

Folyamatos mozgásmérés

Gyors mozgás
Sok pontban észlelés
Sűrű mintavételezés



Geodézia hagyományos eszközei
nem alkalmazhatók

Például

Hidak dinamikus próbaterhelése (cm/s sebesség)

Acélszerkezet hőmozgása (100+ pontban)

Gépek rezgése (50 Hz)

Jellemzően automatizált mérés, adatgyűjtés és adatfeldolgozás

Mérés időtartamának meghatározása

A mozgás nem lehet olyan gyors, hogy a mérés időtartama alatt a mérési középhibát megközelítő mozgás legyen

Mérés időtartamának korlátja

$$t \cdot v = k \cdot m \quad \longrightarrow \quad t \leq \frac{k \cdot m}{v}$$

Ahol

t – a mérés időszükséglete

v - a mozgás sebessége

m – elvárt középhiba

k – arányossági tényező (0.2 -0.5)

Például:

$$v = 1 \text{ mm/óra} \quad m = 0.1 \text{ mm} \quad k = 0.3 \quad t \leq 0.03 \text{ óra} \sim 2 \text{ perc}$$

$$v = 1 \text{ mm/perc} \quad m = 0.5 \text{ mm} \quad k = 0.4 \quad t \leq 0.2 \text{ perc} \sim 12 \text{ mp}$$

$$v = 6 \text{ mm/perc} \quad m = 1.0 \text{ mm} \quad k = 0.5 \quad t \leq 0.08 \text{ perc} \sim 5 \text{ mp}$$

Eszközök (szenzorok)

Mérőállomás 0.5-10 Hz
GPS 1-20 Hz } egy műszer – egy pont

Induktív adó (proximity sensor)
Helyzetérzékelő dióda
Interferométer, laser tracker } hosszváltozás
mozgásból

Rezgőhúr } nyúlás
Nyúlásmérő bélyeg } deformáció

Elektromos libella }
Inklinométer } dőlés

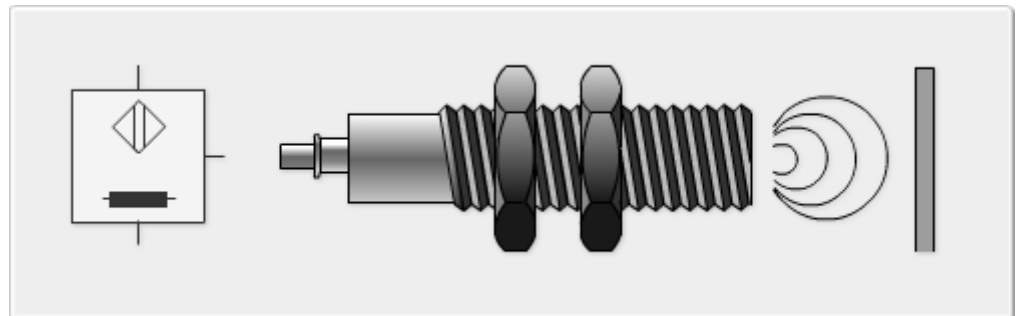
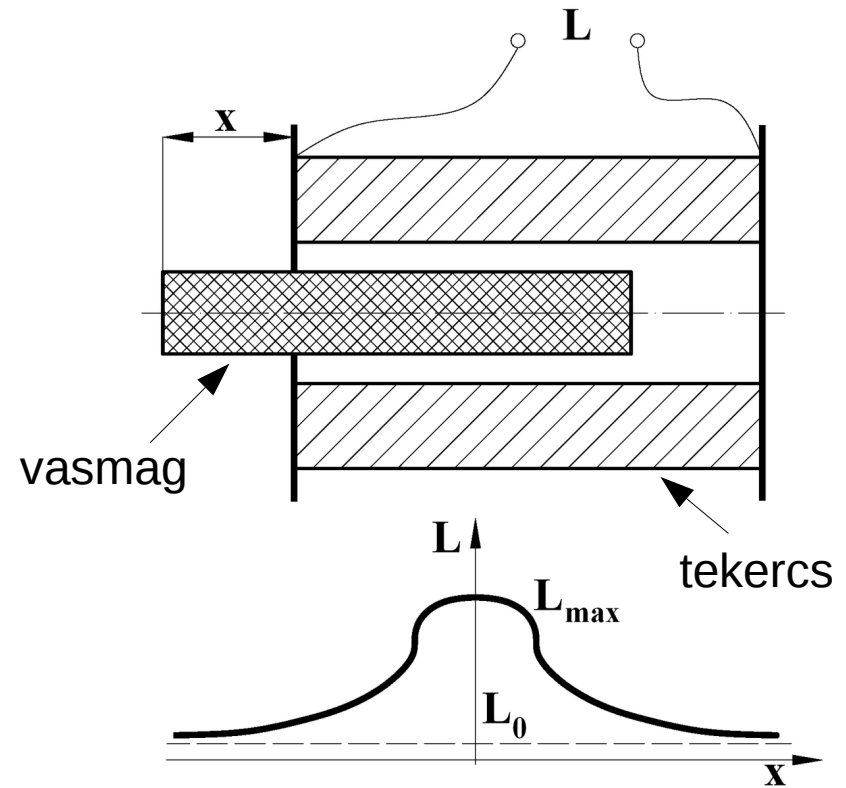
Videó/fotogrammetria

MEMS (MicroElectronical Mechanical System)

10-100 Hz

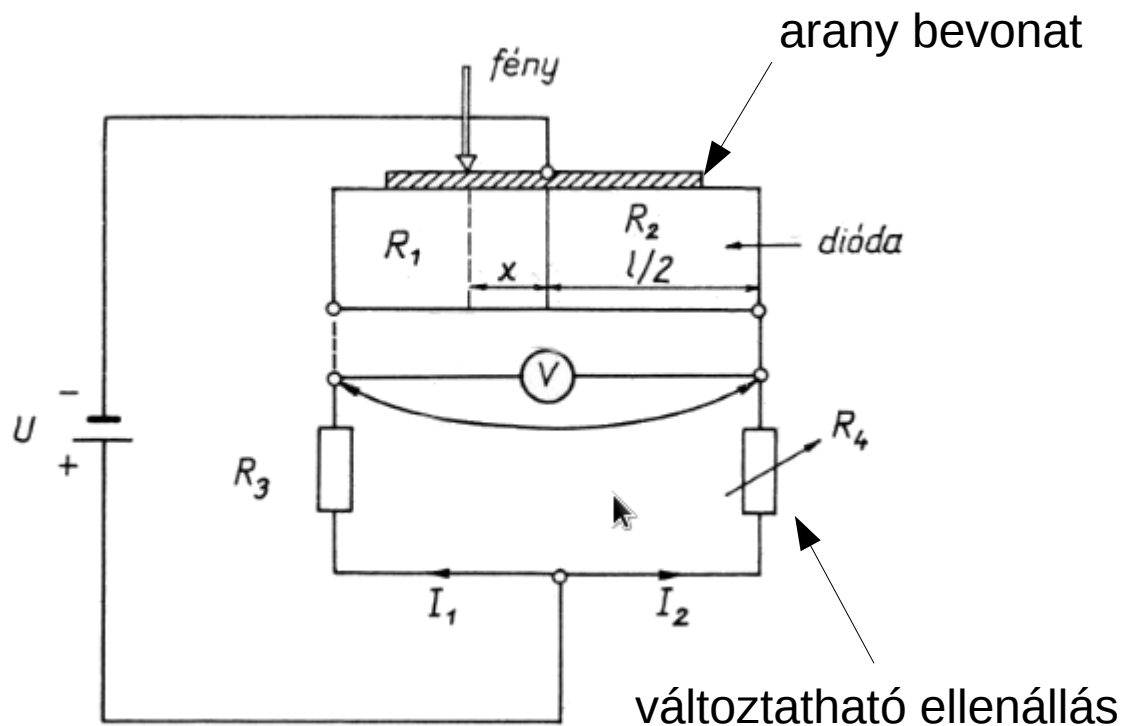
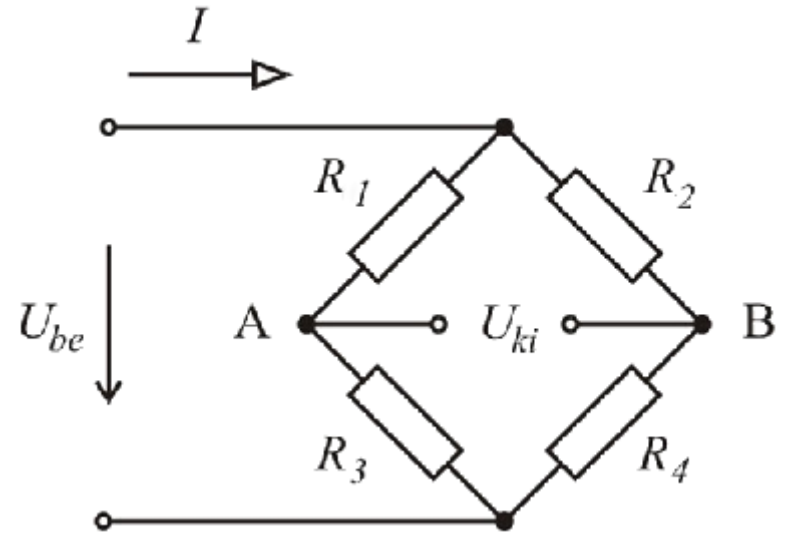
Induktív adó

0.5 – 200 mm méréstartomány
A vasmagot a mozgó részhez
a tekercset a mozdulatlan részhez
rögzítjük.



Fényérzékelő dióda

Mérési tartomány ~10cm
 Wheatstone-híd elvén
 a híd kiegyenlített, ha $U_{ki} = 0$
 ekkor $R_1 \cdot R_4 = R_2 \cdot R_3$



Kiegyensúlyozás után

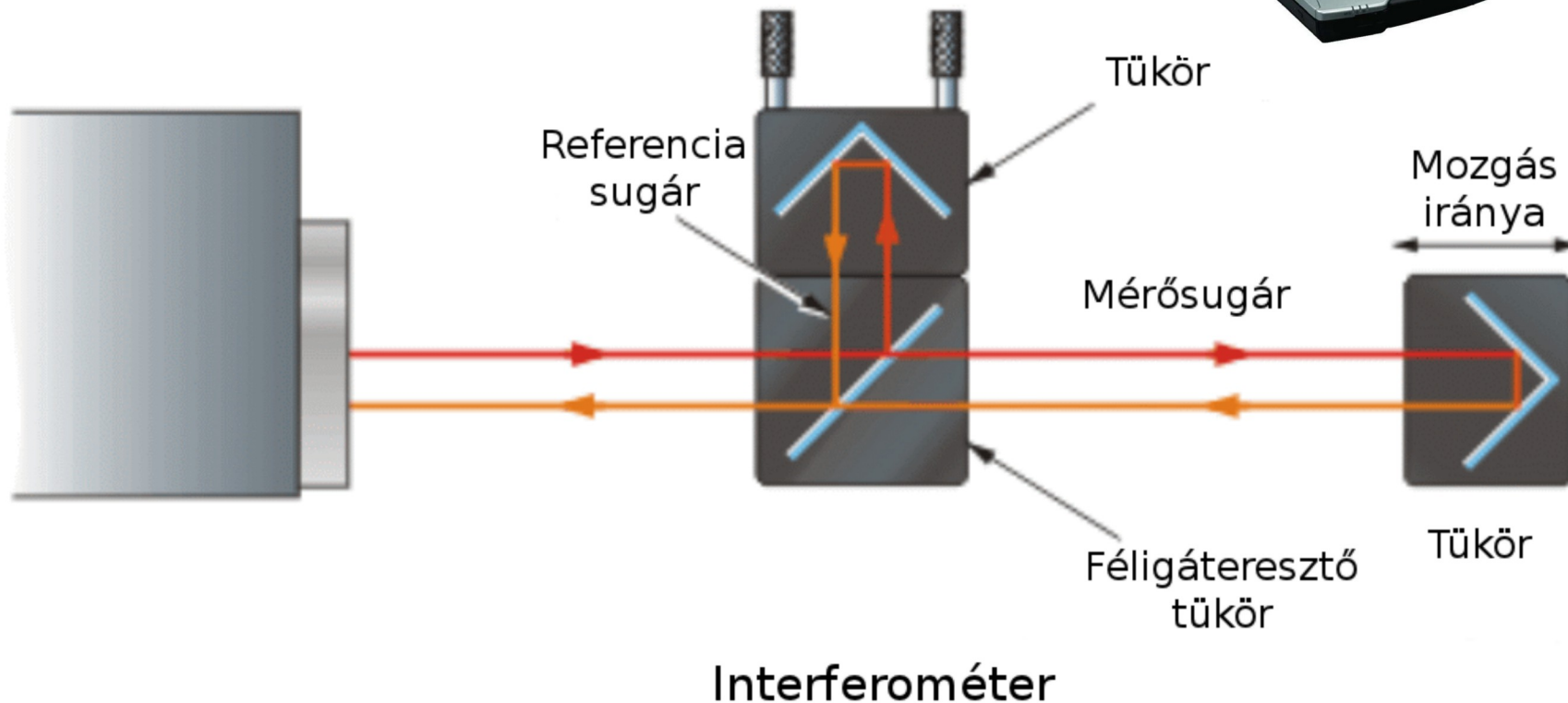
$$x = \frac{1}{2} \cdot \frac{R_4 - R_3}{R_4 + R_3}$$

Interferométer/laser tracker

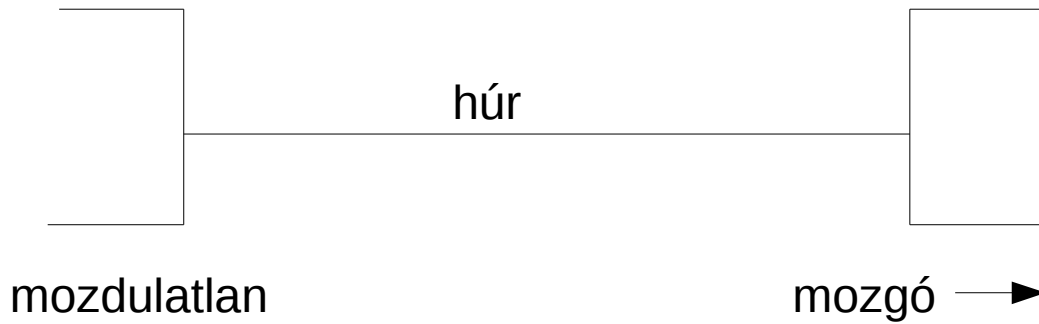
Referencia tükör mozdulatlan
A mozgó tükorről és a referencia tükorről visszaverődő fénysugarak interferenciáit számolja a rendszer.



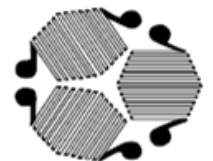
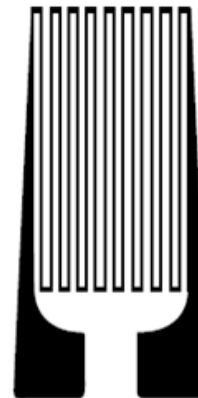
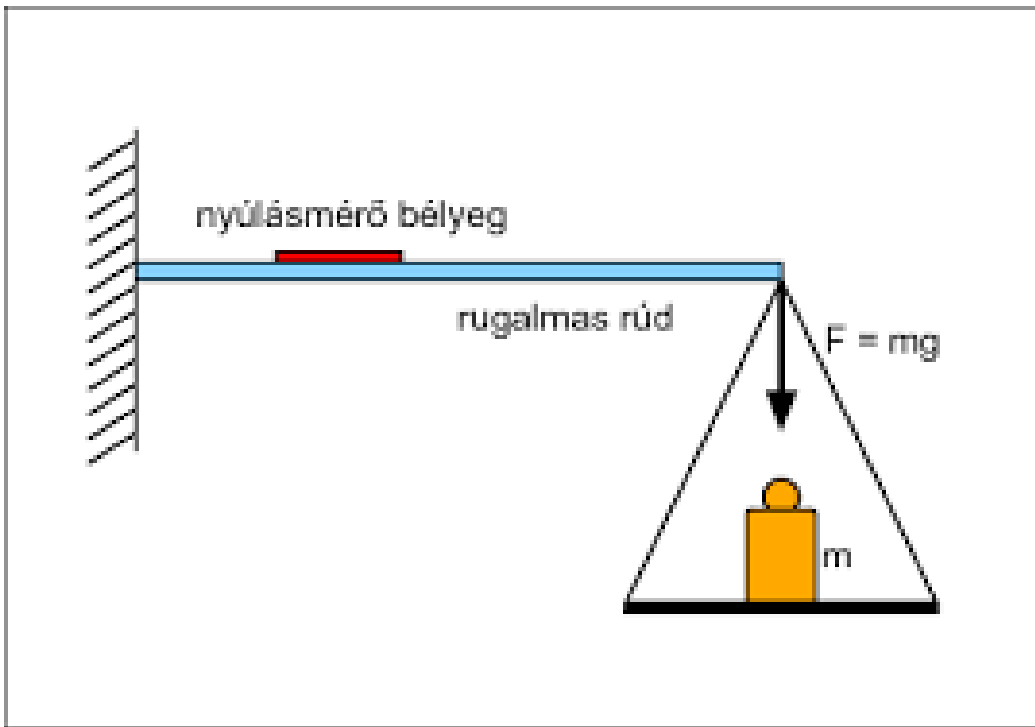
Oldalnézet



Rezgőhúr, nyúlásmérő bélyeg



A húr, bélyeg megnyúlásával a keresztmetszete csökken, az ellenállása nő.



(a)

(b)

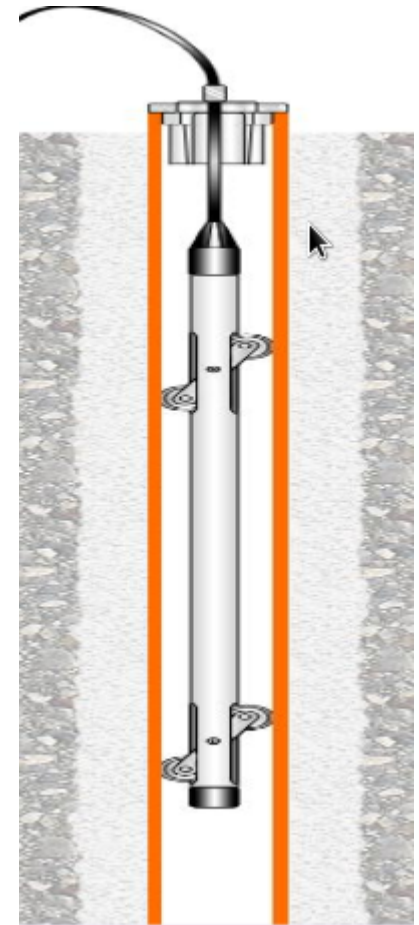
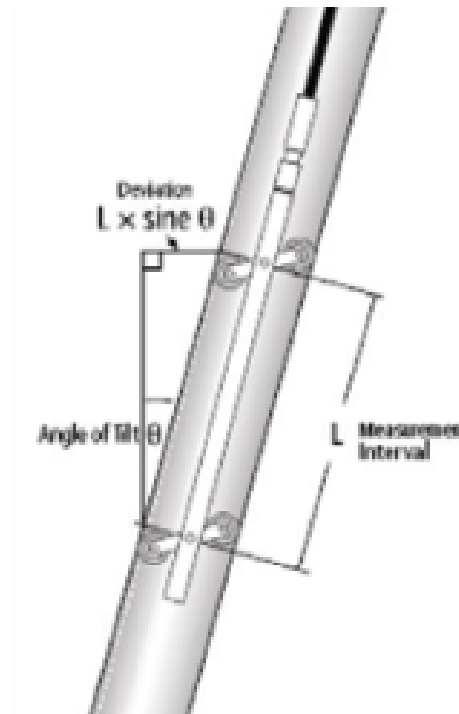
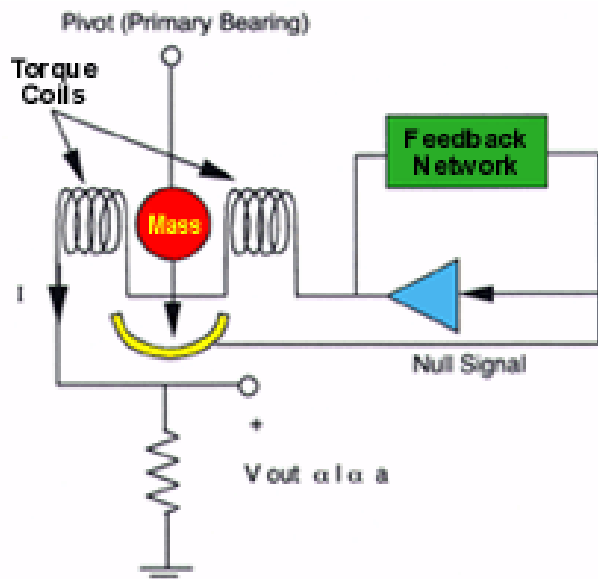
(c)

Elektronikus libella



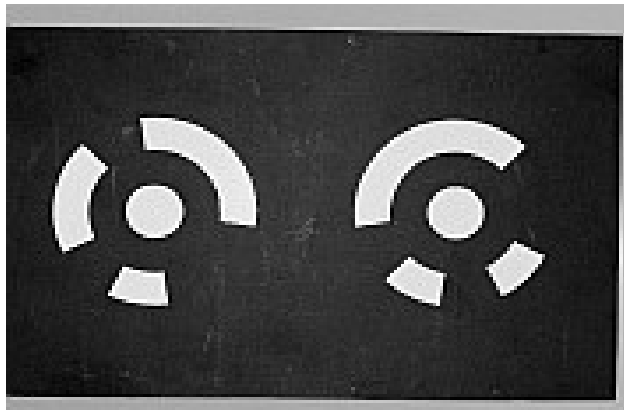
Rövid távon kis magasságkülönbség meghatározása

Inklinométer



Videó

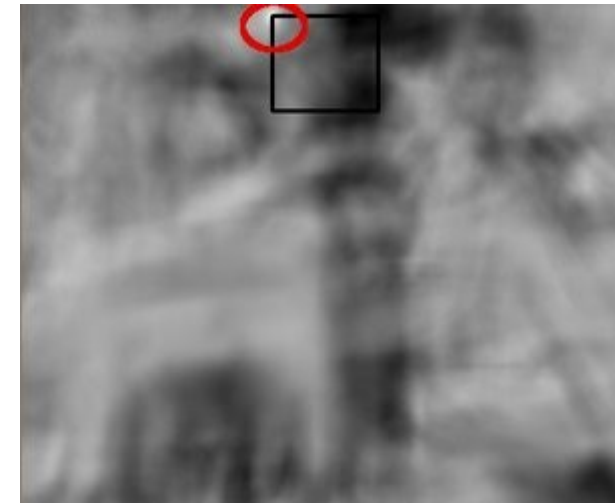
A videó kamera mozdulatlan a mérés folyamán
A mozgó tárgyon jól azonosítható jel elhelyezése
Felbontás növelése távcsövön keresztüli rögzítéssel
Sample matching módszer a mozgás meghatározására
(képek közötti korreláció számítás)



Vizsgált kép

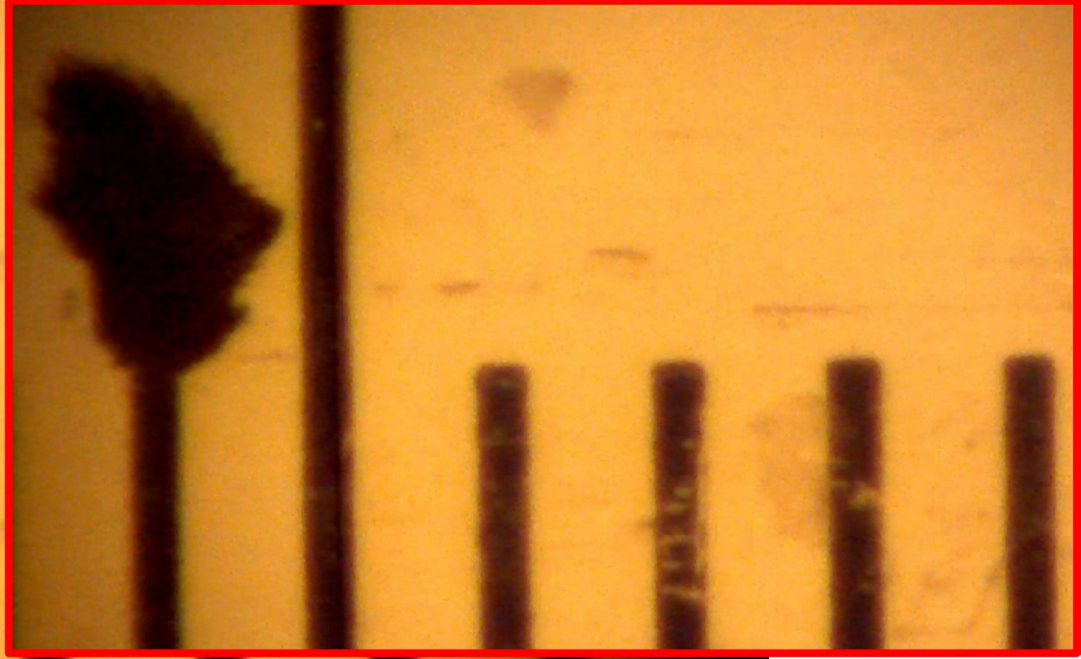


Keresett minta

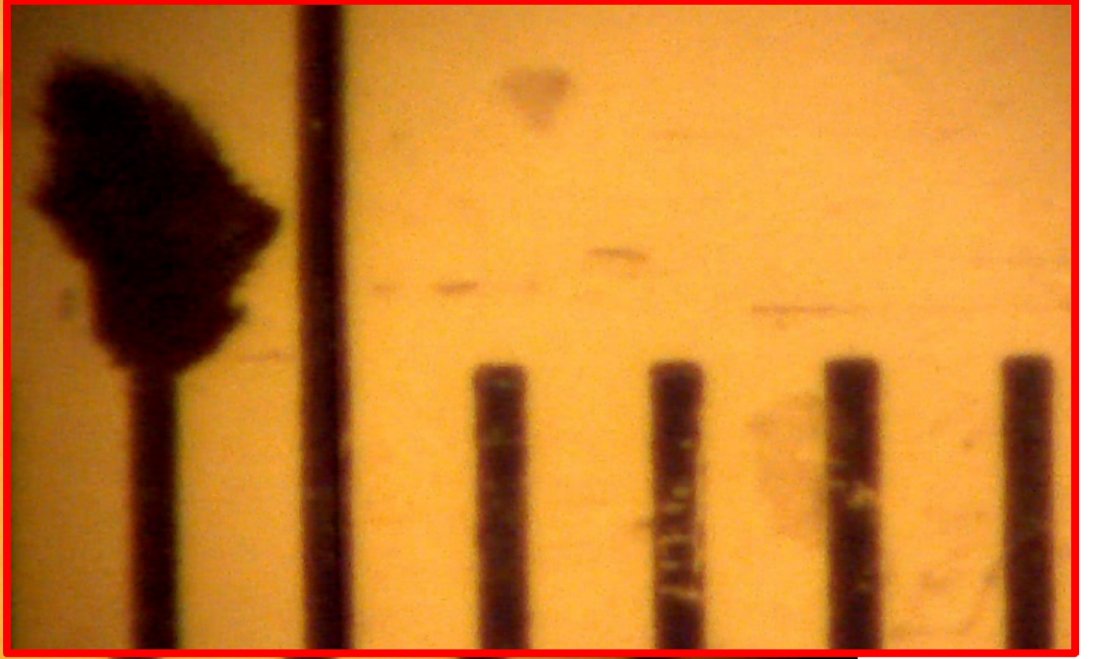


$$R(x, y) = \frac{\sum_{x', y'} (T(x', y') - I(x + x', y + y'))^2}{\sqrt{\sum_{x', y'} T(x', y')^2 \cdot \sum_{x', y'} I(x + x', y + y')^2}}$$

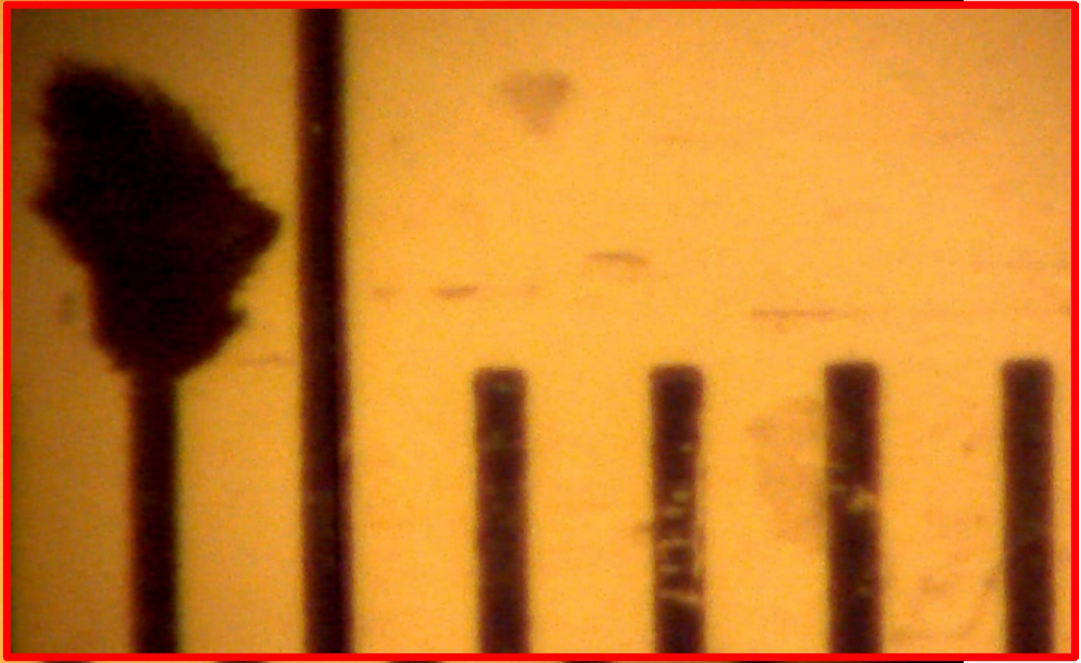
4



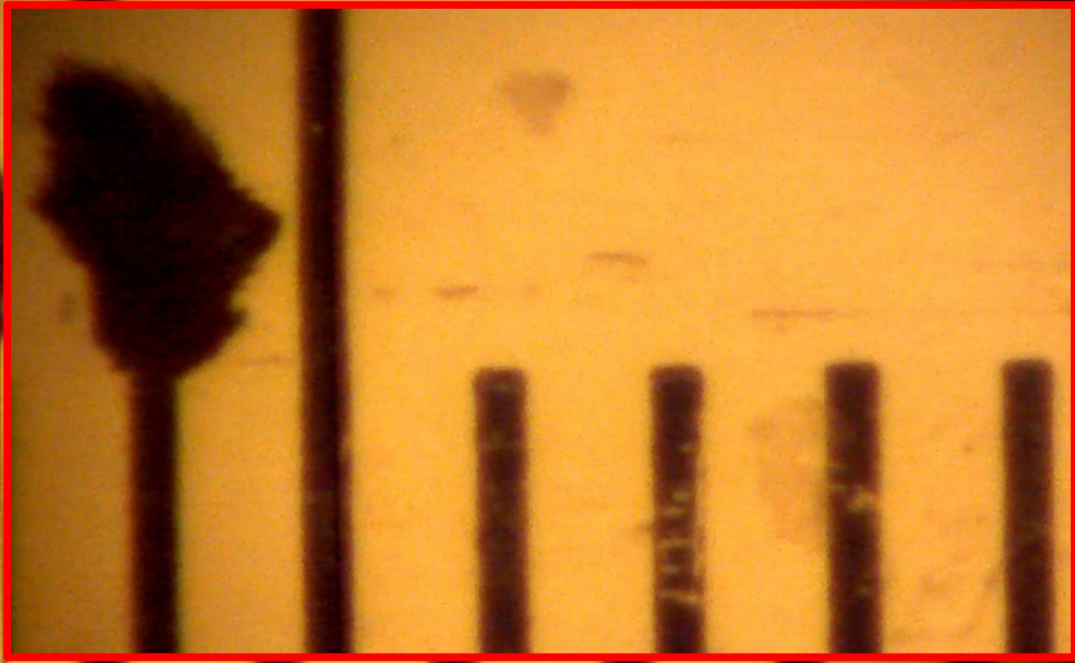
4



4



4

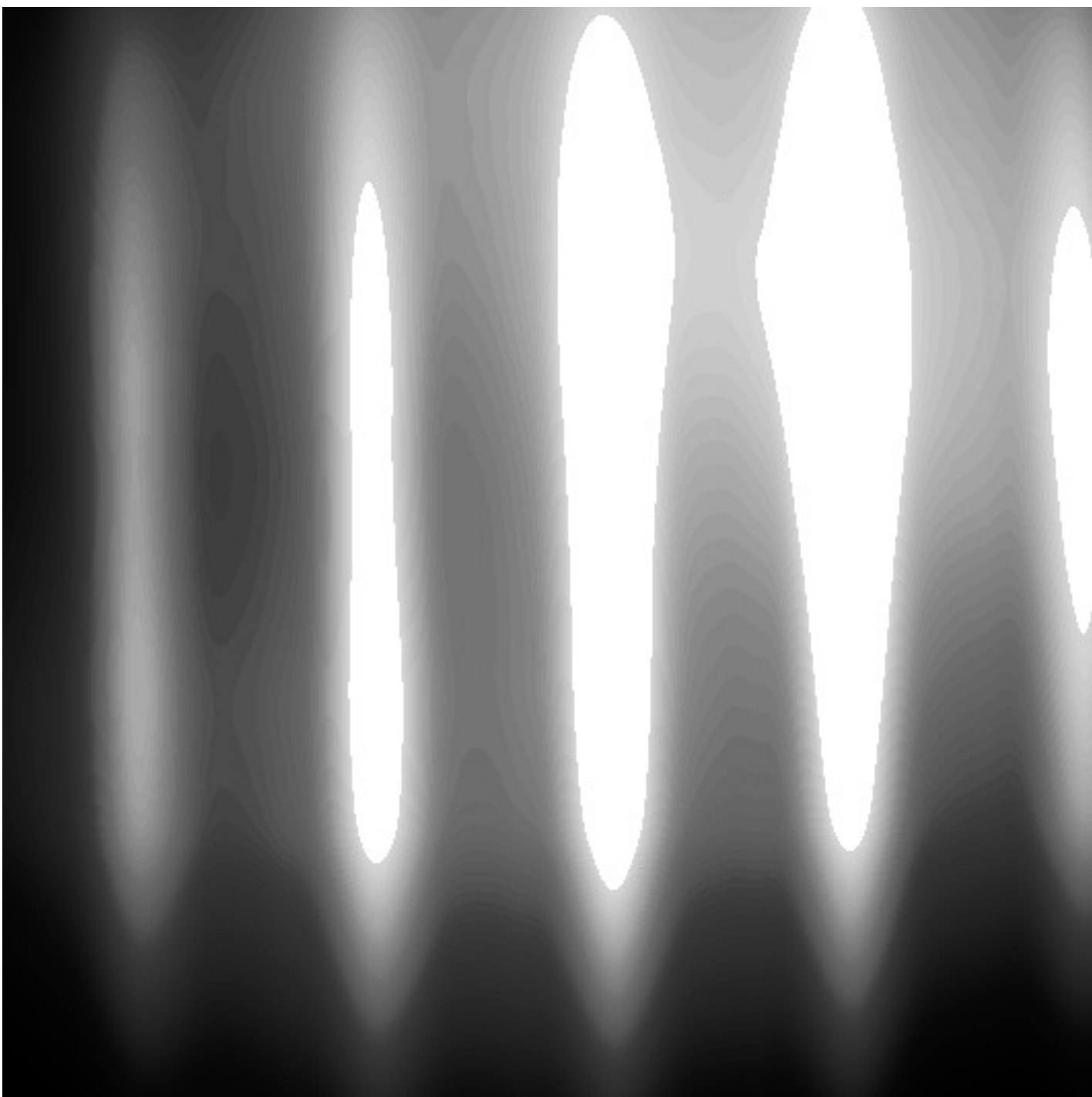


Képek
közötti
korreláció

Maximum
keresés

1 pixel ~
0.01 mm





SLAM

szimultán helymeghatározás és térképezés

