

MEMS gyorsulásérzékelők használata pontos távcső pozicionálásra

Mészáros László, Pál András, Jaskó Attila

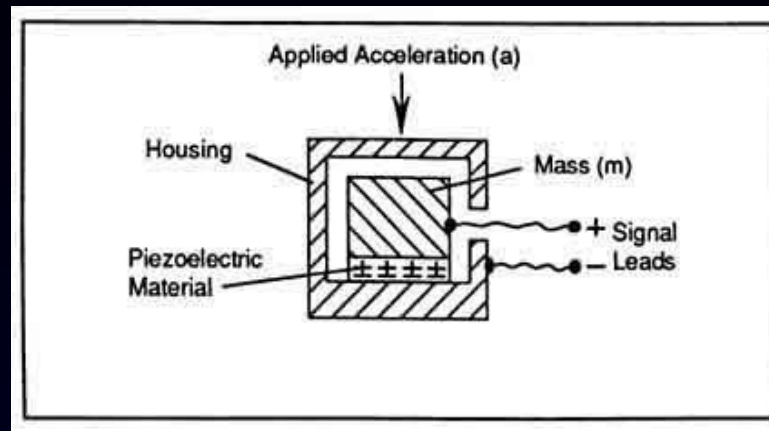
Fiatal Csillagász és Asztrofizikus Kutatók Találkozója
2014.09.17

Tartalom

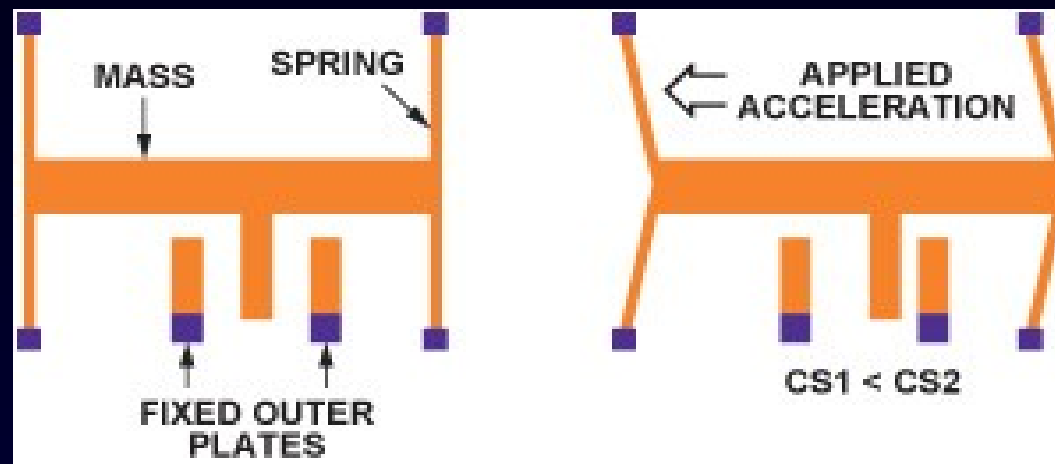
- Gyorsulásérzékelőkről általában
- Tervezés
- Kalibrációs eljárás
- Eredmények

Gyorsulásérzékelők

- Piezoelektromos

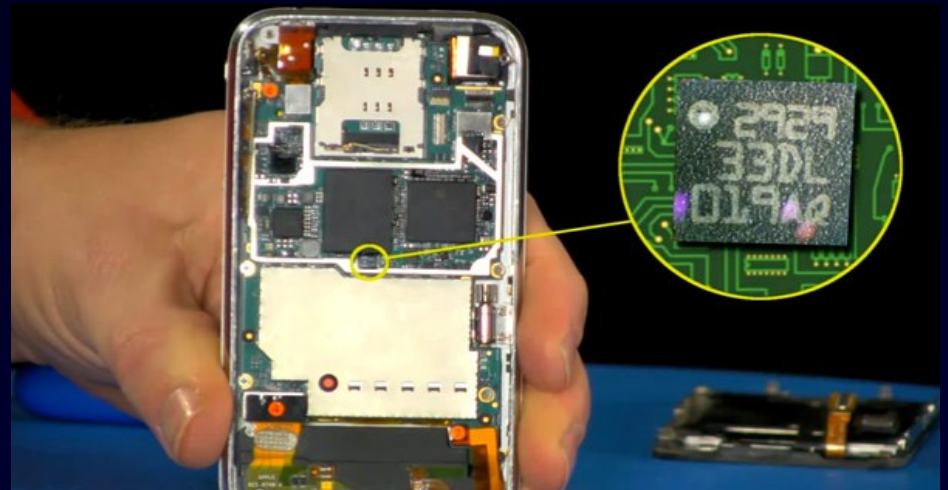
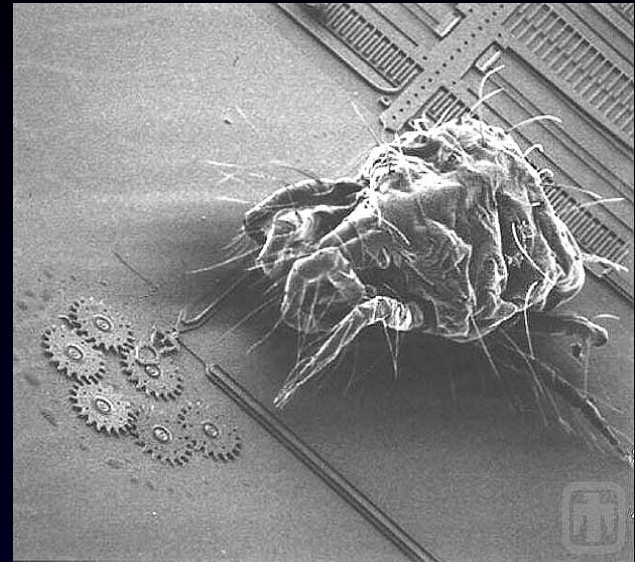


- Kapacitív



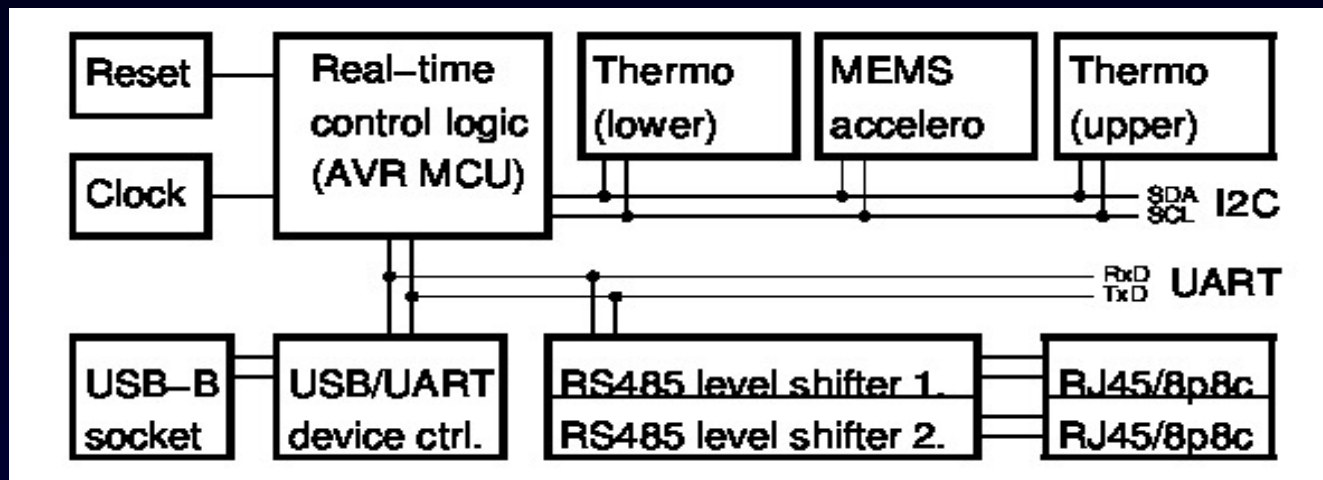
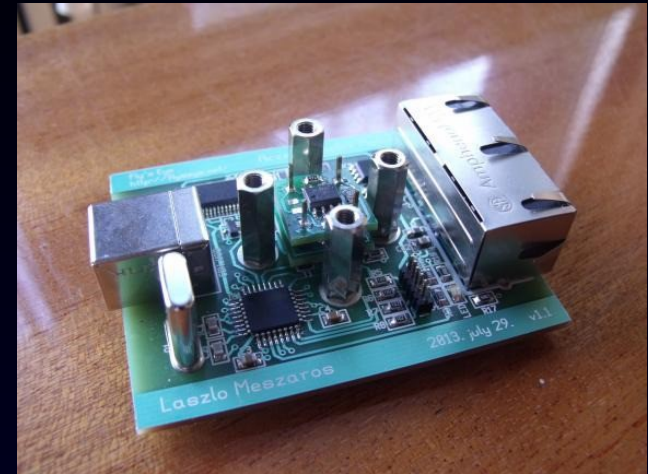
Gyorsulásérzékelők

- MEMS (Micro Electro-Mechanical Systems)
- Felhasználás:
rezgés mérők, laptop
merevlemez
védelmére,
okos telefonok



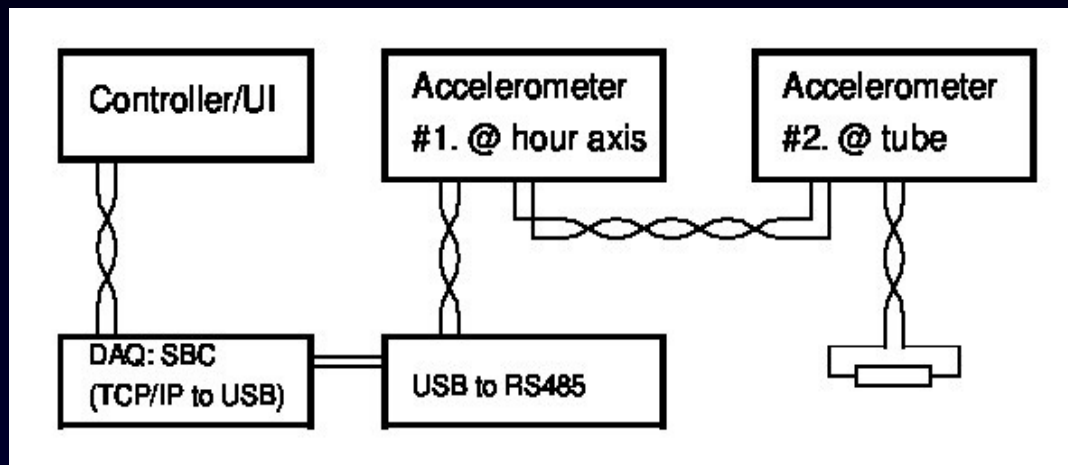
Design

- 3-tengelyű, kapacitív
- Kommunikáció: I2C, RS485(/USB)
- Multiboard I2C bus
- Hőmérsékletmérés



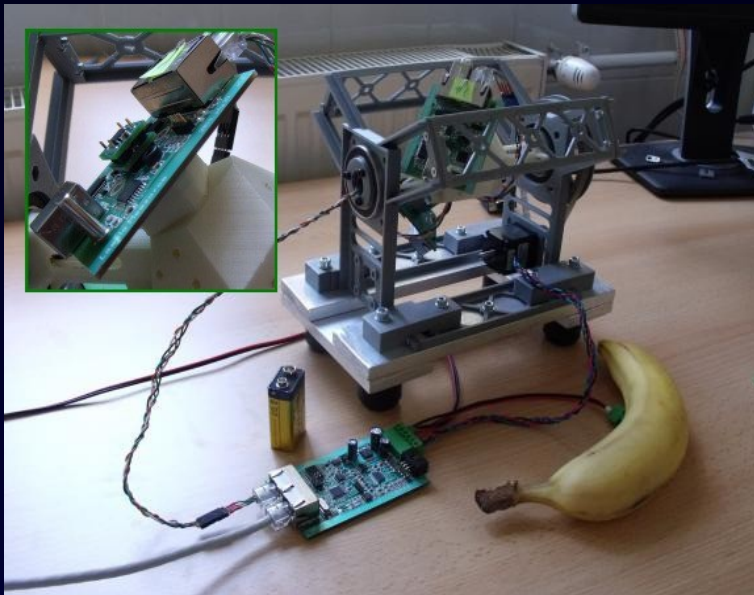
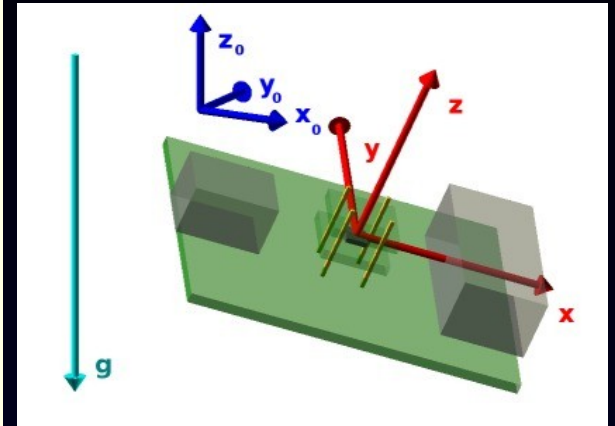
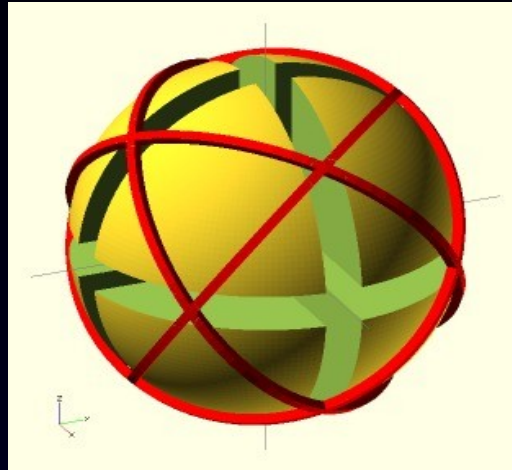
Design

- Sorba felfűzhető egységek (Ethernet kábel)
- half-duplex (RS485) / full-duplex (RS422)
- Csomag alapú kommunikáció



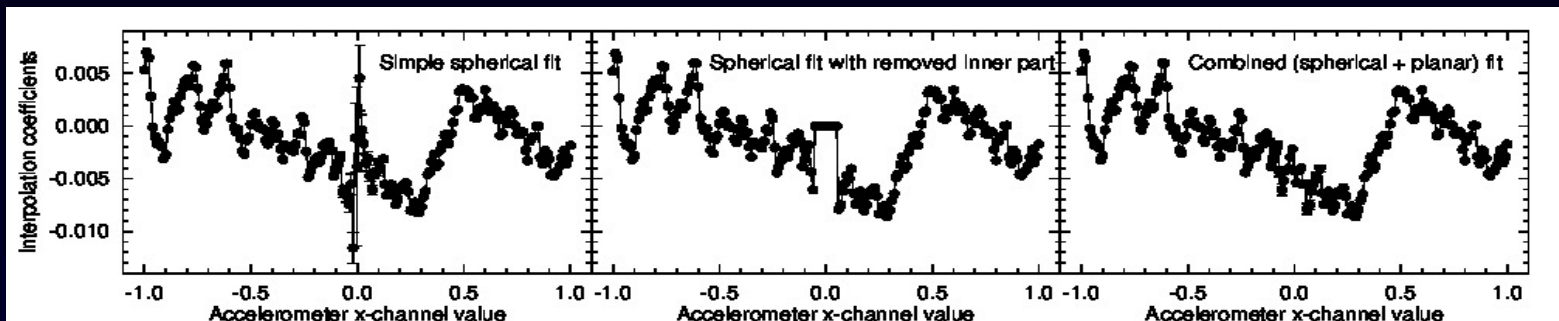
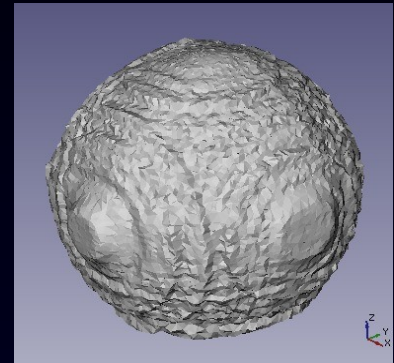
Kalibráció

- Gyárilag: $\sim 2-3^\circ$
- Cél: $< 1'$
- Kalibráció:
 - abszolút
 - elhelyezés



Kalibráció – abszolút

- Mért értékek: $-1 \leq (x,y,z) \leq 1$ (12bit $\sim 4\text{mg}$)
→ $x^2 + y^2 + z^2 = g^2 = 1$
→ szisztematikus hibák: RMS ~ 0.021
→ gömb felszínét mintavételezni+affin transzformáció: RMS ~ 0.0021



- RMS $2.3\text{-}2.6 \times 10^{-4} \approx 48\text{-}54''$
- Hőmérséklet-függés: $\sim 1.3 \times 10^{-4}/^\circ\text{C}$

Kalibráció – elhelyezésre

- Egység a tubuson, tubus az óratengelyen, távcső a földön $\mathbf{R} = \mathbf{G} \cdot (\mathbf{P}_t \cdot \mathbf{P}_d) \cdot \mathbf{A}$, forgatási mátrixok

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} +0.6307 & -0.7759 & -0.0135 \\ -0.3365 & -0.2577 & -0.9057 \\ +0.6993 & +0.5758 & -0.4237 \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{G} = \begin{pmatrix} \sin \varphi & 0 & -\cos \varphi \\ 0 & 1 & 0 \\ \cos \varphi & 0 & \sin \varphi \end{pmatrix}, \mathbf{P}_t = \begin{pmatrix} \cos \tau & \sin \tau & 0 \\ -\sin \tau & \cos \tau & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \mathbf{P}_d = \begin{pmatrix} \cos \delta & 0 & -\sin \delta \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \delta & 0 & \cos \delta \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{P} \approx \begin{pmatrix} c_t c_d & s_t & -c_t s_d \\ -s_t c_d & c_t & s_t s_d \\ s_d & 0 & c_d \end{pmatrix} + a \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ -s_d & 0 & -c_d \\ -s_t c_d & c_t & s_t s_d \end{pmatrix} + b \begin{pmatrix} s_d & 0 & c_d \\ 0 & 0 & 0 \\ -c_t c_d & -s_t & c_t s_d \end{pmatrix} + c' \begin{pmatrix} s_t c_d & -c_t & -s_t s_d \\ c_t c_d & s_t & -c_t s_d \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \\ + d \begin{pmatrix} -s_t s_d & 0 & -s_t c_d \\ -c_t s_d & 0 & -c_t c_d \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} + e' \begin{pmatrix} c_t s_d & 0 & c_t c_d \\ -s_t s_d & 0 & -s_t c_d \\ -c_d & 0 & s_d \end{pmatrix} + g \begin{pmatrix} 0 & -c_t s_d & -s_t \\ 0 & s_t s_d & -c_t \\ 0 & c_d & 0 \end{pmatrix} + i \begin{pmatrix} s_t & -c_t c_d & 0 \\ c_t & s_t c_d & 0 \\ 0 & -s_d & 0 \end{pmatrix}$$

Kalibráció – elhelyezésre

- Telepítés a Schmidt-re
- 23 kép (FITSH lfit)
- RMS: $2.5 \times 10^{-4} \approx 52''$



Eredmények

- Olcsó szenzorok használata
- Megfelelő kalibrálási eljárás
 - ⇒ kitűzött ívperc alatti pontosság
- Sikeresen alkalmazható autonóm/távolról vezérelt távcsövek visszajelző rendszereként

- További cél: alkalmazás hexapodon