

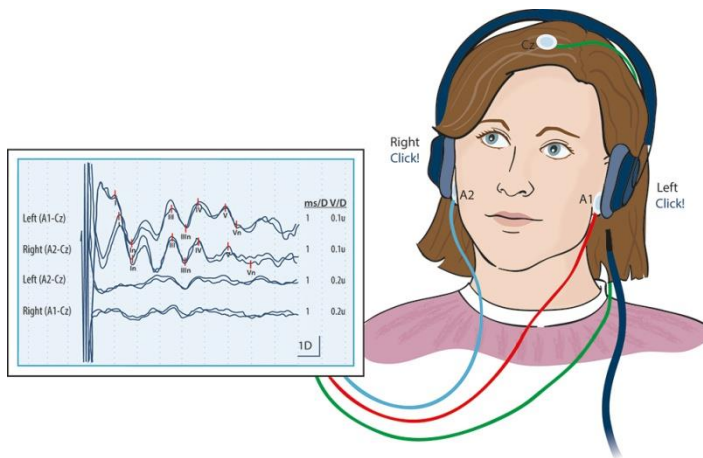
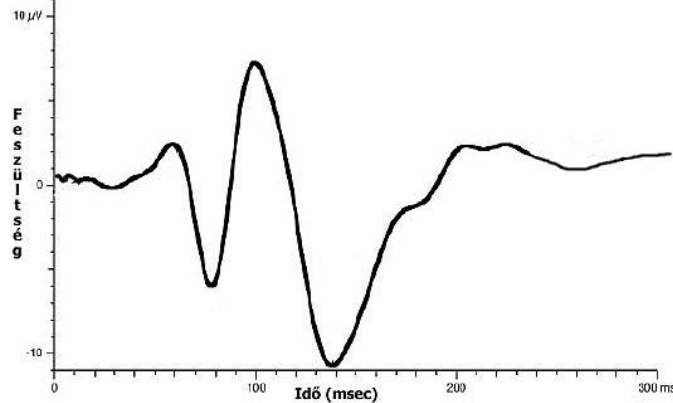
Beágyazott információs rendszerek

Bevezetés

2016. február 17.

Befogadó környezetek – befogadott eszközök

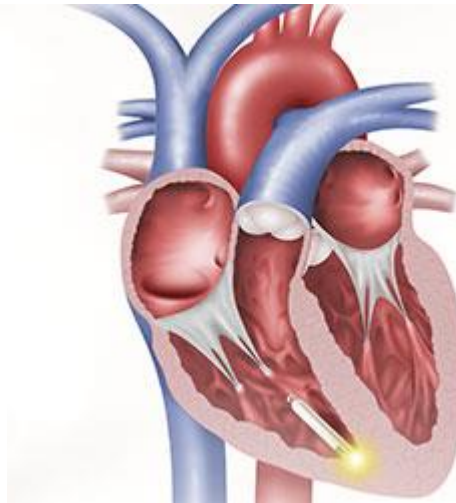
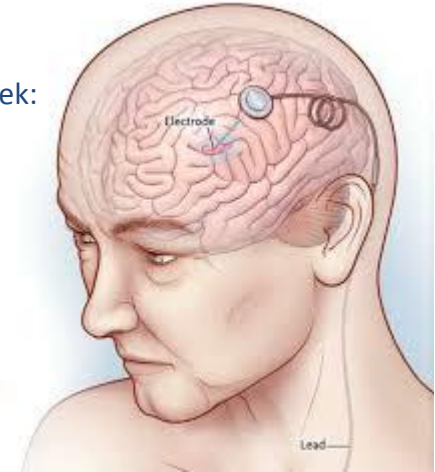
KIVÁLTOTT VÁLASZ – A kiváltott válaszok a központi idegrendszer külső ingerlésre létrejövő válaszai. Ezekből információt kaphatunk az idegpályák állapotáról valamint az adott ingerek központi idegrendszeri feldolgozásáról.



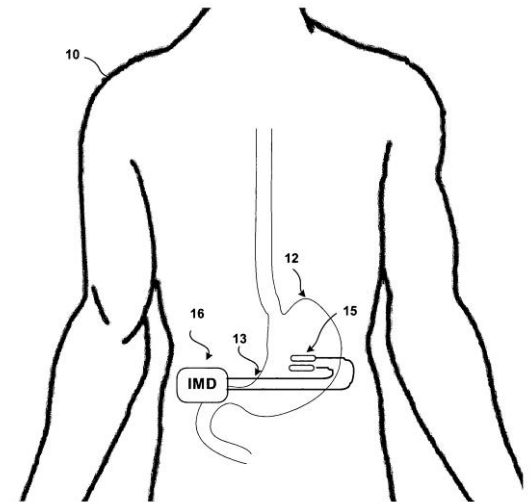
Kezdetek: Kőbányai Gyógyszerárugyár, ma RG Farmakológiai Kutatólaboratórium ~1978 Cavinton ...

PACEMAKEREK

Kezelt betegségek:
 Parkinson-kor
 Anorexia
 Epilepszia
 Migrén
 Depresszió
 Alzheimer-kor

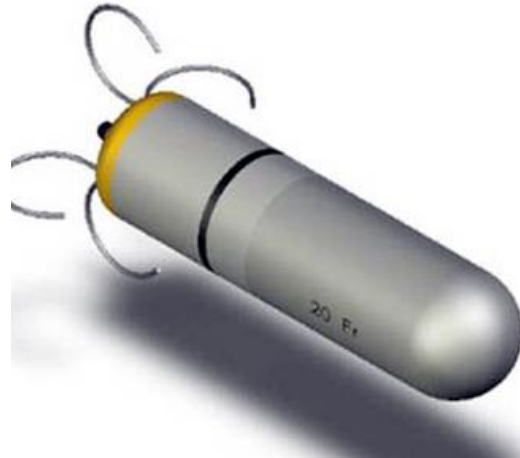


Kezelt betegségek:
 Fibrilláció
 Aritmia



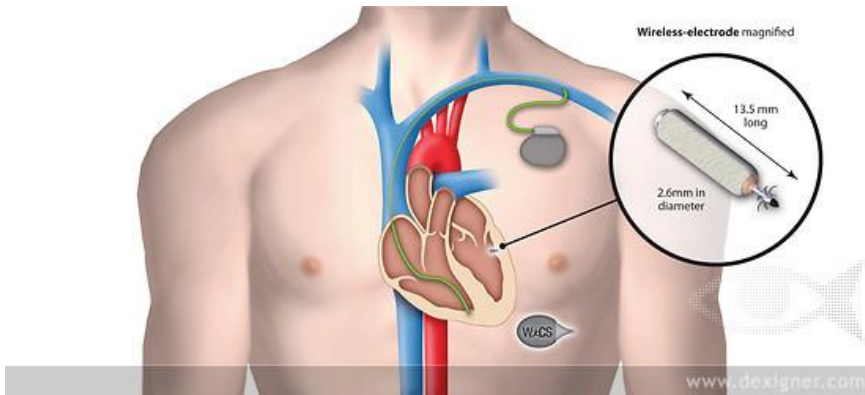
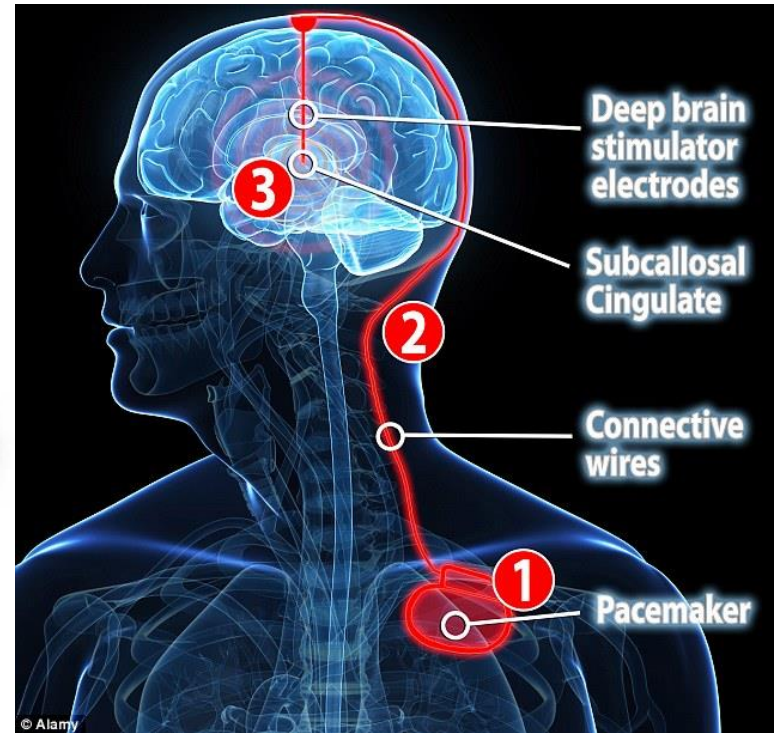
Terápiás cél:
 Jóllakottság érzet előidézése,
 hányinger, hányás elkerülése

Befogadott-beágyazott eszközök



Hagyományos pacemaker
2009 óta akár Internet kapcsolattal
Beépítés: 45'

Vezetéknélküli pacemaker
Beépítés katéteren keresztül: 7'



Beágyazott rendszer funkciók

Beágyazott rendszer ~ Központi idegrendszer:

→ megfigyel → analizál → dönt → cselekszik

A német gépjármű, automatizálási és orvosi ipar évente ~15 milliárd € -ot investál beágyazott rendszerek kutatás-fejlesztésére, miközben éves forgalmuk meghaladja az 500 milliárd € -ot.

Tulajdonságai:

Intenzív információs
kapcsolat
Autonóm működés
Szolgáltatásbiztonság
„Láthatatlanság”

Alternatív elnevezések:

Embedded System
Pervasive Computing
Ubiquitous Computing
Ambient intelligence

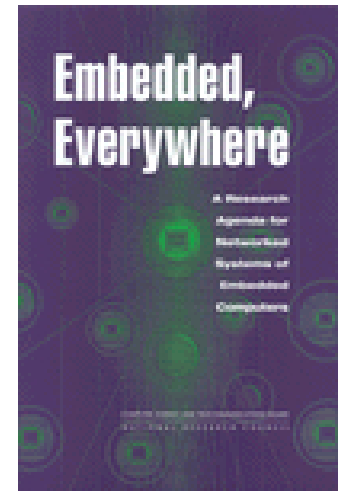
Egy lehetséges definíció:

A befogadó fizikai/kémiai/biológiai környezetükkel intenzív, valós idejű információs kapcsolatban álló,

- emberi beavatkozás nélkül működő,
- nagyon biztonságos,
- sokszor “láthatatlan”

számítógépes rendszerek, melyek

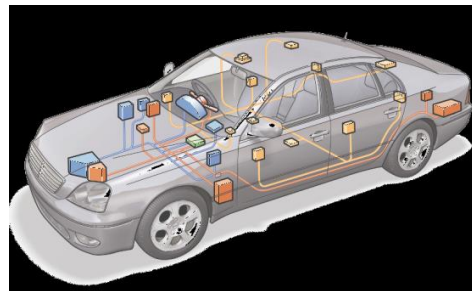
- egy-egy eleme (általában) erősen korlátozott képességű,
- rendszert alkotva azonban (általában) bőséges erőforrásokkal (memória, sávszélesség, ...) rendelkeznek.



**A Research Agenda
for Networked Systems
of Embedded Computers**
National Academy of Sciences
(2001)



Fly-by-wire



Drive-by-wire

BMW 745i:
53 db 8-bites,
11 db 32-bites,
7 db 16-bites processzor,
2 000 000 sor kód,
Windows CE OS,
többszörös hálózat.



A processzorok 2%-a IT és PC felhasználású, 98% beágyazott alkalmazás: jármű, háztartási gép, mobil telefon, stb.⁵

A főszereplő: a beágyazott szoftver

„Szabványos” hardver és szoftver építőelemek (COTS) alkalmazása mellett, az egyedi képességeket a beágyazott/alkalmazói szoftver valósítja meg. A valós rendszerek alkotóelemei egyre inkább „számítástechnikai” kölcsönhatások révén működnek együtt. (Prémium kategóriás autók: több ezer jelvezeték, 70 – 100+ elektronikus vezérlőegység)

A beágyazott szoftver: univerzális rendszerépítő eszköz

Következmények:

- A szoftver egyrészt abszorbeálja a környezetét, másrészt az adott alkalmazás részévé válik.
- A szoftverek a funkcionális és fizikai követelményeknek is eleget tesznek.

„... *Software is Hard and Hardware is Soft ...*”

Jó hír: szoftverrel megvalósítva sok minden lehetséges ...
Rossz hír: szoftverrel megvalósítva sok minden lehetséges ...

Kihívások, tanulságok:



1996. december 4.
Mars Pathfinder
misszió. Prioritás
inverzió ...



1993. szeptember 14.
Varsó . Oldalszél , majd
hirtelen hátszél + logikai
hiba: túlfutás -> 2 halott,
54 sebesült ...



1991. február 25. Dahrán: Egy Patriot rakéta
elvéteget egy scud rakétát. 28 halott, 97
sebesült. Szoftver hiba, amit február 16-án
kijavítottak ...



1993. augusztus 8-án
lezuhant egy fly-by-wire
harci-gép, mert túl lassan
reagált a pilóta utasítására.



1996. június 4. Felrobbant
egy Ariane 5. Szoftver hiba:
64 bites lebegőpontos ->
16 bites fixpontos ábrázolás



1985 és 1987 között a Therac-25
számítógép-vezérelt sugárterápiás
készülék súlyosan (~100-szoros
dózis) túlterhelt hat páciens.

Az USA-ban **1.5M** Honda
Accord, CR-V és Element
gépkocsit hívtak vissza:
“to update the software
that controls their
automatic transmissions”

1990-2000 között 500 000 pacemakert hívtak vissza!



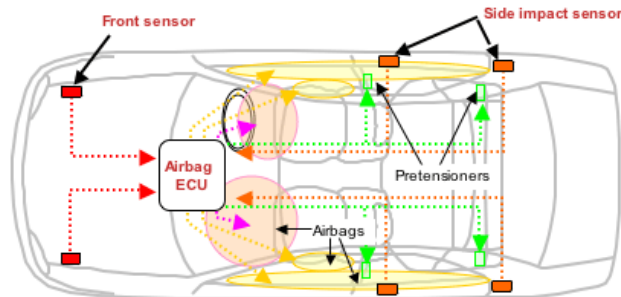
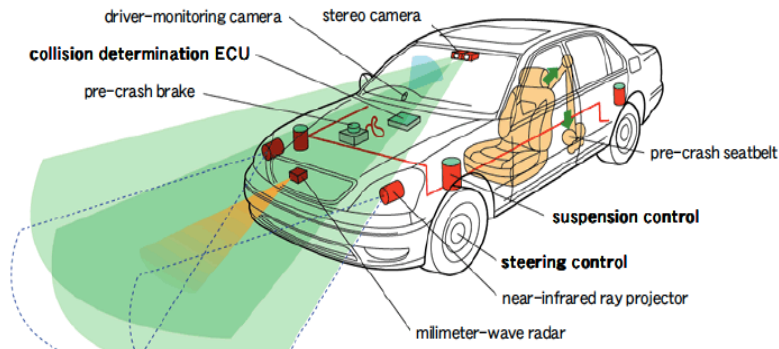
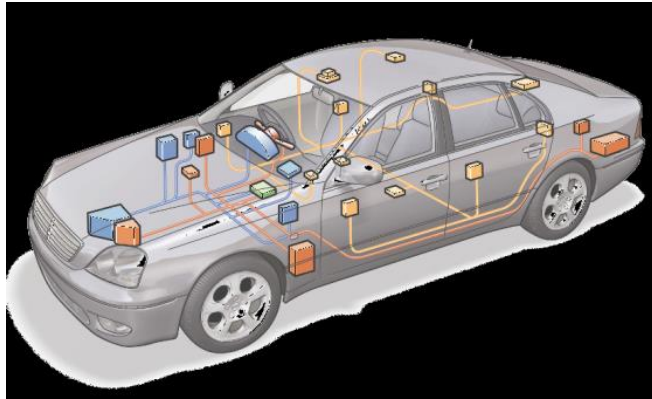
~**75K** Toyota Hybrid-et hívtak
vissza: “could enter a “fail-
safe” mode that shuts down
the engine, allowing only
limited operation using the
electric motor. The problem,
caused by a software error in
the Electronic Control
Module (ECM) system,
triggers up to five warning
lights while shutting down
the engine.”



~**8K** Volvo S60-at hívtak vissza: to fix “ software for fuel pump units, as the
software was not compatible with all fuel pumps and components.



A beágyazott eszközök együttműködése: rendszerek rendszerei



**Ütközés előtti
biztonsági
rendszer**

**Légzsák
rendszer**

A **kábelezés** a gépkocsi 3. legdrágább alkatrésze a motor és a karosszéria után. A kábelezés a gépkocsi legnehezebb alkatrésze a karosszéria és a motor után:

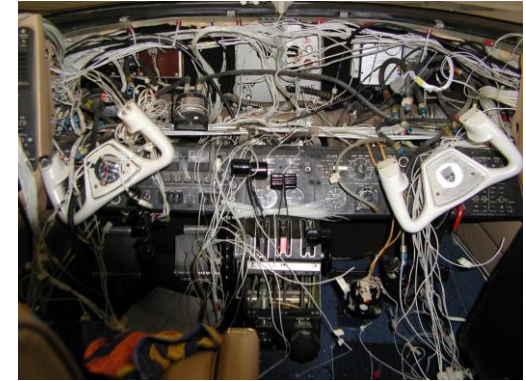
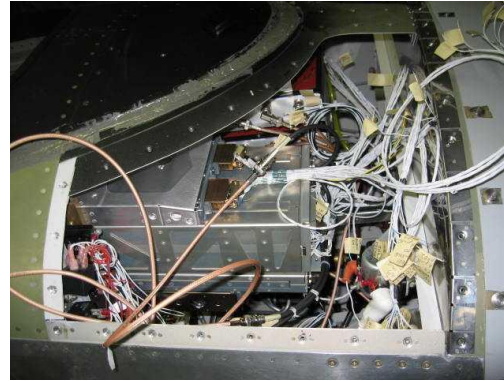
átlagos súlya **100 kg**, hossza **~5km**.

A kábelkorbács előállítási árának fele bérköltség.

Sokféle járműipari hálózat:

CAN, LIN, Flexray, MOST, TTCAN, TT-Ethernet, ...

A beágyazott eszközök és az internet



IEEE 802.3 alapú **Avionic Full-Duplex Switched Internet**: Az Airbus A380, A400M és a Boing 787 Dreamliner már ezt használja!
IEEE 802.3bp szabvány bejelentés 2015-re: gépkocsikban 1 Gbit/s-os **Internet egyetlen csavart érpáron!** A piacon 2019-től!
Az Internet **embereket, adatokat, folyamatokat és tárgyakat** köt össze. A tárgyak autonóm adatszolgáltató képessége erősödik!



A tárgyak internete: a fizikai világ internet felhasználásával megvalósuló digitális-virtuális leképezése annak jobb megismerhetősége, követhetősége, valamint és befolyásolhatósága érdekében. Mindez beágyazott számítógépek és hálózataik fizikai folyamatokkal történő integrációját jelenti. Ez együtt jár olyan visszacsatolásokkal, amelyek révén fizikai folyamatok számításokat befolyásolnak, ill. megfordítva: számítások pedig fizikai rendszereket.

Az amerikai **US Food and Drug Administration** nemrégiben figyelmeztetést adott ki, hogy több mint 300 orvosi eszközt **kiber támadások** szempontjából kockázatosnak ítélte: köztük inzulin pumpákat, pacemakereket, infúziós pumpákat, érzéstelenítő berendezéseket.

Rendszerek rendszerei → Komplexitás → Biztonság? 9

A jövő beágyazott rendszerei: trendek és szóhasználatok

Beágyazott rendszerek (Embedded Systems)

- rendszerek beágyazott szoftverrel ...

Hálózatba kapcsolt beágyazott rendszerek (Networked Embedded Systems)

- kommunikáló beágyazott rendszerek ...

Rendszerek rendszerei (Systems of Systems)

- kommunikáló és kooperáló rendszerek ...

Tárgyak és Szolgáltatások Internete (Internet of Things and Services)

- tárgyak és szolgáltatások kommunikációja és kooperációja ...

Kiber-fizikai rendszerek (Cyber-Physical Systems)

- beágyazott rendszerek és a globális hálózatok integrációja
a felhasználó (emberiség) „beágyazása” érdekében!

Cél az új minőség:

**mindenki életvitelében, az egészségügyi ellátásában, az élelmiszer termelésben és ellátásban, az idősekről és az elesettekről történő gondoskodásban,
és mindezek érdekében**

az energiagazdálkodásban, a közlekedésben, a környezetvédelemben, a katasztrófák elleni védelemben, az élet- és vagyonvédelemben, ...

Európai kezdeményezések:

FP5, FP6, FP7 programok, Eureka ITEA, ARTEMIS: Advanced Research & Technology for Embedded Intelligent Systems, Horizon 2020 előkészítés, CHIST-ERA, Alliance for Internet of Things Innovation (AIOTI), Industry 4.0, ...

Kiemelt alkalmazási területek:

- Hatékony és biztonságos mobilitás (szárazföldi és légi, ...)
- Jólét és egészség (otthoni-kórházi ápolás, ...)
- Fenntartható termelés (élelmiszer, energia, bányászat, ...)
- Intelligens közösségek (intelligens és biztonságos városok, terek, ...)

A kihívások és lehetőségek címszavai: biztonságkritikus rendszerek, virtuális világ, nagymennyiségű adat, rendszerek rendszerei, felfő szolgáltatások, autonóm, adaptív és prediktív szabályozás, tárgyak internete, számítások sokmagú processzorral.

+ Horizon 2020: Leadership in enabling and industrial technologies

Smart Cyber-Physical Systems ICT-01-2014, ICT1.1-2016

Smart System Integration ICT-02-2014, ICT1.3-2016

Smart Anything Everywhere Initiative ICT1.4-2016

IoT and Platforms for Connected Smart Objects ICT-30-2015

R&I on IoT integration and platforms ICT7.3 – 2016

Kihívások, feladatok, további megalapozó kutatások

Az adat- és jelfeldolgozás területén:

A valós idejű adat minősége és a kapcsolódó feldolgozás lehetőségei

- Adat pontosság/érvényesség/elévülés, adatvesztés
- Nem egyenletes mintavételezés, órák és adatok szinkronizációja
- Kvantálási hibák időben és amplitúdóban
- Modellillesztés, modell-alapú és adaptív jelfeldolgozás

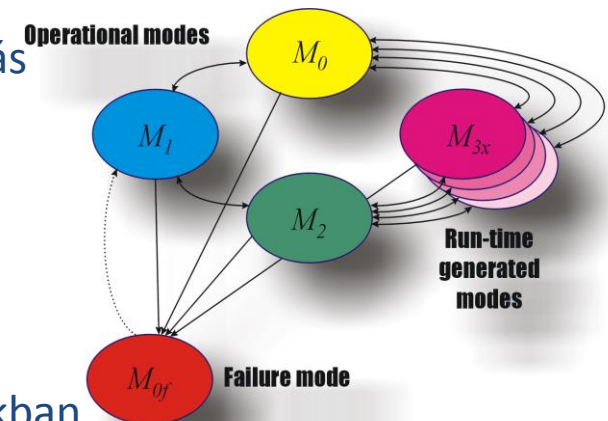
a rendszer- és irányításelmélet területén:

A többszintű és elosztott rendszerek irányítása

- Hálózatba kapcsolt rendszerek stabilitása, passzivitás alapú rendszerek
- Adaptivitás és kooperativitás: átkapcsolás és újrakonfigurálás, tranziens menedzsment
- Hibrid rendszerek, hibrid szimuláció: hardver-a-hurokban
- Robusztusság, szolgáltatásbiztonság, hibatűrés

a szoftver rendszertechnika területén:

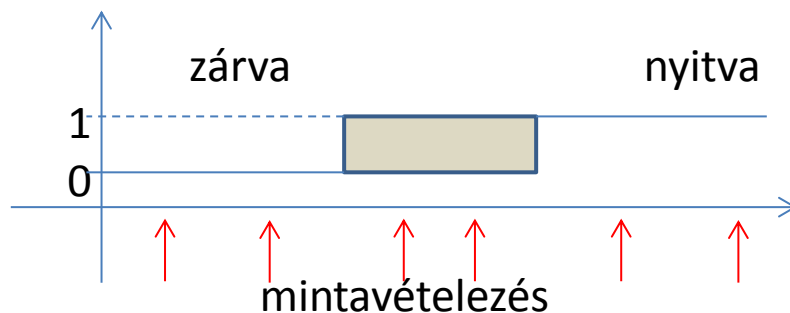
- Modell-alapú rendszertervezés
- Beágyazott virtualizáció, beágyazott rendszerek felhőben



+ a fejlesztési technológiákhoz, rendszer és hálózati szoftverekhez, a verifikációs, validációs és tanúsítási eszközökhöz kötődő szerteágazó K+F+I

Mennyiségek, változók valós idejű rendszerekben

- **Real-time változók** (RT entities): állapotváltozók, mint pl. folyadék áram, szabályozó alapjele, szabályozó szelep kívánt pozíciója. Vannak statikus és időben változó, dinamikus attribútumai.
- Minden *RT változó* annak az alrendszernek az ún. befolyásolhatósági tartományában (sphere of control, SOC) van, amelyik jogosult értékét megváltoztatni. Azon kívülről a *RT változó* csak olvasható.
- Egy *RT változó* lehet diszkrét vagy folytonos értékű.
- A diszkrét *RT változó* lehet definiálatlan. Példa: nyíló garázsajtó: nincs se nyitva, se csukva.



Mennyiségek, változók valós idejű rendszerekben

- **Megfigyelések:** a RT változó értékei adott időpont(ok)ban.
 - **Megfigyelés** =<név, megfigyelési idő, érték>
- **Megfigyelések elosztott rendszerekben:** ha nincs globális óra, akkor az időbélyeg használhatósága korlátozott, megfigyelési időnek sokszor az üzenet érkezési idejét veszik. Ezzel jelentős hibát okozhatunk az állapotbecslésben.
- **Indirekt megfigyelések:** sokszor a megfigyelendő mennyiség közvetlenül nem férhető hozzá. Ilyenkor közvetett megfigyeléseket végzünk modellek felhasználásával. (Például belső hőmérséklet megfigyelése a felszínen elhelyezett érzékelőkkel).
- **Állapot megfigyelések:** minden megfigyelés önállóan értelmezhető értéket ad. Jellemzően periodikus mintavételezéssel végezzük.
- **Esemény megfigyelések:** az esemény adott időpontban bekövetkező állapotváltozás. Mivel maga a megfigyelés is egy esemény, ezért nem lehetséges egy esemény közvetlen megfigyelése az irányított objektumban, csak annak következményeit tudjuk megfigyelni.

Mennyiségek, változók valós idejű rendszerekben

- **Real-time változók képe** (RT images): a RT változó megfeleltetése a számítógépes programban, amelynek értelmezzük az időbeni és az amplitúdó szerinti pontosságát, valamint az időbeni érvényességét. Egy RT változó képe aktuális állapot, ill. esemény megfigyelés, vagy állapot becslés.
- **Real-time objektumok** (RT objects): Egy RT objektum az elosztott rendszer csomópontján belül egy olyan tároló, amely egy RT változót, vagy annak képét tartalmazza. Minden ilyen objektumhoz tartozik egy előírt pontosságú óra. Amikor ez üt, egy objektum eljárás aktiválására kerül sor. Ha ez periodikus, akkor szinkron RT objektumról beszélünk. Elosztott RT objektumról beszélünk, ha a különféle csomópontokban másolat formájában van jelen. Erre jó példa a globális óra, amelynek II együttl futású másolatait hozzuk létre az egyes csomópontokban.

Mennyiségek, változók valós idejű rendszerekben

- **Időbeni pontosság:** A megfigyelések révén szerzett információ időbeni megjelenése a számítógépes programban és tényleges megfigyelés tényleges időpontja óhatatlanul eltérnek egymástól. Az időbeni pontosság azzal a $d_{pontosság}$ intervallummal definiálódik, amelyhez tartozóan bekövetkező amplitúdó hiba még éppen elviselhető a vezérelt rendszer szempontjából.
- **Példa:** az alábbi táblázatban néhány gépjármű motor jellemző szerepel együtt a megkívánt amplitúdó pontossággal és az ennek megfeleltethető időintervallumokkal.

RT kép a számítógépben	max. változás	pontosság	időbeni pontosság
Dugattyú pozíció	6000 ford/perc	0.1°	3μsec
Gázpedál pozíció	100%/sec	1%	10 msec
Motor terhelés	50%/sec	1%	20 msec
Olaj és hűtővíz hőmérséklet	10%/perc	1%	6 sec

Az RT képek pontossági intervallumai között több, mint 6 nagyságrend eltérés van. A dugattyú pozíció esetében ez a pontosság praktikusán csak állapotbecsléssel (a programon belüli jóslással) lehetséges.