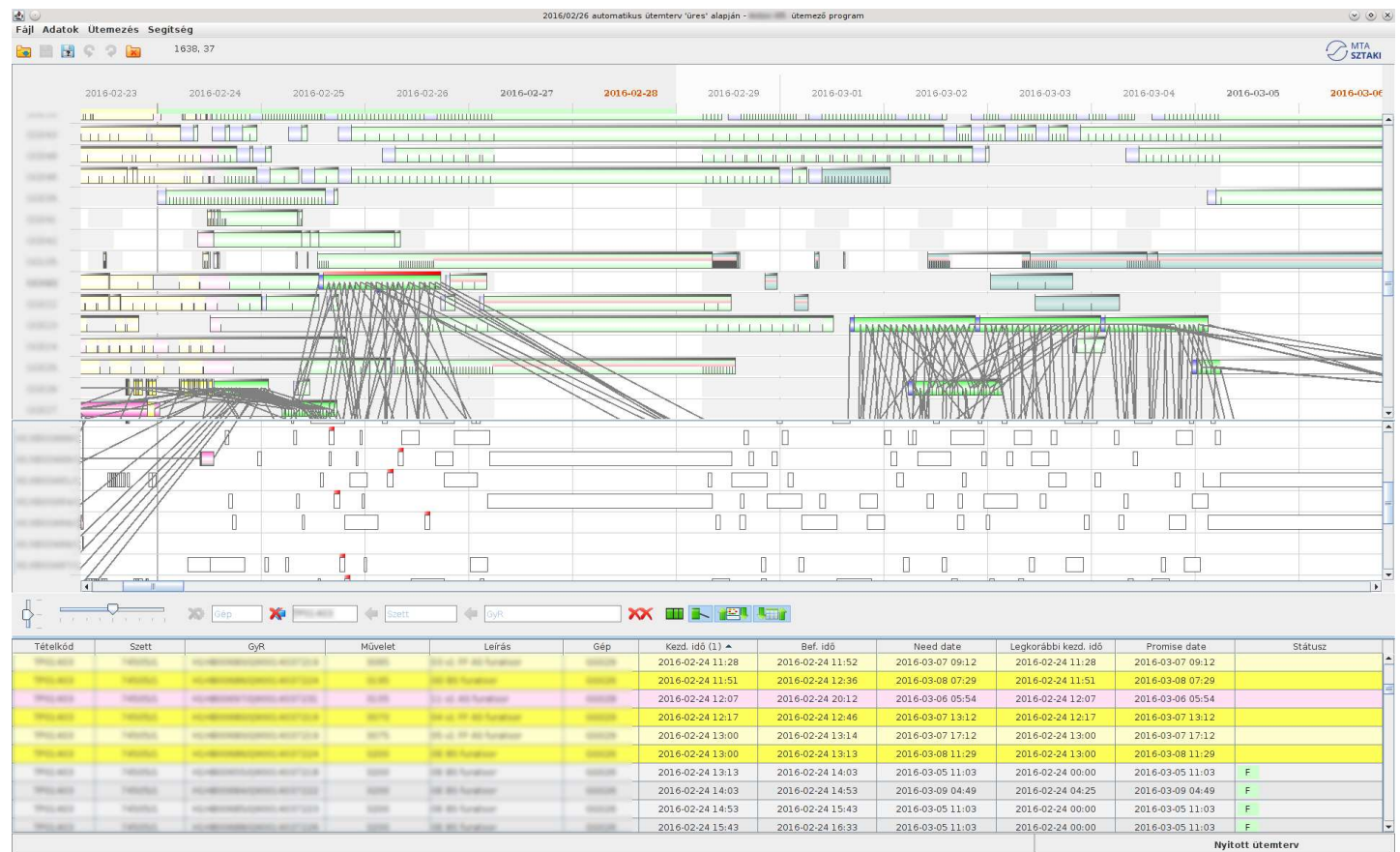
■ Betartatja a felhasználóval a korlátozásokat

■ Rövid válaszidő

■ Intuitív

■ Többféle nézet

■ Nincs „ingyen ebéd”





# Technológiai tervezés (CAPP)

■ Átjárás két világ között: termékek tervezése → gyártása

■ Dekompozíció

■ Lokalitás -- *feature*

■ Hierarchikus

■ Fő problémák

■ Sokféle szakismeret

■ Ellentmondások és komplexitás

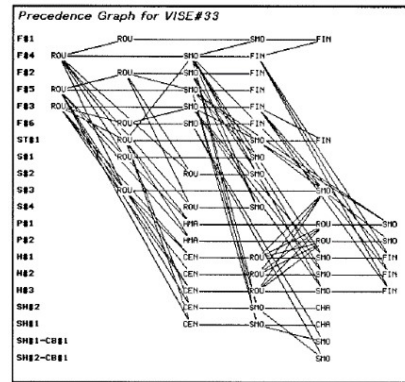
■ Az automatizálás leggyengébb láncszeme

■ Területek

■ Megmunkálás, hajtogatás, szerelés, lézeres hegesztés

■ MI módszerek

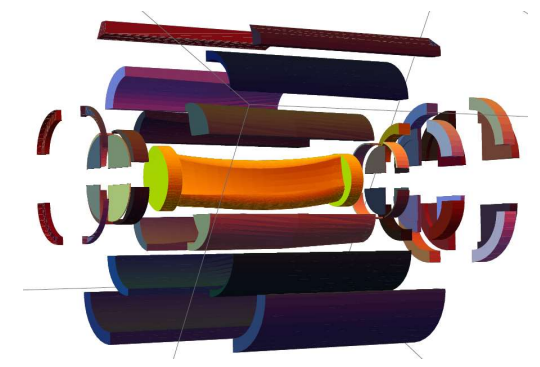
■ Szemantikus hálók, szabály- és eset-alapú következtetés, GA, **korlátozás** programozás, preferenciák, geometriai következtetés



	Machine Name	Volume	speed	Setup time	Machine change time
	M3_axis_Machining_Center	100		3000	3000
	M5_axis_Machining_Center	100		4500	4000

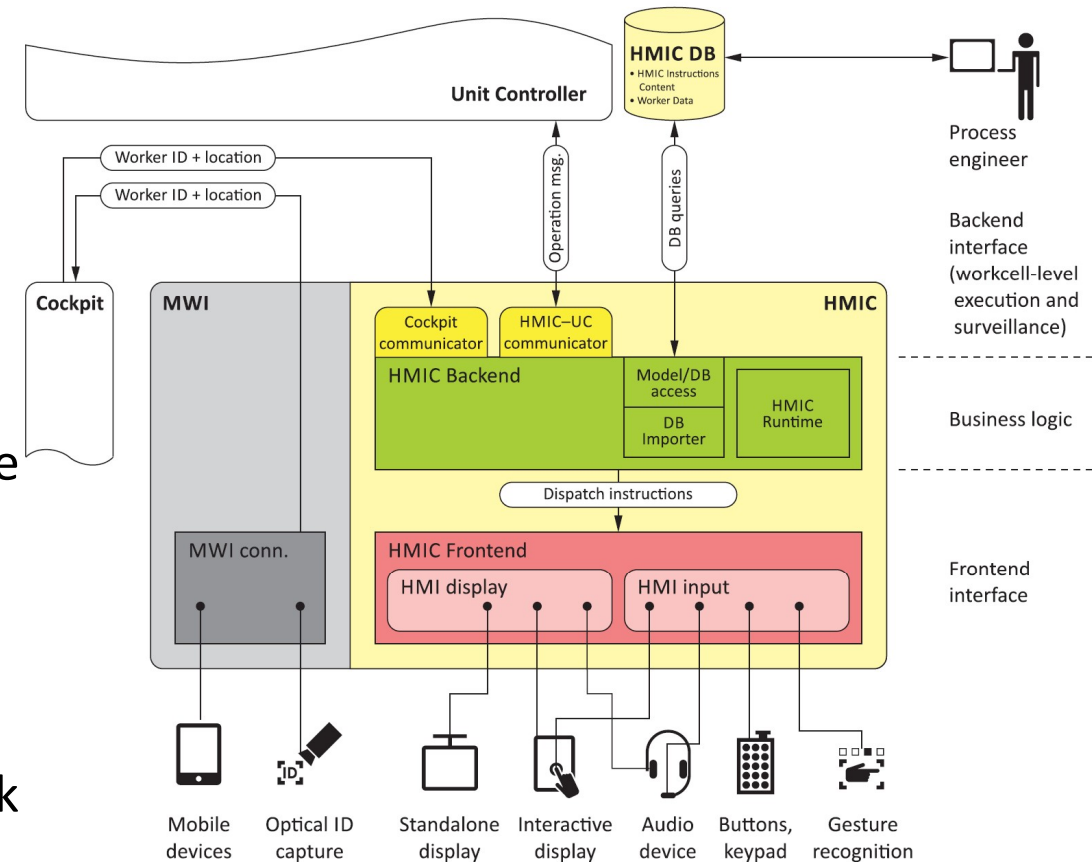
  

	No	i	j	VP name	Machine name	Setup	Proc time	Feature						
Multi	1	1	1	db1_14	Turning_Machine	setup_1	1923.1							
	2	1	1	db1_15	Turning_Machine	setup_1	1447.77							
	3	1	1	db1_16	Turning_Machine	setup_1	324.631							
	4	1	1	No	VP name	Machine name	Setup	Proc time	Feature					
	5	1	1	9	1	2	db1_10	Turning_Machine	setup_2	239.637				
	6	1	1	10	1	2	db1_11	Turning_Machine	setup_2	154.308				
	7	1	1	11	1	1	No	i	j	VP name	Machine name	Setup	Proc time	Feature
	8	1	1	12	1	1	15	2	1	db2_14	M5_axis_Machining_Center	setup_1	5459.93	
							16	2	1	db2_15	M5_axis_Machining_Center	setup_1	1729.72	
							13	1						
							14	1						
							17	2						
							18	2						
							19	2	2	db2_12	M5_axis_Machining_Center	setup_2	294.372	
							20	2	2	db2_13	M5_axis_Machining_Center	setup_2	396.197	Proc time: 691 [sec]



# Ember-robot együttműködés

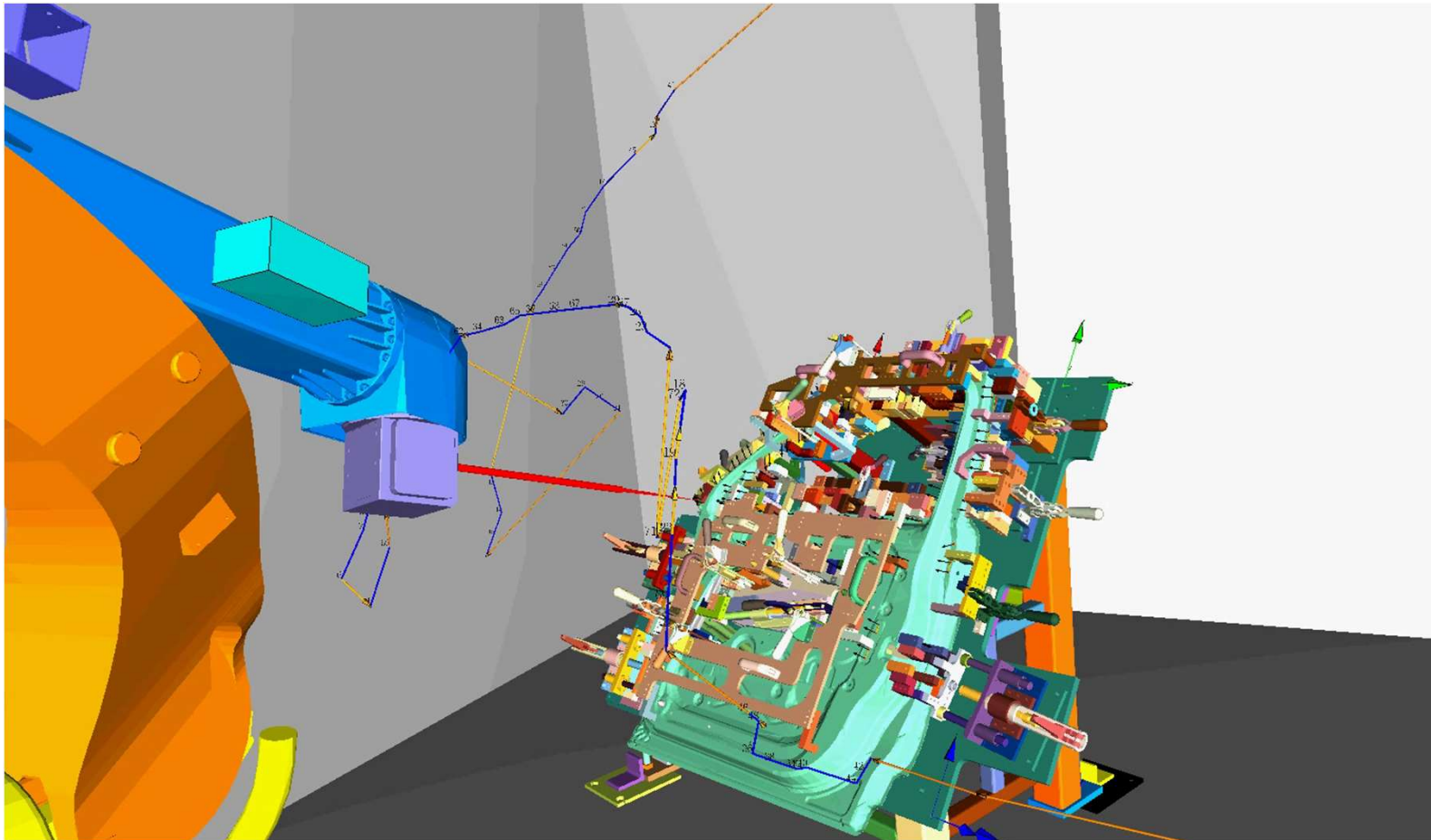
- Potenciális *game-changing* technológia
  - Monotonitás, gyorsaság, pontosság vs. rugalmasság, alkalmazkodás
  - Kis méretekben is megengedhető (KKV)
- Fő problémák
  - Biztonságos ember-robot együttműködés
  - Rosszul strukturált környezet érzékelése és értelmezése
  - Együttműködés, modularitás, gyors kommunikáció
  - Intuitív interfészek, *zero-programming*
  - Modellezés és szimuláció pontosságának növelése - digitális iker





# Lézeres távhegesztés – digitális ikermodell

- Mérnöki döntések támogatása: CAD modellettől a végrehajtható robot programig
- Kalibrálás, adaptálás, szenzorok, visszacsatolás, adaptív kontrol is szükséges



# DI felépítése és adaptálása – *log mining*

## ■ Kapacitástervezés támogatása félvezetőgyártásban

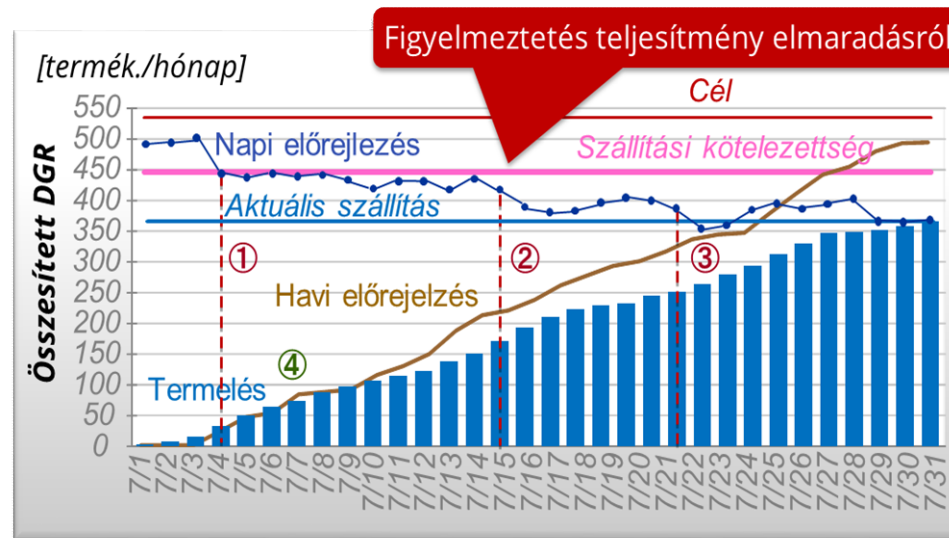
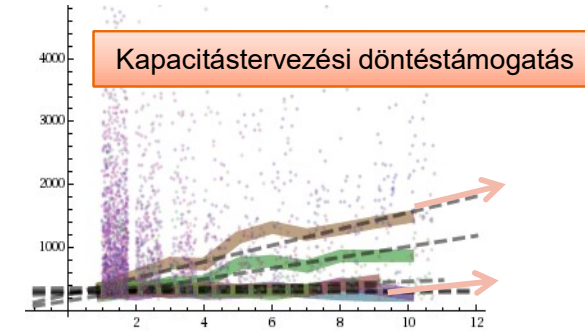
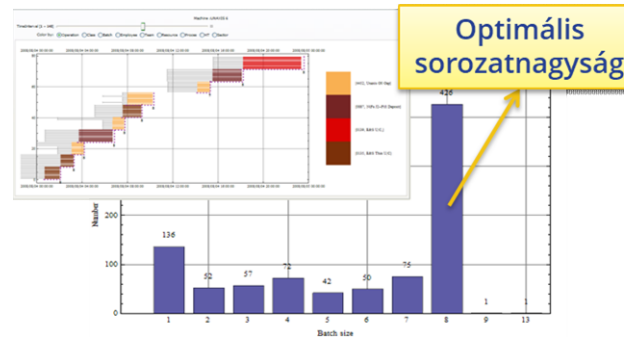
- Modell felépítése hiányos és hibás termelési adatokból
- Csak *Big Data*

## ■ Készletek monitorozása, terheléselosztás figyelése

## ■ „Mi lenne, ha ...?” típusú vizsgálatok, vészforgatókönyvek tesztelése:

- Sorozatnagyságok
- Feldolgozási idő
- Erőforrás terhelés
- Termelési kihozatal
- Átlagos meghibásodási és javítási idők

## ■ Nemzetközi szabadalmak



DGR – Daily Going Rate (napi kihozatal)

### Nem tervezett leállítás:

- ① Forgácsoló üzem
- ② #2 gyártócella
- ③ #5 gyártósor

### Tervezett leállítás:

- ④ #5 gyártósor

# Megosztott gyártás

## ■ Üres erőforrások megosztása autonóm gyárak között

- Biztonságos kommunikációs csatornák
- *Central Collaboration Space*
  - Igények és kapacitások illesztése

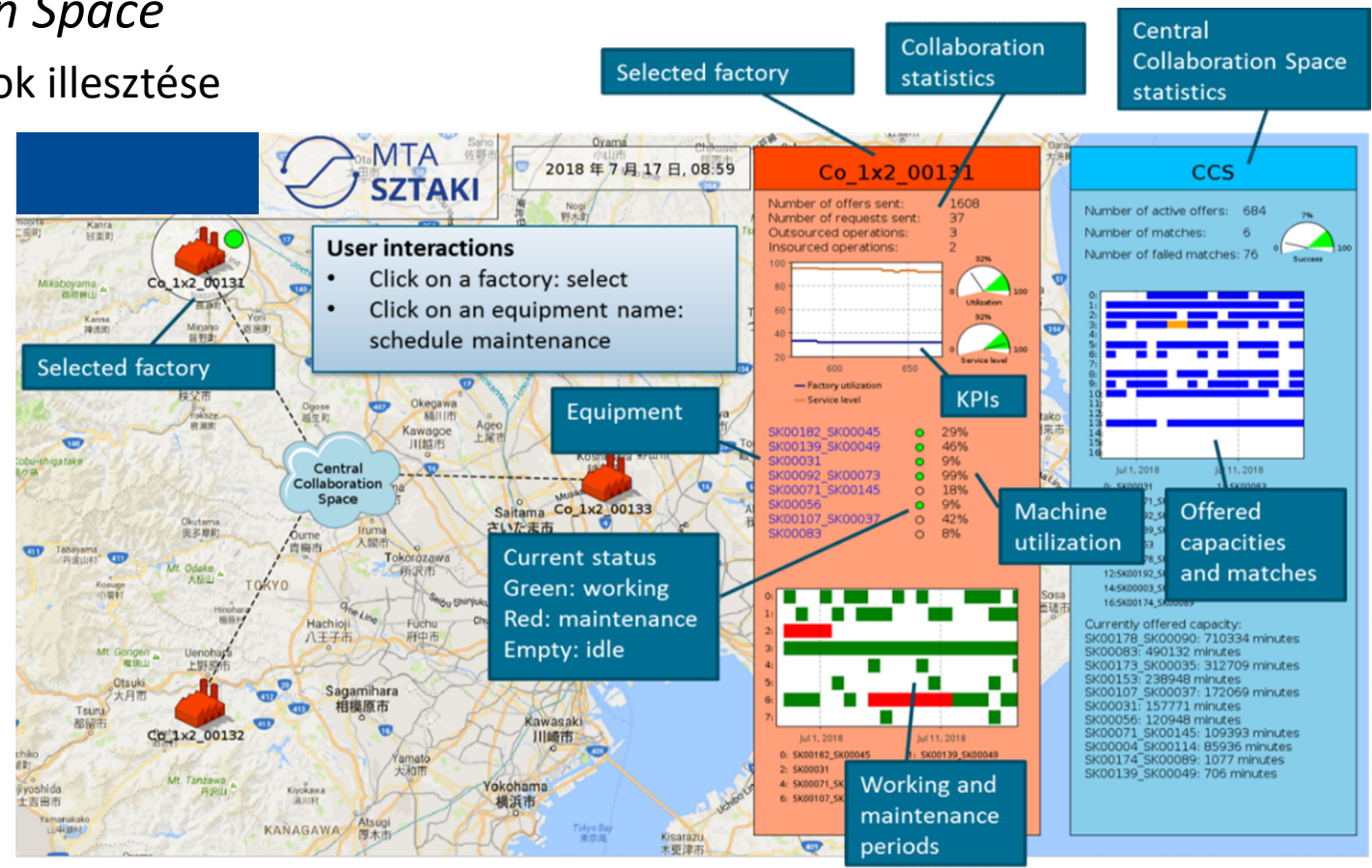
## ■ Lokális tervezés és döntés

## ■ Feltevések: van

- Közös nyelv
- Bizalom
- Elkötelezettség

## ■ Nagy méretekben hatékony

## ■ CEBIT 2017



# ... forradalom? Ellentétes követelmények

---

- Információbőség, *big data*
- Tudásreprezentáció
- Modellezés, digitális iker
- Kommunikáció
- Nyitottság, adat megosztás
- Autonómia
- Kibontakozás, önszerveződés
- Alkalmazkodás, robusztusság
- Robotika, automatizálás
- Kooperáció, közjó
- Bizonytalanság, értelmezés
- Sokféle forrás, együttes használat
- Egyeztetés, konfliktus feloldás
- Hitelesség, bizalom
- Privát adatok, biztonság
- Garantált helyes globális működés
- Optimalizált működés
- Tervezett struktúrák
- Rugalmasság
- Piaci verseny, önérdék



# Ipar 4.0 Nemzeti Technológiai Platform

- Kezdeményezések világszerte
  - **Industrie 4.0 (DE)**
  - Průmysl 4.0 (CZ)
  - Alliance Industrie du Futur (F)
  - The Catapult Programme (UK)
  - Industrial Internet Consortium (US)
  - Smart Connected Factory (Korea)
  - Robot Revolution Initiative (J)
  - ...
- Ipar 4.0 Nemzeti Technológiai Platform
  - <https://www.i40platform.hu/>
- 7 munkacsoport
- Hazai I4.0 felmérés és stratégia
  - <https://survey.sztaki.hu/index.php/178863?lang=hu>



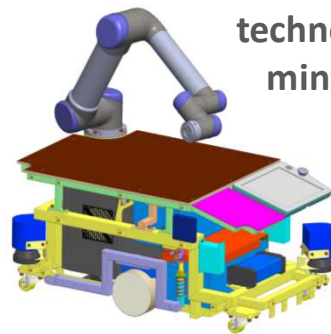
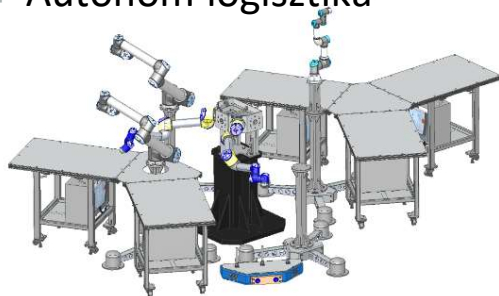
# EPIC Kiválósági Központ

## ■ H2020 Teaming: Centre of Excellence for Production Informatics and Control

- 2017-2024
- MTA SZTAKI, Fraunhofer Gesellschaft, BME
- Kiemelt lehetőség H2020 és hazai ipari digitalizációs K+F+I projekt együttműködésekre

## ■ 14.0 teszt környezetek

- Budapest és Győr
- Ember-robot kollaboráció
- Autonóm logisztika



Kooperatív és adaptív termelési hálózatok

RF1

Szituáció-tudatos, erőforrás-hatékony és robusztus termelés-tervezés és irányítás

Robusztus, kooperatív irányítás kiber-fizikai gyártórendszerekben

RF6

RF2

Adaptív, modulárisan összekapcsolható szerszámgépek és gyártórendszerek

RF7

RF3

Kollaboratív robotok, ember robot együttműködés

RF5

Rugalmas gyártórendszerek legújabb technológiái

RF4

Infokommunikációs technológiák, kiber-fizikai minta-gyártórendszerek

# Összegzés

---

- Az MI nagyban hozzájárult az Ipar4.0 térnyeréséhez
  - Racionális ágens (kiterjesztett) felfogása még mindig érvényes
  - A mesterséges intelligencia újra szalonképes
- Fő kihívások
  - „*Efficient use of deficient knowledge*” [Hatvany József, 1983]
    - Tanulás és felejtés
  - Autonómia – szabályzás, jog, etika
  - Kooperáció
    - A termelés minden szintjén
    - Társadalommal – fenntartható gyártás
    - Bizalom kialakítása és fenntartása
  - Az ember új szerepkörökben
    - Értelmező, választó, konfliktus feloldó, legrugalmasabb integrátor

---

# Köszönjük a figyelmet!

## Kapcsolat

Váncza József

[vancza@sztaki.mta.hu](mailto:vancza@sztaki.mta.hu)

Monostori László

[laszlo.monostori@sztaki.mta.hu](mailto:laszlo.monostori@sztaki.mta.hu)