

# *Robotok, fizikai ágensek*

*Fazekas Annamária*

541. csoport  
Babeş-Bólyai Tudományegyetem  
Kolozsvár  
2006. január 19.

# Tartalom

- Robotokról általános fogalmak, csoportosításuk, fejlődésük
  - A robot fogalma
  - Robotika
  - Robotika története
  - Robotgenerációk
  - Fizikai ágensek csoportosítása
    - Architektúrális komplexitás szerinti csoportosítás
    - Robottípusok és alkalmazásaik
- A robotosított rendszerek struktúrája
  - Robotkarok
  - Kartagok
  - Robotmanipulátorok modellezésének matematikai alapjai
  - Céltárgyak és akadályok modellezése
- Robotok mobilitása
- Robotok rendszertervei
  - Magába foglaló architektúra
  - Rosenschein alaprendszerterve

# A robot fogalma

- Robotokról általános fogalmak, csoportosításuk, fejlődésük
  - **A robot fogalma**
  - Robotika
  - Robotika története
  - Robotgenerációk
  - Fizikai ágensek csoportosítása
    - Architektúrális komplexitás szerinti csoportosítás
    - Robottípusok és alkalmazásaik
- A robotosított rendszerek struktúrája
- Robotok mobilitása
- Robotok rendszertervei

- A robot szót a cseh drámaíró, Karel Čapek népszerűsítette 1921-ben írt színművével. A mű témája az emberiség elembertelenedése egy technikai társadalomban.
- A szépirodalomban és a műszaki, technikai fogalomkörben is általában olyan eszközt, berendezést értenek **roboton**, amely az ember fizikai és/vagy szellemi munkájához hasonló tevékenységet végez.
- Aktív mesterséges ágens, aminek környezete a teljes fizikai világ.
- Teljes egészében ember készítette szerkezet.
- Mozogni tud és több szabadsági fokkal rendelkezik.
- Tevékenységét részben vagy teljesen önállóan irányítja (autonóm).

# Robotika

- Robotokról általános fogalmak, csoportosításuk, fejlődésük
  - A robot fogalma
  - **Robotika**
  - Robotika története
  - Robotgenerációk
  - Fizikai ágensek csoportosítása
    - Architektúrális komplexitás szerinti csoportosítás
    - Robottípusok és alkalmazásaik
- A robotosított rendszerek struktúrája
- Robotok mobilitása
- Robotok rendszertervei

- A robotika két okból is kihívást jelentő terület:
  - A robotoknak a fizikai világban kell tevékenykedniük, ami sokkal bonyolultabb, mint a legtöbb szimulált szoftvervilág.
  - Olyan hardvert (érzékelőket és beavatkozókat) igényel, amelyek valóban működnek.
- A robotika gyakorlatilag a mesterséges intelligencia valamennyi összetevőjét és alterületét igényli.

# A robotika története

- Robotokról általános fogalmak, csoportosításuk, fejlődésük
    - A robot fogalma
    - Robotika
    - **Robotika története**
    - Robotgenerációk
    - Fizikai ágensek csoportosítása
      - Architektúrális komplexitás szerinti csoportosítás
      - Robottípusok és alkalmazásaik
  - A robotosított rendszerek struktúrája
  - Robotok mobilitása
  - Robotok rendszertervei
- Közvetlen elődök: teleoperátorok, számjegyvezérlésű (NC) gépek. A teleoperátorok áttételeken keresztül valósították meg a radioaktív anyagok mozgatását.
  - Az 1950-es évek végén George Engelberger és George Devol fejlesztették ki az első hasznos ipari robotokat. Forgalmazásukra Engelberger megalapította az Unimation céget és elnyerte a „robotika atyja” címet.
  - Az első modern mozgó robot a „Hopkins Beast” volt, ami az 1960-as évek elején épült a John Hopkins Egyetemen. Mintafelismerő hardverrel rendelkezett.
  - Az SRI International „Shakey”-je volt az első mozgó robot, amelyet mesterséges intelligencia kontrollált. Érzékelőkkel felszerelve és egy problémamegoldó program által vezérelve a robot tájékozódni tudott az SRI termeiben: felhasználva a környezetből érkező információkat, megfelelő útvonalat dolgozott ki. – 1970.
  - 1978 – Texas Instruments Inc – Speak & Spell – emberi hang első elektronikus verziója, amit chipen tároltak.

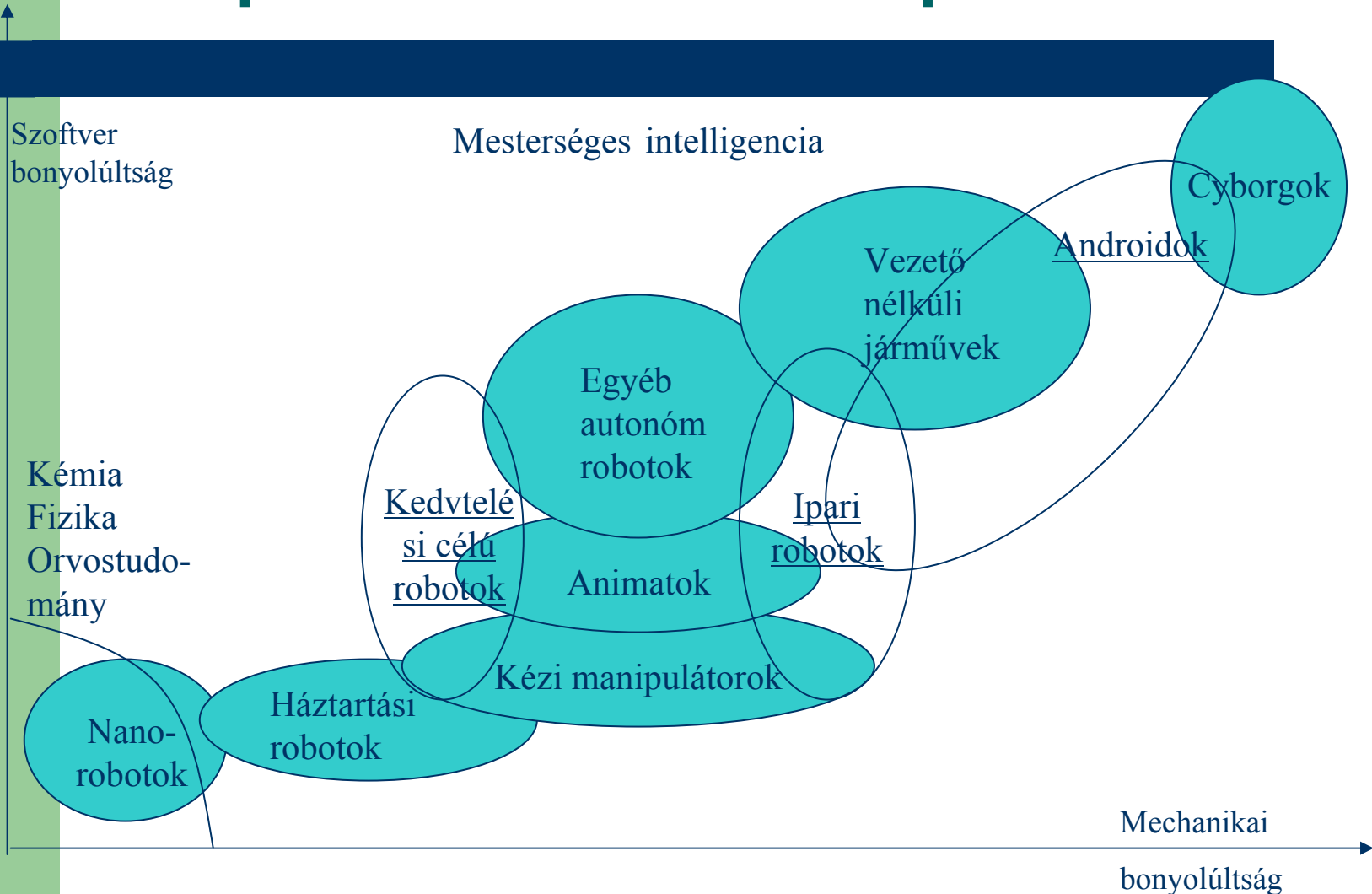
# Robotgenerációk

- Robotokról általános fogalmak, csoportosításuk, fejlődésük
    - A robot fogalma
    - Robotika
    - Robotika története
    - Robotgenerációk
    - Fizikai ágensek csoportosítása
      - Architektúrális komplexitás szerinti csoportosítás
      - Robottípusok és alkalmazásaik
  - A robotosított rendszerek struktúrája
  - Robotok mobilitása
  - Robotok rendszertervei
- I. Generációs robotok: 60-as évek, mozgatásra kifejlesztve.
  - II. Generációs robotok (ipar): 70-es évek, érzékelőket vizsgálják környezetüket, tevékenységüket ezek hatására képesek megváltoztatni.
  - III. Generációs robotok (kutatás): jelfeldolgozás, információ kiválasztása, kombinálása. Megjelennek az önálló viselkedési algoritmusok és döntési rendszerek.

# Fizikai ágensek csoportosítása

- Robotokról általános fogalmak, csoportosításuk, fejlődésük
    - A robot fogalma
    - Robotika
    - Robotika története
    - Robotgenerációk
    - **Fizikai ágensek csoportosítása**
      - Architektúrális komplexitás szerinti csoportosítás
      - Robottípusok és alkalmazásaik
        - Ipari robotok
        - Általános autonóm robotok
        - Animatok
        - Szórakoztató célú robotok
        - Ember nélküli járművek
        - Androidok
        - Háztartási robotok
        - Nanorobotok
        - Cyborgok
  - A robotosított rendszerek struktúrája
  - Robotok mobilitása
  - Robotok rendszertervei
- Sok szempont szerint csoportosíthatók:
    - intelligenciaszint,
    - külső megjelenés (robotkarok, mobil robotok),
    - pályavezérlés típusa,
    - alkalmazási területek szerint.
  - Megkülönböztetjük a következő robotokat:
    - mobil (androidok, animatok, ember nélküli járművek, szórakoztató robotok, általános autonóm robotok)
    - statikus (háztartási és ipari robotok, robotkarok)
    - nanorobotok (fizika, kémia határán).

# Fizikai ágensek architektúrális komplexitás szerinti csoportosítása





# Robottípusok és alkalmazásai

- Robotokról általános fogalmak, csoportosításuk, fejlődésük
  - A robot fogalma
  - Robotika
  - Robotika története
  - Robotgenerációk
  - Fizikai ágensek csoportosítása
    - Architektúrális komplexitás szerinti csoportosítás
    - **Robottípusok és alkalmazásai**
      - Ipari robotok
      - Általános autonóm robotok
      - Animatok
      - Szórakoztató célú robotok
      - Ember nélküli járművek
      - Androidok
      - Háztartási robotok
      - Nanorobotok
      - Cyborgok
- A robotosított rendszerek struktúrája
- Robotok mobilitása
- Robotok rendszertervei

A robotok, alkalmazásuk szerint:

- Az iparban használt robotok:
  - technológiai feladatot ellátó robotok
  - anyagmozgató robotok
  - szerelő robotok
- A kutatásban használt robotok:
  - általános mobil robotok, telerobotok
  - animatok
  - androidok
- A speciális feladatok megoldására alkalmazott robotok lehetnek:
  - mikrorobotok, nanorobotok
  - gyógyászatban alkalmazott robotok

# Ipari robotok

- Robotokról általános fogalmak, csoportosításuk, fejlődésük
  - A robot fogalma
  - Robotika
  - Robotika története
  - Robotgenerációk
  - Fizikai ágensek csoportosítása
    - Architektúrális komplexitás szerinti csoportosítás
    - Robottípusok és alkalmazásaik
      - Ipari robotok
      - Általános autonóm robotok
      - Animatók
      - Szórakoztató célú robotok
      - Ember nélküli járművek
      - Androidok
      - Háztartási robotok
      - Nanorobotok
      - Cyborgok
- A robotosított rendszerek struktúrája
- Robotok mobilitása
- Robotok rendszertervei

- hardverrobotok mintegy 95-98%-át adják
- kellemetlen munkahelyeken helyettesítik az embert
- A robotok fő „fogyasztói” az autógyártás és a mikroelektronika.



# Általános autonóm robotok

- Robotokról általános fogalmak, csoportosításuk, fejlődésük
  - A robot fogalma
  - Robotika
  - Robotika története
  - Robotgenerációk
  - Fizikai ágensek csoportosítása
    - Architektúrális komplexitás szerinti csoportosítás
    - Robottípusok és alkalmazásai
      - Ipari robotok
      - **Általános autonóm robotok**
      - Animatok
      - Szórakoztató célú robotok
      - Ember nélküli járművek
      - Androidok
      - Háztartási robotok
      - Nanorobotok
      - Cyborgok
- A robotosított rendszerek struktúrája
- Robotok mobilitása
- Robotok rendszertervei

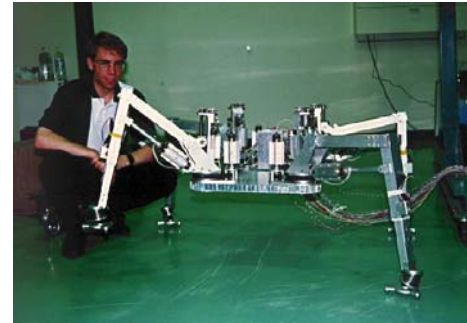
- mobilisak
- feladatspecifikusak
- önállóan tudnak navigálni ismeretlen környezetben is, viszont hatótávolságuk kicsi
- kerekes mobil robotok
- mászó és lépegető (nukleáris, hadászati alk.)
- telerobotok (mikrosebészet)



# Animatok

- Robotokról általános fogalmak, csoportosításuk, fejlődésük
  - A robot fogalma
  - Robotika
  - Robotika története
  - Robotgenerációk
  - Fizikai ágensek csoportosítása
    - Architektúrális komplexitás szerinti csoportosítás
    - Robottípusok és alkalmazásaik
      - Ipari robotok
      - Általános autonóm robotok
      - **Animatok**
      - Szórakoztató célú robotok
      - Ember nélküli járművek
      - Androidok
      - Háztartási robotok
      - Nanorobotok
      - Cyborgok
- A robotosított rendszerek struktúrája
- Robotok mobilitása
- Robotok rendszertervei

- megnevezésük az animal (állat) szóból származik
- állatok gépi modelljének megépítése
- állatok mozgásának eltanulása, felhasználása
- komoly feladat a járási stratégia kidolgozása



# Szórakoztató célú robotok

- Robotokról általános fogalmak, csoportosításuk, fejlődésük
  - A robot fogalma
  - Robotika
  - Robotika története
  - Robotgenerációk
  - Fizikai ágensek csoportosítása
    - Architektúrális komplexitás szerinti csoportosítás
    - Robottípusok és alkalmazásaik
      - Ipari robotok
      - Általános autonóm robotok
      - Animatok
      - Szórakoztató célú robotok
      - Ember nélküli járművek
      - Androidok
      - Háztartási robotok
      - Nanorobotok
      - Cyborgok
- A robotosított rendszerek struktúrája
- Robotok mobilitása
- Robotok rendszertervei



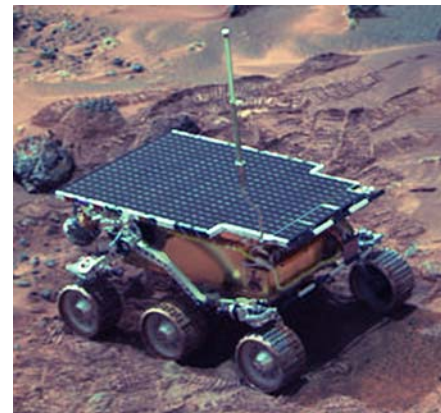
- síró, beszélő, rugdalózó csecsemő (pici android)
- robotfoci: legbonyolultabb, hagyományos autonóm robotokból (4-5 fős csapatok) álló multi-ágens rendszer
  - gyors helyzetfelismerés
  - optimális tervösszehangolás elérése valós időben

AIBO robotkutya – hangszóró, memóriakártya, digitális kamera képes hallani, érezni, tanulni és mozogni tervezésének napján 20 s alatt 3000 darabot adtak el belőle

# Ember nélküli járművek

- Robotokról általános fogalmak, csoportosításuk, fejlődésük
  - A robot fogalma
  - Robotika
  - Robotika története
  - Robotgenerációk
  - Fizikai ágensek csoportosítása
    - Architektúrális komplexitás szerinti csoportosítás
    - Robottípusok és alkalmazásaik
      - Ipari robotok
      - Általános autonóm robotok
      - Animatok
      - Szórakoztató célú robotok
      - **Ember nélküli járművek**
      - Androidok
      - Háztartási robotok
      - Nanorobotok
      - Cyborgok
- A robotosított rendszerek struktúrája
- Robotok mobilitása
- Robotok rendszertervei

- autonóm robotok tulajdonságaival rendelkeznek
- általában járművek
- hatótávolságuk közepes ill. nagy
  - vízi
  - légi (robotpilóta)
  - szárazföldi (metró, vonat, villamos)
  - űrjárművek (Lunahold1-Hold, Pathfinder-Mars)

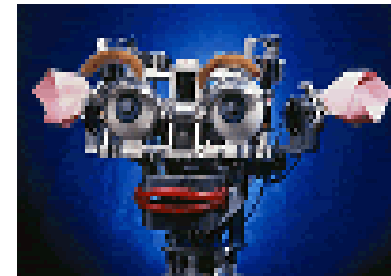


# Androidok

- Robotokról általános fogalmak, csoportosításuk, fejlődésük
  - A robot fogalma
  - Robotika
  - Robotika története
  - Robotgenerációk
  - Fizikai ágensek csoportosítása
    - Architektúrális komplexitás szerinti csoportosítás
    - Robottípusok és alkalmazásaik
      - Ipari robotok
      - Általános autonóm robotok
      - Animatok
      - Szórakoztató célú robotok
      - Ember nélküli járművek
      - **Androidok**
      - Háztartási robotok
      - Nanorobotok
      - Cyborgok
- A robotosított rendszerek struktúrája
- Robotok mobilitása
- Robotok rendszertervei

- cél: mechanikus ember készítése
- alapfeladatok: járás, kézmozgás, arcmozgás, beszéddel szinkronizált arc és ajakmozgás, általános mozgáskoordináció

Kismet (=sors): 15 számítógép tartja fent



Asimo(balra) – az udvarias robot

# Háztartási robotok

- Robotokról általános fogalmak, csoportosításuk, fejlődésük
  - A robot fogalma
  - Robotika
  - Robotika története
  - Robotgenerációk
  - Fizikai ágensek csoportosítása
    - Architektúrális komplexitás szerinti csoportosítás
    - Robottípusok és alkalmazásaik
      - Ipari robotok
      - Általános autonóm robotok
      - Animatok
      - Szórakoztató célú robotok
      - Ember nélküli járművek
      - Androidok
      - **Háztartási robotok**
      - Nanorobotok
      - Cyborgok
- A robotosított rendszerek struktúrája
- Robotok mobilitása
- Robotok rendszertervei

– háztartási automaták, segédeszközök  
„Milyen okosnak kell lennie az ágyadnak ahhoz, hogy este félj lefeküdni?” Rich Gold, Feb. 16, 1994

3. nemzedék: ultrahang és infravörös érzékelővel van felszerelve, megismeri a gazdája hangját, betörés vagy tűz esetén beépített telefonján értesíti a rendőrséget, tűzoltóségot, fel- és le tudja kapcsolni a villanyt, ajtót nyit, kezeli a porszívót, beépített televíziója, rádiója van (ára 1985-ben: 30000\$ ).

Az MIT Media Lab aktuális kutatási-fejlesztési témája:

- a hűtő automatikusan listát készít arról, hogy mit kell vennünk, kapcsolatba lép az Interneten az áruházláncok eladó-ágenseivel.
- beszélő asztal, mely a recepteket „tudja”, mérlegként és alapanyagadalóként szolgál.



# Nanorobotok

- Robotokról általános fogalmak, csoportosításuk, fejlődésük
  - A robot fogalma
  - Robotika
  - Robotika története
  - Robotgenerációk
  - Fizikai ágensek csoportosítása
    - Architektúrális komplexitás szerinti csoportosítás
    - Robottípusok és alkalmazásaik
      - Ipari robotok
      - Általános autonóm robotok
      - Animatok
      - Szórakoztató célú robotok
      - Ember nélküli járművek
      - Androidok
      - Háztartási robotok
      - **Nanorobotok**
      - Cyborgok
- A robotosított rendszerek struktúrája
- Robotok mobilitása
- Robotok rendszertervei

- mikroszkópikus méretű gépek
- nanométer nagyságrendű ( $10^{-9}$  m) robotok
  - olyan robotok, melyekkel nanométer nagyságrendű objektumok manipulálhatók
  - olyan mesterségesen előállított kémiai szerkezetek, melyek a szervezetbe kerülve meghatározott feladatokat hajtanak végre (a gyógyszer és a műtét együttese)

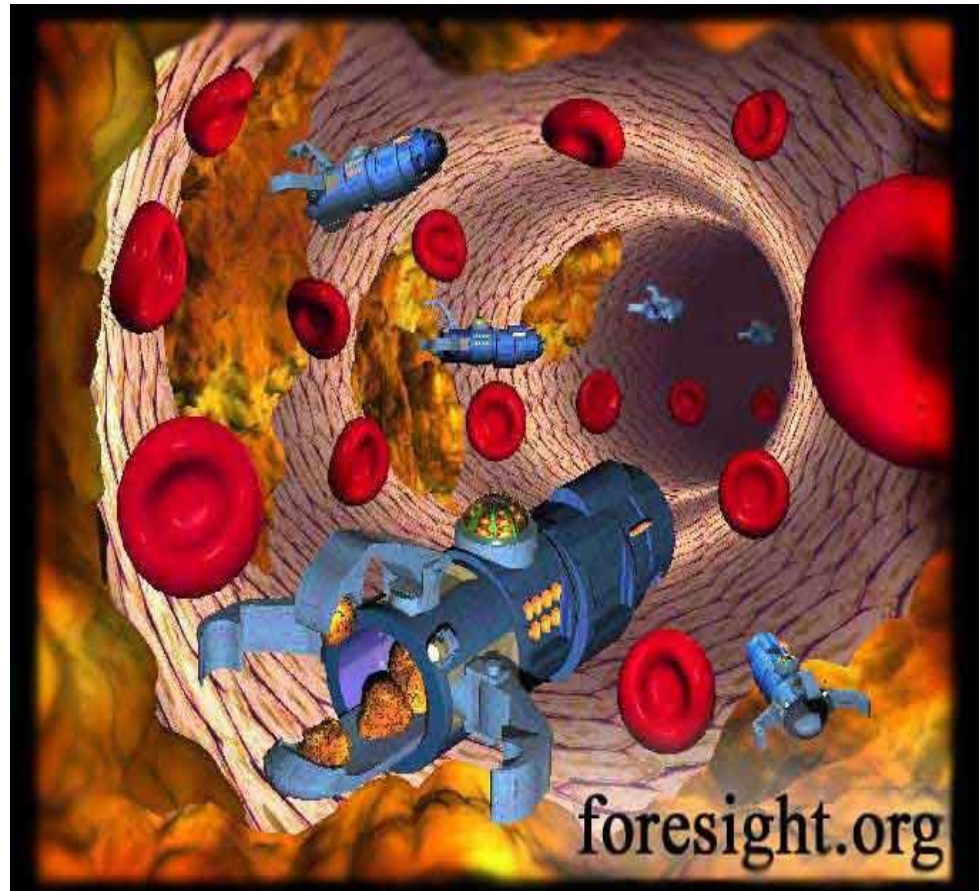
A nanostruktúrák az orvostudomány és a biokémia termékeinek, mesterséges enzimeinek tekinthetők, melyek programozhatók és irányíthatók.

Tökéletesen működő nanorobotot még nem sikerült előállítani.

Egy konkrét megtervezett nanorobot úgy működik mint a haemoglobin. Vérbe juttatva  $O_2$  ereszt ki és  $CO_2$  nyel el vagy fordítva. Különbség csak annyi, hogy haemoglobin által szállított  $O_2$  200-szorosát képes hordozni. Azaz, ha egy felnőtt vérébe 1 liter  $O_2$  -nel feltöltött nanorobotot juttatunk, 4 óráig nem kell levegőt vennie.

# Nanorobotok

- Robotokról általános fogalmak, csoportosításuk, fejlődésük
  - A robot fogalma
  - Robotika
  - Robotika története
  - Robotgenerációk
  - Fizikai ágensek csoportosítása
    - Architektúráis komplexitás szerinti csoportosítás
    - Robottípusok és alkalmazásaik
      - Ipari robotok
      - Általános autonóm robotok
      - Animatok
      - Szórakoztató célú robotok
      - Ember nélküli járművek
      - Androidok
      - Háztartási robotok
      - **Nanorobotok**
      - Cyborgok
- A robotosított rendszerek struktúrája
- Robotok mobilitása
- Robotok rendszertervei



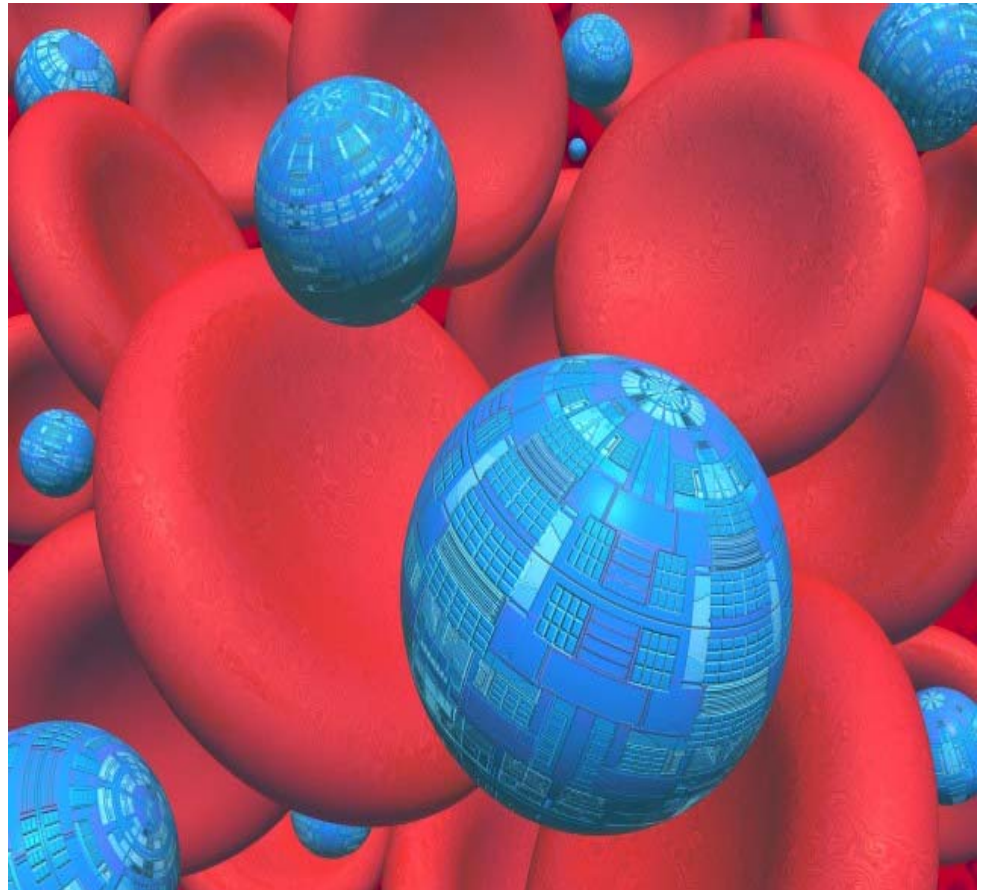
# Nanorobotok

- Robotokról általános fogalmak, csoportosításuk, fejlődésük
  - A robot fogalma
  - Robotika
  - Robotika története
  - Robotgenerációk
  - Fizikai ágensek csoportosítása
    - Architektúrális komplexitás szerinti csoportosítás
    - Robottípusok és alkalmazásaik
      - Ipari robotok
      - Általános autonóm robotok
      - Animatok
      - Szórakoztató célú robotok
      - Ember nélküli járművek
      - Androidok
      - Háztartási robotok
      - **Nanorobotok**
      - Cyborgok
- A robotosított rendszerek struktúrája
- Robotok mobilitása
- Robotok rendszertervei



# Nanorobotok

- Robotokról általános fogalmak, csoportosításuk, fejlődésük
  - A robot fogalma
  - Robotika
  - Robotika története
  - Robotgenerációk
  - Fizikai ágensek csoportosítása
    - Architektúrális komplexitás szerinti csoportosítás
    - Robottípusok és alkalmazásai
      - Ipari robotok
      - Általános autonóm robotok
      - Animatok
      - Szórakoztató célú robotok
      - Ember nélküli járművek
      - Androidok
      - Háztartási robotok
      - **Nanorobotok**
      - Cyborgok
- A robotosított rendszerek struktúrája
- Robotok mobilitása
- Robotok rendszertervei



# Nanorobotok

- Robotokról általános fogalmak, csoportosításuk, fejlődésük
  - A robot fogalma
  - Robotika
  - Robotika története
  - Robotgenerációk
  - Fizikai ágensek csoportosítása
    - Architektúrális komplexitás szerinti csoportosítás
    - Robottípusok és alkalmazásai
      - Ipari robotok
      - Általános autonóm robotok
      - Animatok
      - Szórakoztató célú robotok
      - Ember nélküli járművek
      - Androidok
      - Háztartási robotok
      - **Nanorobotok**
      - Cyborgok
- A robotosított rendszerek struktúrája
- Robotok mobilitása
- Robotok rendszertervei



# Cyborgok

- Robotokról általános fogalmak, csoportosításuk, fejlődésük

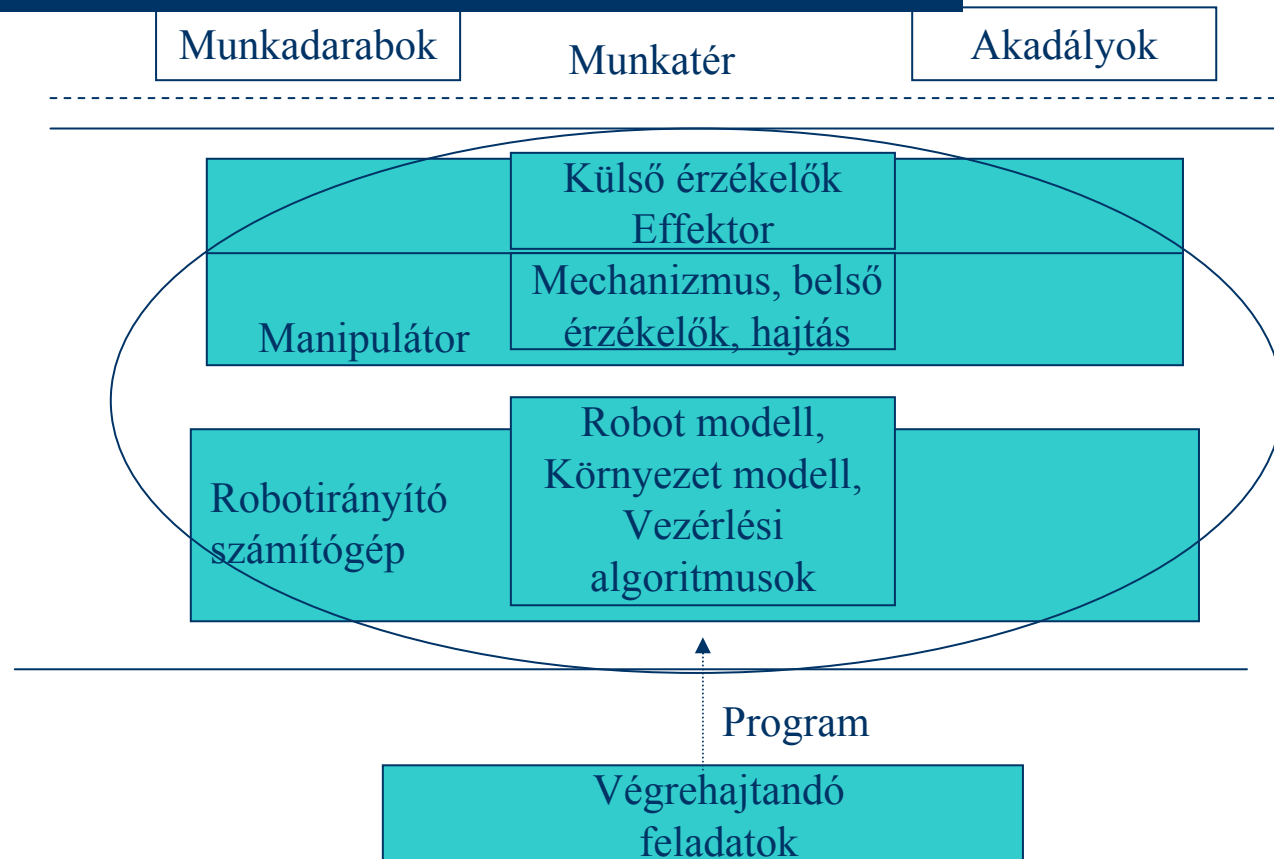
- A robot fogalma
- Robotika
- Robotika története
- Robotgenerációk
- Fizikai ágensek csoportosítása
  - Architektúrális komplexitás szerinti csoportosítás
  - Robottípusok és alkalmazásaik
    - Ipari robotok
    - Általános autonóm robotok
    - Animatok
    - Szórakoztató célú robotok
    - Ember nélküli járművek
    - Androidok
    - Háztartási robotok
    - Nanorobotok
    - **Cyborgok**

- A robotosított rendszerek struktúrája
- Robotok mobilitása
- Robotok rendszertervei

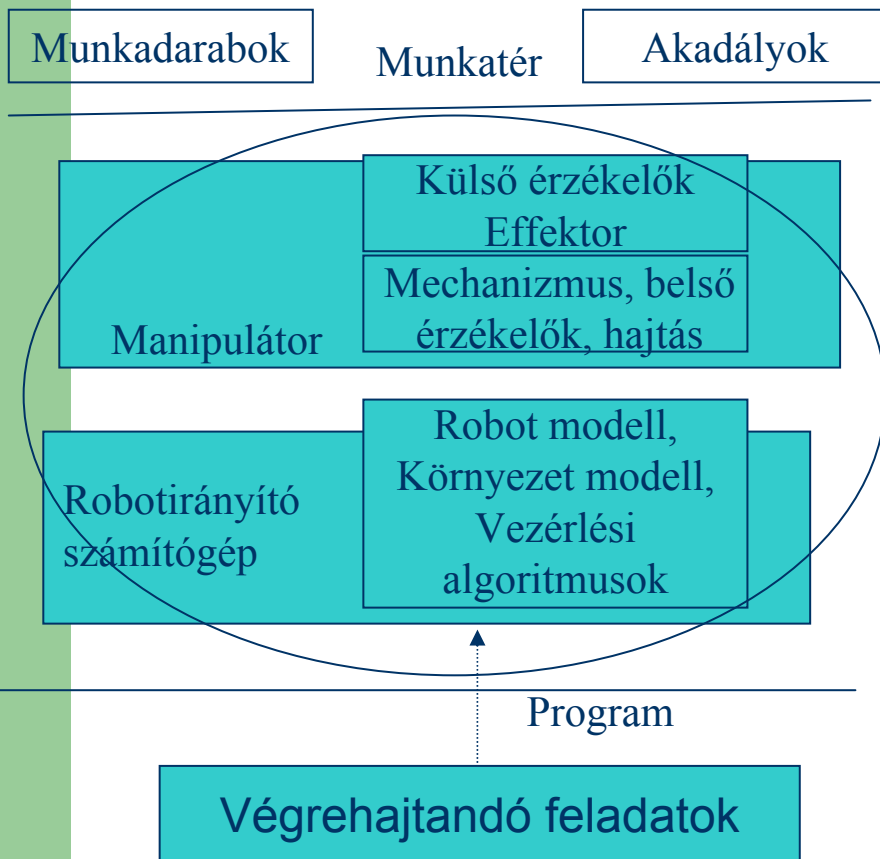
- részben ember (ill. értelmes lény), részben gép
- nem tartoznak a robotokhoz, nehéz eldönteni, hogy milyen arányú keverék, mi az ami „még ember” vagy „már robot”
- akadályok: emberi és mesterséges testrészek hosszútávú összeférhetetlensége=>sci-fi
- Jelentős eredmények: művégtagok
- Létezik már például neurális hálóval a szervezethez kapcsolt művégtag, melyet tulajdonosa képes mozgatni és az idegekhez kötött neurális háló tanulja a mozgatást. Kb. 2020-2030-ra a fejlett országokban valószínűleg általánosan elérhetőek lesznek a művégtagok.
- Agyba ültetett mikrochipek – az agy és a mesterséges tároló és információfeldolgozó eszközök előnyeit próbálják ötvözni (kísérletek egereken – még nem hoztak átütő eredményt).

# A robotosított rendszerek struktúrája (Siegler)

- Robotokról általános fogalmak, csoportosításuk, fejlődésük
  - A robot fogalma
  - Robotika
  - Robotika története
  - Robotgenerációk
  - Fizikai ágensek csoportosítása
    - Architektúrális komplexitás szerinti csoportosítás
    - Robottípusok és alkalmazásaik
- A robotosított rendszerek struktúrája
- Robotok mobilitása
- Robotok rendszertervei



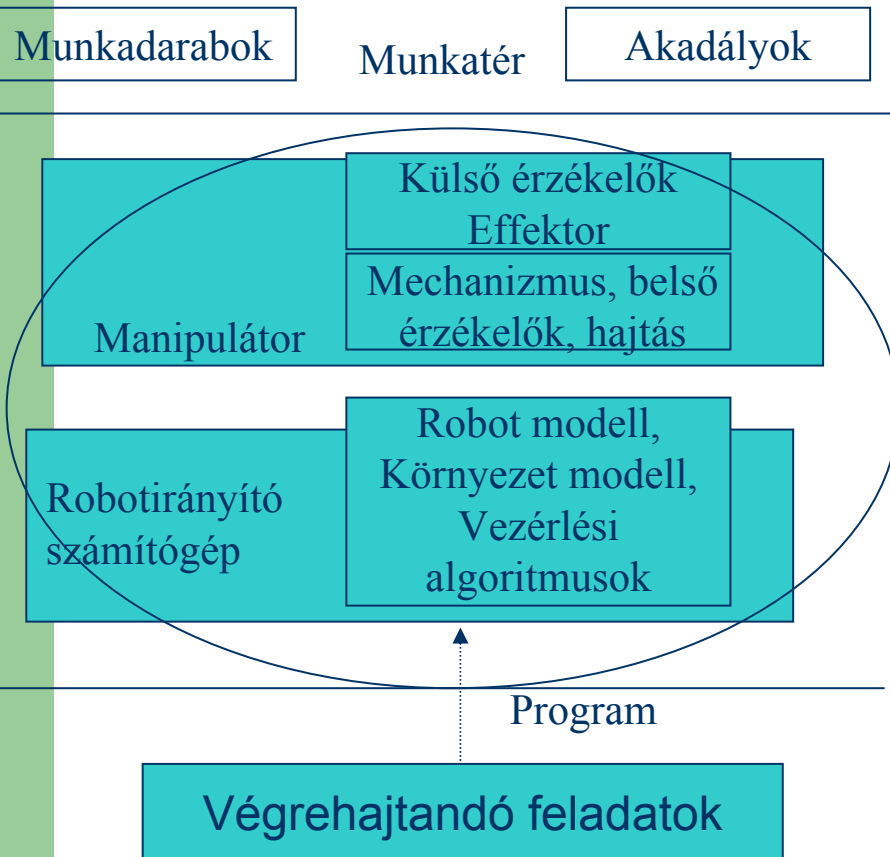
# A robotosított rendszerek struktúrája



- A robotok két fő része a manipulátor, amely magában foglalja a végeffektorokat, a robot „kezeit”, az érzékelőket, a pneumatikus, hidraulikus vagy elektromos meghajtóberendezést, illetve a robotirányító számítógép, amely magában foglalja a vezérlő berendezést, a vezérlési algoritmusokat.
- A korszerű robotok vezérlését több mikroprocesszorból álló, hierarchikus felépítésű vezérlőberendezések végzik. Feladatuk az érzékelőkből időkülönbséggel érkező adatok összeillesztése, a műveletek időzítése, szinkronizálása. A vezérlés felső szintjén történik – koordináta-transzformációk és egyéb műveletek segítségével – a robot „durva” beállítása, és az egész tevékenység koordinálása. Alsóbb szinten a pontosabb beállítás, a pályagörbék, az erő és a sebesség meghatározása, a legalsó szinten az elemi műveletek irányítása.
- Az érzékelők információi a hierarchia különböző szintjein lépnek be, s úgy módosítják az utasításokat, hogy az előre nem látható körülmények nem akadályozzák a feladat megoldását.

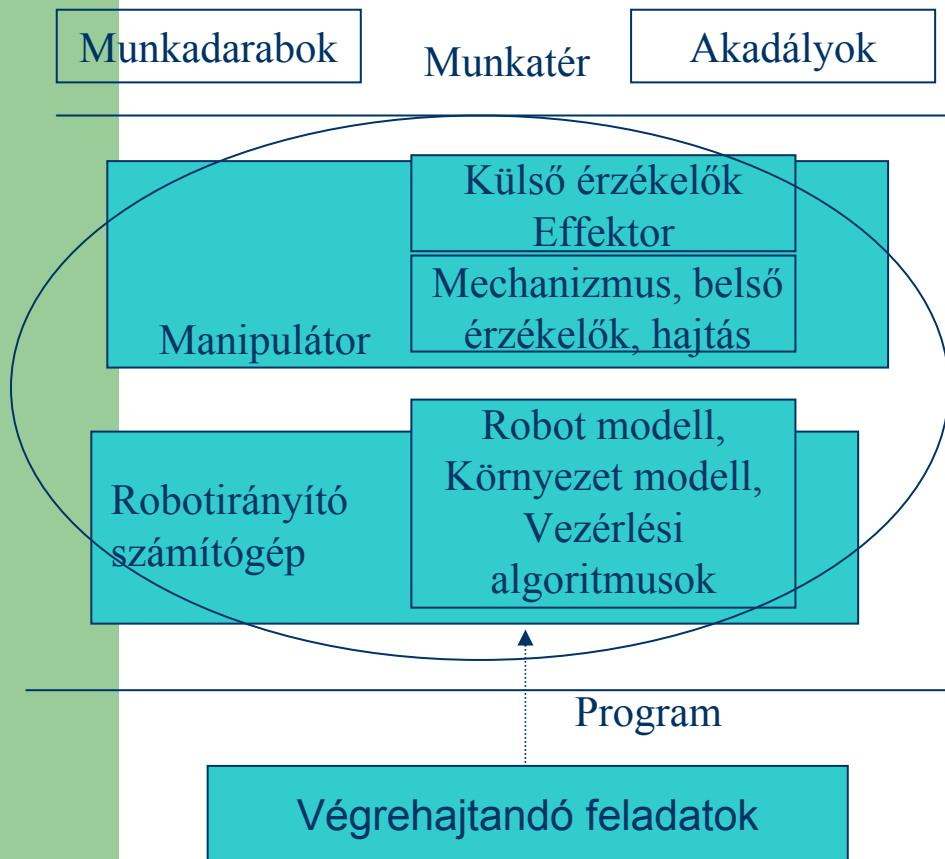


# A robotosított rendszerek struktúrája



- A robotmanipulátor feladata, hogy az effektort egy meghatározott célhelyzetbe, orientációba juttassa.
- Effektor (megfogó vagy szerszám)
- A belső érzékelők feladata az ízületek pillanatnyi jellemzőinek mérése, az erőforrások monitorizálása, a mért adatok továbbítása.
- A munkatérben elhelyezkedő tárgyakat két osztályba soroljuk: céltárgyak és akadályok.
- A vezérlés robotprogrammal történik (berendezések működésének koordinálása, feladatvégrehajtás ütemezése, eseményfüggő lejátszás, érzékelés révén történő koordinátameghatározás).

# A robotosított rendszerek struktúrája



## Pályavezérlés:

- Pontról pontra vezérlés (a pálya bizonyos pontjai vannak megadva).
- Folyamatos pályavezérlés (a pontok között interpolációt hajt végre).

## A hajtás (motrok és áttételek egysége) lehet:

- elektromos
- hidraulikus
- pneumatikus

## Minden ízülethez önálló hajtás tartozik => hajtáslánc (energiaközvetítés)

- A motor fordulatszámát, nyomatékát a hajtott elem követelményeihez kell illeszteni.
- Segítségével el lehet távolítani a motort a robotmanipulátor megfogójának közeléből.

## A hajtásláncre vonatkozó követelmények:

- Előírt kinematikai kapcsolat megvalósítása
- Rendelkezés az előírt teherbírással
- Kis tömegű szerkezet
- Jó hatásfokkal való eljuttatása az energiának a célhelyzetbe.

# Statikus robotkarok, manipulátorok

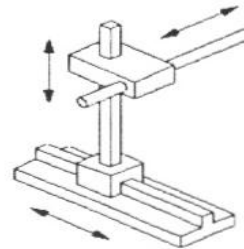
- Robotokról általános fogalmak, csoportosításuk, fejlődésük
    - A robot fogalma
    - Robotika
    - Robotika története
    - Robotgenerációk
    - Fizikai ágensek csoportosítása
      - Architektúrális komplexitás szerinti csoportosítás
      - Robottípusok és alkalmazásaik
  - A robotosított rendszerek struktúrája
    - Robotkarok
    - Kartagok
    - Robotmanipulátorok modellezésének matematikai alapjai
    - Céltárgyak és akadályok modellezése
  - Robotok mobilitása
  - Robotok rendszertervei
- Robotkarok jellemzői:
    - Munkatér (azon pontok halmaza, ahova a robotkar az effektor szerszámközepét/programozhatósági pontját eljuttathatja)
    - Mobilitásfok (ízületek száma)
    - Pontosság (elméleti és elért pozíció közti eltérés vektor formájában megadva)
    - Ismétlési pontosság
    - Precízió (különböző irányokban milyen távolságra helyezkednek el a különböző rácspontok, azok a legközelebbi szomszédos pontok, amelyekbe a karrendszer programozhatósági pontja eljuttatható)
    - Terhelhetőség
    - Maximális sebesség (effektornál)
    - Maximális gyorsulás (effektornál)
    - Azt, hogy a robotkar a tér mely pontjaiba tud eljutni, alapvetően az első három ízület mozgáslehetősége határozza meg. A további ízületek az effektor finompozicionálását és orientációjának beállítását végzik.

# Statikus robotkarok, manipulátorok

- Robotokról általános fogalmak, csoportosításuk, fejlődésük
  - A robot fogalma
  - Robotika
  - Robotika története
  - Robotgenerációk
  - Fizikai ágensek csoportosítása
    - Architektúrális komplexitás szerinti csoportosítás
    - Robottípusok és alkalmazásaik
- A robotosított rendszerek struktúrája
  - Robotkarok
  - Kartagok
  - Robotmanipulátorok modellezésének matematikai alapjai
  - Céltárgyak és akadályok modellezése
- Robotok mobilitása
- Robotok rendszertervei

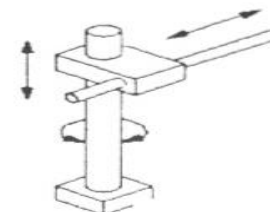
## Derékszögű koordinátás kar

- az első három ízület egymásra merőleges irányokban translációs mozgást végez.



## Hengerkoordinátás kar

- első csavaró ízület függőleges tengely körüli forgást biztosít, a második és harmadik translációs ízület függőleges, illetve vízszintes irányú mozaást végez.

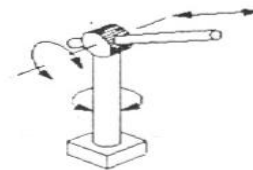


# Statikus robotkarok, manipulátorok

- Robotokról általános fogalmak, csoportosításuk, fejlődésük
  - A robot fogalma
  - Robotika
  - Robotika története
  - Robotgenerációk
  - Fizikai ágensek csoportosítása
    - Architektúrális komplexitás szerinti csoportosítás
    - Robottípusok és alkalmazásaik
- A robotosított rendszerek struktúrája
  - Robotkarok
  - Kartagok
  - Robotmanipulátorok modellezésének matematikai alapjai
  - Céltárgyak és akadályok modellezése
- Robotok mobilitása
- Robotok rendszertervei

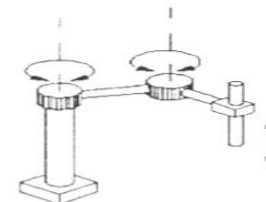
## Gömbkoordinátás kar

- az első ízület a törzs csavaró mozgását, a második az előzőre merőleges síkban a kar billentő mozgását, a harmadik transzlációs ízület az alkar ki-be irányokba történő mozgását biztosítja.



## SCARA (Selective Compliance Assembly Robot Arm)

- az első három függőleges tengelyű ízületek, az első és a második billentő ízület a kart vízszintes síkban forgatja, a harmadik transzlációs ízület a megfogót emeli, illetve süllyeszti.

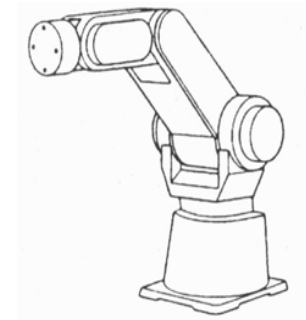
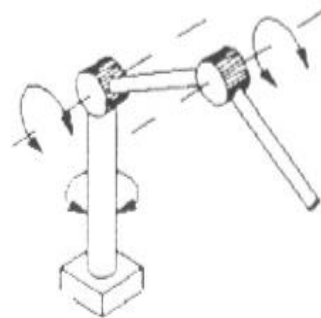


# Statikus robotkarok, manipulátorok

- Robotokról általános fogalmak, csoportosításuk, fejlődésük
  - A robot fogalma
  - Robotika
  - Robotika története
  - Robotgenerációk
  - Fizikai ágensek csoportosítása
    - Architektúrális komplexitás szerinti csoportosítás
    - Robottípusok és alkalmazásaik
- A robotosított rendszerek struktúrája
  - Robotkarok
  - Kartagok
  - Robotmanipulátorok modellezésének matematikai alapjai
  - Céltárgyak és akadályok modellezése
- Robotok mobilitása
- Robotok rendszertervei

## Humanoid kartípus

- legjobban utánozza az emberi kar jellemzőit
- a törzs beállítását csavaró, a felkar és az alkar pozicionálását egymással párhuzamos tengelyű billentő ízületek biztosítják. Legszélesebb körben alkalmazott robotkar.



# Kartagok

- Robotokról általános fogalmak, csoportosításuk, fejlődésük
  - A robot fogalma
  - Robotika
  - Robotika története
  - Robotgenerációk
  - Fizikai ágensek csoportosítása
    - Architektúrális komplexitás szerinti csoportosítás
    - Robottípusok és alkalmazásaik
- A robotosított rendszerek struktúrája
  - Robotkarok
  - **Kartagok**
  - Robotmanipulátorok modellezésének matematikai alapjai
  - Céltárgyak és akadályok modellezése
- Robotok mobilitása
- Robotok rendszertervei

- Az emberi karra emlékeztető robotkar (soros manipulátor) ízületekkel egymáshoz kapcsolt kartagok sorozatából áll. Az  $i$ -edik kartag egy  $Kartag(K_i, D_i)$  paraméterhalmazzal írható le, ahol  $K_i$  a kinematikai paraméterek részhalmaza,  $D_i$  a dinamikai paraméterek részhalmaza.
- A  $K_i$  paraméterhalmaz tartalmazza többek között a kartaghoz rendelt lokális koordinátákat, a kartag irányvektorának jellemzőit, az ízületi tengelyek egységvektorait, a kartagok sebesség és gyorsulás jellemzőit. A  $D_i$  paraméterhalmaz tartalmazza a kartag tömegét, tehetetlenségi nyomatékait.

# Robotmanipulátorok modellezésének matematikai alapjai

- Robotokról általános fogalmak, csoportosításuk, fejlődésük
  - A robot fogalma
  - Robotika
  - Robotika története
  - Robotgenerációk
  - Fizikai ágensek csoportosítása
    - Architektúrális komplexitás szerinti csoportosítás
    - Robottípusok és alkalmazásaik
- A robotosított rendszerek struktúrája
  - Robotkarok
  - Kartagok
  - Robotmanipulátorok modellezésének matematikai alapjai
  - Céltárgyak és akadályok modellezése
- Robotok mobilitása
- Robotok rendszertervei

Egy manipulátorkar  $n$  merev kartagból áll. A manipulátorkartagok valamely bázisrendszeréhez viszonyított helyzetének és orientációjának jellemzésére mátrixalgebrai megközelítést alkalmazunk. Így a mozgás leírása az ízületekhez rendelt koordináta- rendszerek és a bázis koordináta- rendszer közötti transzformációs kapcsolat segítségével történik.

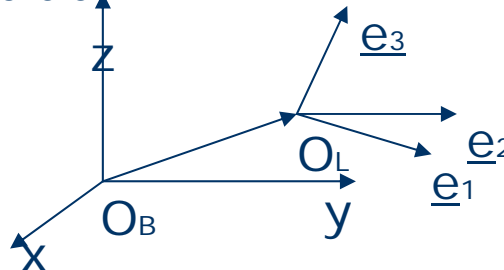
Homogén transzformációkat alkalmazunk.

Legyen  $B$  bázis koordináta rendszer

$\bar{x}, \bar{y}, \bar{z}$  egységvektorokkal.

A  $\vec{v} = v_x \bar{x} + v_y \bar{y} + v_z \bar{z}$  helyvektor leírja az  $L$  lokális koordináta-rendszer  $O_L$  origóját a bázis  $O_B$  origójához képest.

A bázis(rögzített) és a lokális (mozgó) koordináta- rendszerek:





# Robotmanipulátorok modellezésének matematikai alapjai

- Robotokról általános fogalmak, csoportosításuk, fejlődésük
  - A robot fogalma
  - Robotika
  - Robotika története
  - Robotgenerációk
  - Fizikai ágensek csoportosítása
    - Architektúrális komplexitás szerinti csoportosítás
    - Robottípusok és alkalmazásaik
- A robotosított rendszerek struktúrája
  - Robotkarok
  - Kartagok
  - Robotmanipulátorok modellezésének matematikai alapjai
  - Céltárgyak és akadályok modellezése
- Robotok mobilitása
- Robotok rendszertervei

A bázis  $x$ ,  $y$ ,  $z$  tengelye körül  $\gamma$  szöggel végzett elemi forgatások homogén transzformációs mátrixai:

$$Rot(x, \gamma) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \gamma & -\sin \gamma & 0 \\ 0 & \sin \gamma & \cos \gamma & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad Rot(y, \gamma) = \begin{bmatrix} \cos \gamma & 0 & \sin \gamma & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin \gamma & 0 & \cos \gamma & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$Rot(z, \gamma) = \begin{bmatrix} \cos \gamma & -\sin \gamma & 0 & 0 \\ \sin \gamma & \cos \gamma & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

# Céltárgyak és akadályok modellezése

- Robotokról általános fogalmak, csoportosításuk, fejlődésük
  - A robot fogalma
  - Robotika
  - Robotika története
  - Robotgenerációk
  - Fizikai ágensek csoportosítása
    - Architektúrális komplexitás szerinti csoportosítás
    - Robottípusok és alkalmazásaik
- A robotosított rendszerek struktúrája
  - Robotkarok
  - Kartagok
  - Robotmanipulátorok modellezésének matematikai alapjai
  - Céltárgyak és akadályok modellezése
- Robotok mobilitása
- Robotok rendszertervei

Az objektumok felületét síklapokkal közelítjük. Az így kapott csúcsokat valamilyen sorrendben indexszel azonosítjuk, majd meghatározzuk a csúcspontok homogén koordinátás leírásait. Ha a modellezés során  $n$  számú csúcsot használunk, akkor a leíró vektorokat  $4 \times n$  méretű mátrixba foglaljuk:

$$\text{Objektum} = \begin{bmatrix} x_1 & x_2 & \Lambda & x_n \\ y_1 & y_2 & \Lambda & y_n \\ z_1 & z_2 & \Lambda & z_n \\ 1 & 1 & \Lambda & 1 \end{bmatrix}$$

Céltárgyak esetében a leírás részletességét nagyobbra választjuk. Ha a céltárgyat egyik pozícióból a másikba szeretnénk eljuttatni, a manipuláció leírására homogén transzf. mátrixot ( $T$ ) használunk. A mozgás előtti és utáni objektummodell kapcsolatát a következő egyenlet jellemzi:

$$\text{Céltárgy}_{\text{új helyzet}} = T \text{Céltárgy}_{\text{kiinduló helyzet}}$$

# Robotok mobilitása

- Robotokról általános fogalmak, csoportosításuk, fejlődésük
  - A robot fogalma
  - Robotika
  - Robotika története
  - Robotgenerációk
  - Fizikai ágensek csoportosítása
    - Architektúrális komplexitás szerinti csoportosítás
    - Robottípusok és alkalmazásaik
- A robotosított rendszerek struktúrája
  - Robotkarok
  - Kartagok
  - Robotmanipulátorok modellezésének matematikai alapjai
  - Céltárgyak és akadályok modellezése
- **Robotok mobilitása**
- Robotok rendszertervei

- Helyhez nem kötött mobil robotok.
  - kutatók segédeszközeiként funkcionálnak
  - ember számára megközelíthetetlen helyeket keresnek fel
  - folyamatos információgyűjtés
  - komplex problémák megoldására tervezik
- Mobil robottípusok:
  - kerekes robotok (három-, négy vagy hatkerekű)
  - járó robotok
    - lépegető típus (vízszintes terepen)
    - mászó típus (meredek falakon)

# Robotok mobilitása

- Robotokról általános fogalmak, csoportosításuk, fejlődésük
  - A robot fogalma
  - Robotika
  - Robotika története
  - Robotgenerációk
  - Fizikai ágensek csoportosítása
    - Architektúrális komplexitás szerinti csoportosítás
    - Robottípusok és alkalmazásaik
- A robotosított rendszerek struktúrája
  - Robotkarok
  - Kartagok
  - Robotmanipulátorok modellezésének matematikai alapjai
  - Céltárgyak és akadályok modellezése
- **Robotok mobilitása**
- Robotok rendszertervei

Hogyan lehet eljuttatni a robotot az adott helyről a célpozícióba anélkül, hogy a robot akadályokba ütközne?

- durva pályatervezés (főbb sarokpontok)
- finom pályatervezés (két sarokpont között)
- trajektória tervezés (időbeli ütemezéssel)
  - valós időben történő és egylépéses pályatervezés

A pályabejárás vagy navigáció során a megtervezett pályát követjük a robottal. Legnagyobb problémát a robot tervezett és realizált helyzete közti különbség jelenti.

A navigációs rendszer tartalmaz:

- mozgásutasításokat  
(menj, fordulj, stb. parancsok, távolság, szög, útjelző paraméterek)
- leíró jellegű információkat  
(milyen egyedeket kell érzékelni az úton, milyen globális orientációval kell haladni)

# Magába foglaló architektúra

- Robotokról általános fogalmak, csoportosításuk, fejlődésük
  - A robot fogalma
  - Robotika
  - Robotika története
  - Robotgenerációk
  - Fizikai ágensek csoportosítása
    - Architektúrális komplexitás szerinti csoportosítás
    - Robottípusok és alkalmazásaik
- A robotosított rendszerek struktúrája
  - Robotkarok
  - Kartagok
  - Robotmanipulátorok modellezésének matematikai alapjai
  - Céltárgyak és akadályok modellezése
- Robotok mobilitása
- Robotok rendszertervei
  - **Magába foglaló architektúra**
  - Rosenschein alaprendszerterve

Rodney A. Brooks a robottervezésnek viselkedésalapú robotikai megközelítését ajánlotta

Hagyományos intelligens robotrendszerekben az információfeldolgozás:

érzékelés->modellezés->tervezés->terv végrehajtás-> mozgásvezérlés

Brooks új információfeldolgozó architektúrája:

- hierarchikus
- mindegyik komponens (alrendszer) önálló
- egymásra építhető modulok
- nincs központi tervezés, mindegyik komponens saját feladatát kezeli le

# A magába foglaló architektúra moduljai

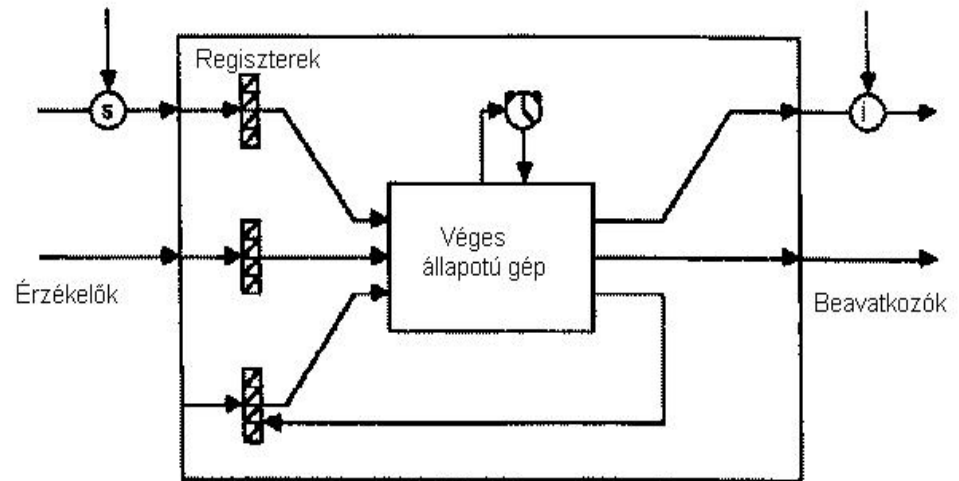
- Robotokról általános fogalmak, csoportosításuk, fejlődésük
  - A robot fogalma
  - Robotika
  - Robotika története
  - Robotgenerációk
  - Fizikai ágensek csoportosítása
    - Architektúrális komplexitás szerinti csoportosítás
    - Robottípusok és alkalmazásaik
- A robotosított rendszerek struktúrája
  - Robotkarok
  - Kartagok
  - Robotmanipulátorok modellezésének matematikai alapjai
  - Céltárgyak és akadályok modellezése
- Robotok mobilitása
- Robotok rendszertervei
  - **Magába foglaló architektúra**
  - Rosenschein alaprendszerterve



Az érzékelést a mozgásvezérléssel összekötő információfeldolgozás nem soros kapcsolatú folyamatok eredménye, hanem a modulok párhuzamos munkájának összessége.

# A magába foglaló architektúra egy alrendszerének sémája Brooks alapján

- Robotokról általános fogalmak, csoportosításuk, fejlődésük
  - A robot fogalma
  - Robotika
  - Robotika története
  - Robotgenerációk
  - Fizikai ágensek csoportosítása
    - Architektúrális komplexitás szerinti csoportosítás
    - Robottípusok és alkalmazásaik
- A robotosított rendszerek struktúrája
  - Robotkarok
  - Kartagok
  - Robotmanipulátorok modellezésének matematikai alapjai
  - Céltárgyak és akadályok modellezése
- Robotok mobilitása
- Robotok rendszertervei
  - **Magába foglaló architektúra**
  - Rosenschein alrendszerterve



Az egyes részfeladatokat megvalósító alrendszerek önálló érzékelő és beavatkozó képességgel rendelkeznek, és kapcsolatban állnak környezetükkel. Az alrendszerek serkentő, illetve gátló üzenetekkel tartják egymással a kapcsolatot (az élőlényekben működő alrendszerekhez hasonlóan).

A véges állapotú alrendszer (automata) egyszerű információfeldolgozó kapacitással rendelkezik, például vektorösszegeket számít.

# Az architektúra alkalmazása

- Robotokról általános fogalmak, csoportosításuk, fejlődésük
  - A robot fogalma
  - Robotika
  - Robotika története
  - Robotgenerációk
  - Fizikai ágensek csoportosítása
    - Architektúrális komplexitás szerinti csoportosítás
    - Robottípusok és alkalmazásaik
- A robotosított rendszerek struktúrája
  - Robotkarok
  - Kartagok
  - Robotmanipulátorok modellezésének matematikai alapjai
  - Céltárgyak és akadályok modellezése
- Robotok mobilitása
- Robotok rendszertervei
  - **Magába foglaló architektúra**
  - Rosenschein alaprendszerterve

- a Genghis-rovar, 1989

Az elvek helyességének az igazolására az egyik első sikeres példány a hatlábú, 35 cm hosszú, 25cm magas, 1kg tömegű Genghis nevű robot volt.

Az információfeldolgozást és a vezérlést négy darab mikroprocesszor végezte.

A teljes működést 57 véges állapotú alrendszer biztosította.

A robot a következő feladatokkal birkózott meg:

- felállás a tápfeszültség bekapcsolása után
- sétálás sima talajon
- a láb átemelése ütközés esetén az akadályon
- az akadályok elkerülése a tapintók jelei alapján
- egyensúly megtartása
- közeli mozgó tárgyak észlelése és követése





# Rosenschein alap rendszerterve

- Robotokról általános fogalmak, csoportosításuk, fejlődésük
  - A robot fogalma
  - Robotika
  - Robotika története
  - Robotgenerációk
  - Fizikai ágensek csoportosítása
    - Architektúrális komplexitás szerinti csoportosítás
    - Robottípusok és alkalmazásaik
- A robotosított rendszerek struktúrája
  - Robotkarok
  - Kartagok
  - Robotmanipulátorok modellezésének matematikai alapjai
  - Céltárgyak és akadályok modellezése
- Robotok mobilitása
- Robotok rendszertervei
  - Magába foglaló architektúra
  - **Rosenschein alaprendszerterve**

▪ Rosencheint az elméleten alapuló, hogy bármely véges állapotú gép megvalósítható egy olyan állapotregiszterrel, amelyhez egy olyan előrecsatoló áramkör csatlakozik, ami az állapotot aktualizálja az érzékelők bemeneteivel és az aktuális állapotnak a függvényében, és amihez tartozik egy másik olyan áramkör, ami a kimenetet számítja ki az állapotregiszter alapján.

▪ Flakey, a környezetbe ágyazott automataelméleten alapuló robot:

■ Képes volt az SRI termeiben a navigálásra, megbízatások teljesítésére, sőt kérdések feltevésére is.

# A robotika három törvénye

- I, Robot (Asimov, 1950) tudományos, fantasztikus könyvéből:
  1. Egy robot egyetlen emberi lényt sem sebezhet meg, és tétlensége sem okozhatja egyetlen ember károsodását sem.
  2. Egy robotnak engedelmeskednie kell az ember által adott parancsoknak, kivéve ha a parancs az első törvénybe ütközik.
  3. Egy robotnak védenie kell saját létét mindaddig, amíg az ütközésbe nem kerül az első vagy a második törvénnyel.

# Forrás

- Futó Iván: Mesterséges Intelligencia
- <http://tommy.jsc.nasa.gov/~cox>
- <http://www.foresight.org/Nanomedicine>
- <http://www.activmedia.com/robots/robocup.html>