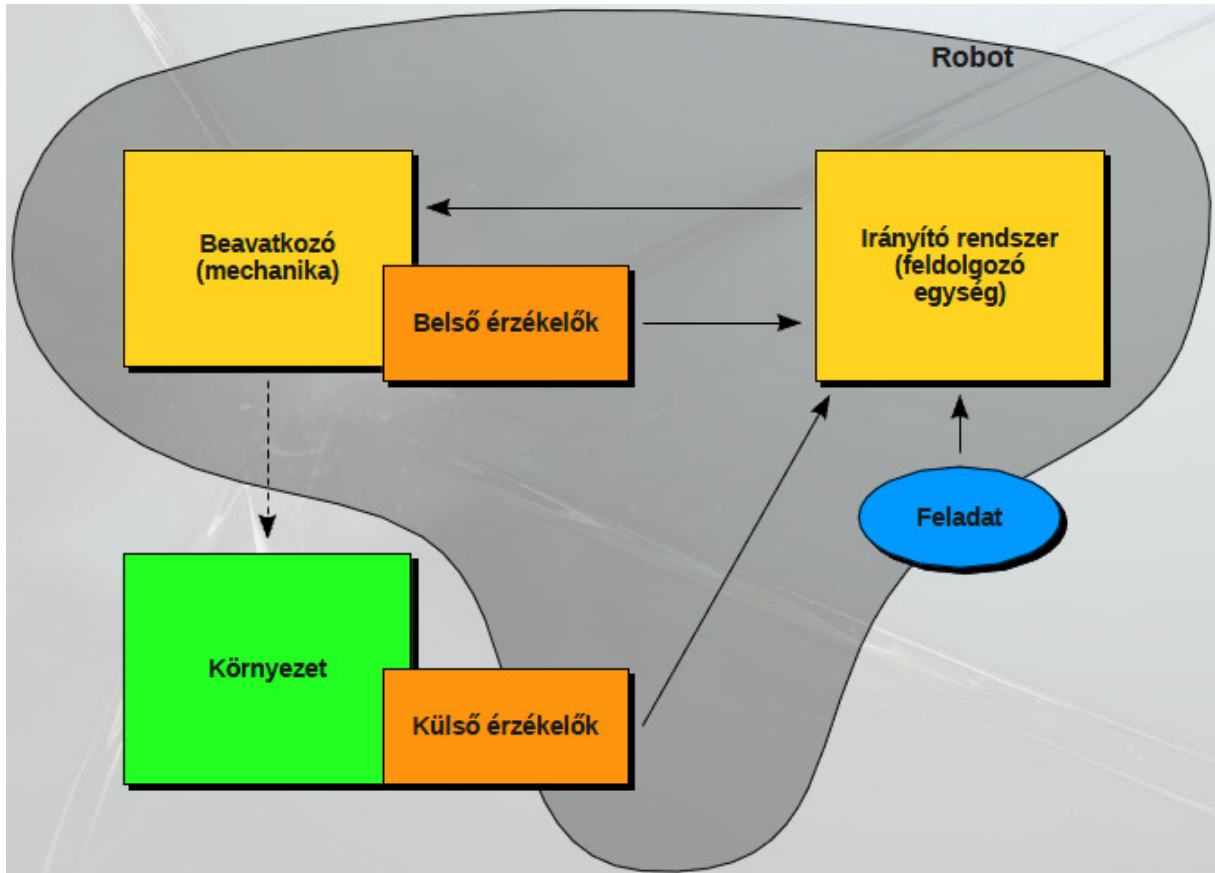
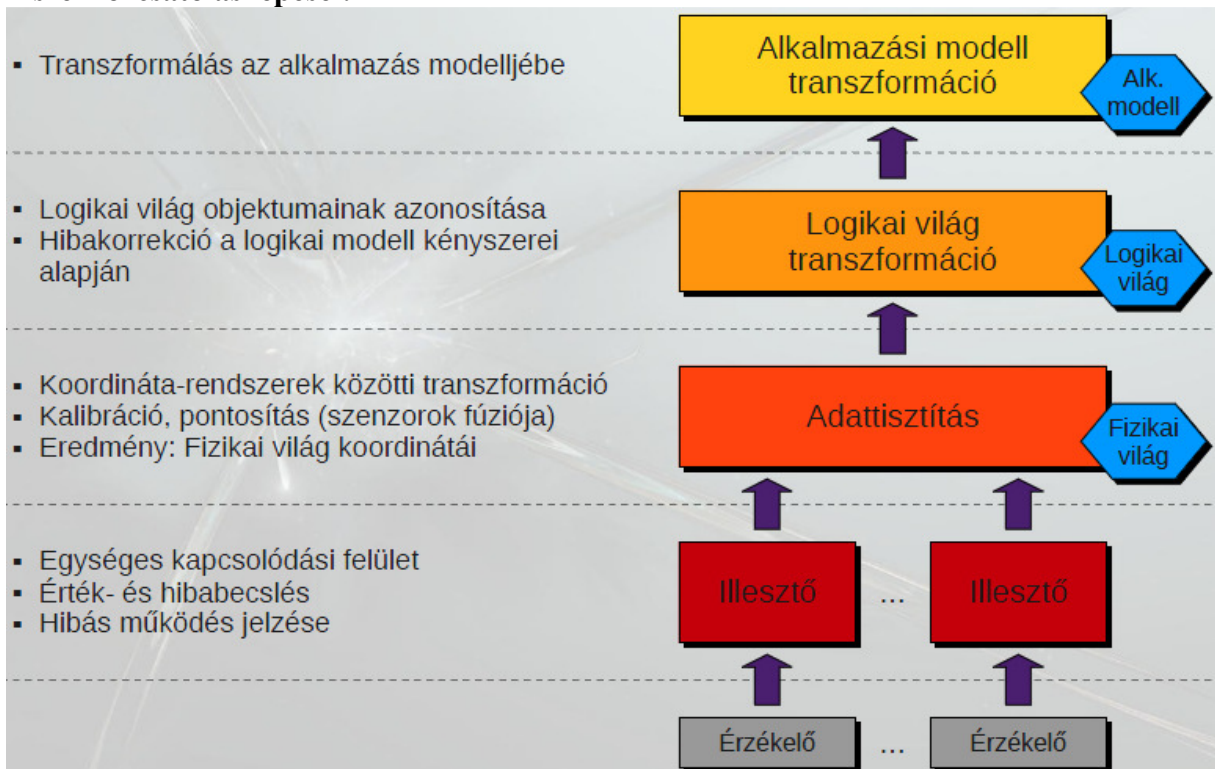


1. Mi a szenzorcsatolt robot, hogyan épül fel? Ismertesse a szenzorcsatolás lépéseit röviden az „Egységes szenzorplatform architektúra” segítségével. Mikor beszélünk szenzorfüzióról? Milyen módszereket használhatunk?

Szenzorcsatolt robot:



A szenzorcsatolás lépései:



**Szenzorfüzió:** Több különféle(!) szenzorból származó adatok együttes alkalmazása

**Módszerek:**

- Kalman szűrő
  - o Lineáris dinamikus rendszerek állapotát becsli
  - o Zajos mérések
  - o Rekurzív becslő: előző becsült érték + szenzoradat → jelenlegi becsült érték
- Bayes hálózatok
  - o Véletlenszerű adatokban (változók és eredmények) függőségeket keres
  - o Függőségek alapján következtet → tanul
- Dempster-Shafer Elmélet
  - o különböző források „bizonyosságai”-ra alapozott „hiedelem”

**2. Ismertesse a valósídejűség kritériumait, és típusait. Milyen megoldásokat ismerünk szenzorok késleltetésének korrígálására?**

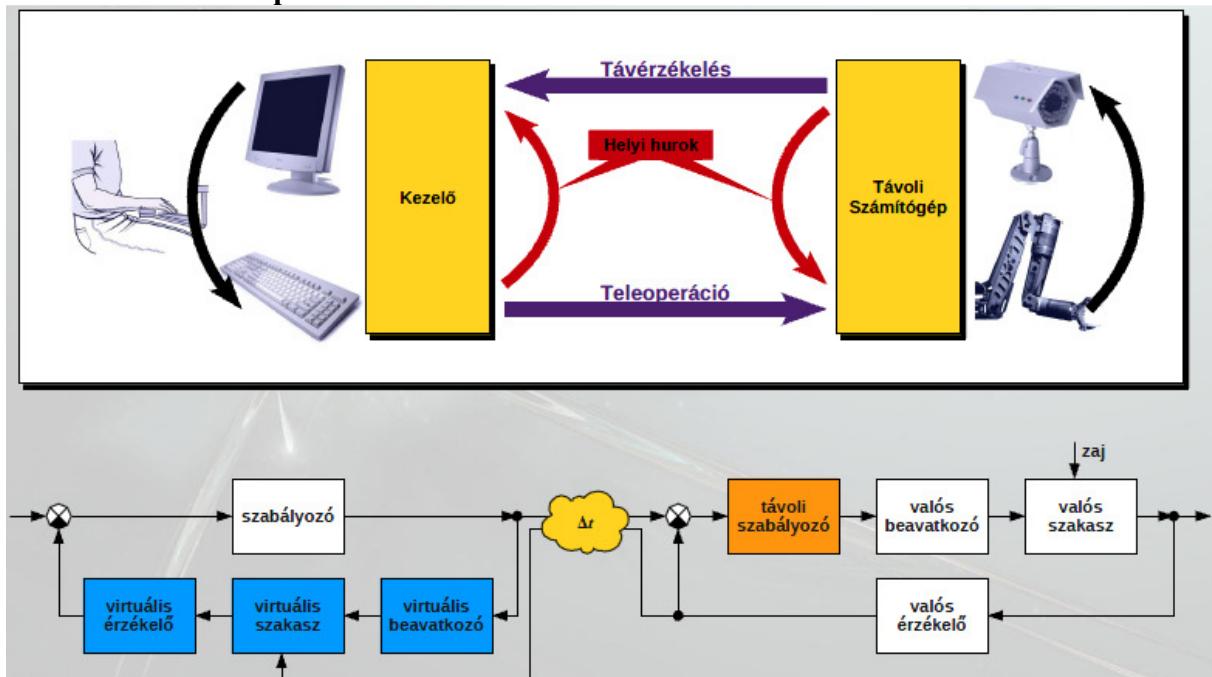
- **Valósídejű** rendszerek  
Hardver és szoftver rendszerek, melyekben feladatokhoz határidő tartozik, amelyeket tipikusan a rendszernek be kell tartania.
  - Nagyon gyors rendszer, de nincs határidő → nem valósídejű
  - Nagyon lassú, távoli határidővel → valósídejű
  - Szenzor+visszacsatolás: legyen valósídejű!
- **Szigorúan valósídejű** (hard real-time) rendszerek  
A művelet eredménye a határidő lejárta után használhatatlan, a teljes rendszerben kritikus hibát okozhat.
  - Végálláskapcsoló
  - Fék (gépkocsiban)
- **Lazán valósídejű** (soft real-time) rendszerek  
A művelet (egy-egy) eredménye a határidő lejárta után is használható, de a csökken a rendszer minősége.
  - Pl. egy-egy képkocka kimarad
  - Túlmintavételezés
  - Nem okoz közvetlenül problémát, de kell róla tudni
  - Másodlagos információt még hordozhat

**Késleltetések:**

- ~Holtidős szakasz
- Integráló tag
- Nem lineáris szabályozó körök
- Predikció

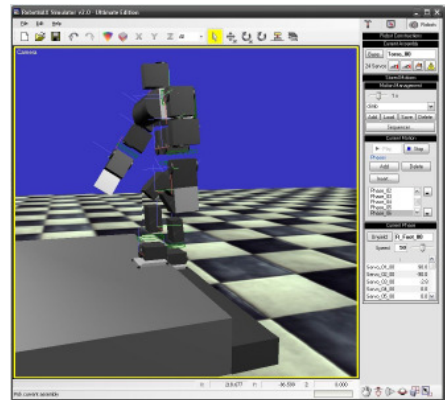
### 3. Mit jelent a teleoperáció és a távérzékelés? Ismertesse a Sheridan modellt. Részletezze a helyi és a távoli visszacsatolási hurkok tulajdonságait.

#### Sheridan - féle teleoperációs modell:



#### Virtuális valóság a teleoperációban („helyi visszacsatolási hurok”)

- Feladatok
  - HMI (Human-Machine Interface)
    - Nem megfelelő mérettartomány
    - Veszélyes, hozzáférhetetlen környezet
  - Automatikus irányítás
    - Szabályozó kör „távol” a beavatkozó szervtől
- Virtuális-valóság felügyelt teleoperáció
  - Fizikai valóság → Virtuális tér
  - Szabályozás virtuális térben
  - Robot csak vezérlő jelet kap
  - Szenzorvisszacsatolás korigálja az állapotot
  - Kinematikai/dinamikus modell



#### Távolsi visszacsatolási hurok

- Egyszerű visszacsatolás
  - Alapjel egyszerű követése (tipikusan lineáris szabályozás)
  - Hibadetektálás, veszélyérzékelés
  - Késleltetés → lassú
  - Biztonságos működés
- Predikciós visszacsatolás
  - Előre becsli az irányítást
  - „Valósdejű” működés
  - Komoly hibaarány (becslés minőségétől függ)

- MMI → helyi oldal szabályai ismertek lehetnek
- Kritikus rendszerekben nem célszerű

**4. Milyen vizuális visszacsatolási módszereket ismerünk? Mit jelent a perspektív torzítás? Mi a 4 pontos kalibráció lényege (képletekre nincs szükség)? Milyen módszereket ismerünk a térbeli pozícióvisszacsatolás megvalósításához.**

**IBVS (Kép-alapú ~)**

- 2D kiértékelés: többnyire képtér-pozíció



**PBVS (Pozíció-alapú ~)**

- 3D kiértékelés
  - Robot (megfogó, test stb.)
  - Környezet (tárgyak)
- Pontatlan (érzékelő-, környezet-, robotmodell)
- Lassú (teljes kép kiértékelése)

**Hibrid megoldások...**

**Perspektív torzítás:** Amennyiben egy kamera nem pontosan felülről látja a munkateret, a munkatér a képen torzítva jelenik meg. Igaz azonban az, hogy amennyiben a munkatérben vizsgált összes objektum egy síkban helyezkedik el, a képernyőn található pontok egyértelműen összefüggenek a valós pontokkal. Az összefüggést a perspektív transzformáció adja meg:

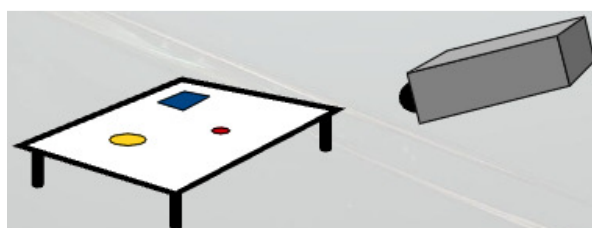
$$\begin{bmatrix} x \cdot w \\ y \cdot w \\ w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$x = \frac{a_{11} \cdot u + a_{12} \cdot v + a_{13}}{a_{31} \cdot u + a_{32} \cdot v + 1}$$

$$y = \frac{a_{21} \cdot u + a_{22} \cdot v + a_{23}}{a_{31} \cdot u + a_{32} \cdot v + 1}$$

$x, y$  világkoordináták  
 $u, v$  képpkoordináták  
 $A$  perspektív transzformációs mátrix  
 $w$  arányossági tényező

**4 pontos kalibráció:** A perspektív transzformációs mátrix meghatározásához fel kell vennünk pontokat, melyeknek ismerjük a pontos pozícióját a valós térben és a kameraképen is. Tekintettel arra, hogy  $w$  értéke tetszőleges lehet, a mátrix determinánisa is tetszőlegesen megválasztható, vagyis a 9 érték nem független egymástól, 1-et tetszőlegesen megválaszthatunk ( $t_{33}=1$ ). A többi paraméter meghatározható. Mivel 8 paraméter értékére vagyunk kíváncsiak, 8 független összerendelésre van szükségünk, Mivel minden pont 2 független értéket tartalmaz  $(x,y) \rightarrow (u,v)$ , 4 ismert pontra van szükségünk.



**Térbeli pozícióvisszacsatolás:**

- Egy kamera → kevés információ (Speciális megoldások)
- Sztereo kamerapár
  - Redundancia
  - Csak a mindkét kamera által látott pontok!
- Sok-kamerás rendszer
  - Redundancia
  - Több részlet
  - Speciális megoldások, pl. Visual hull