

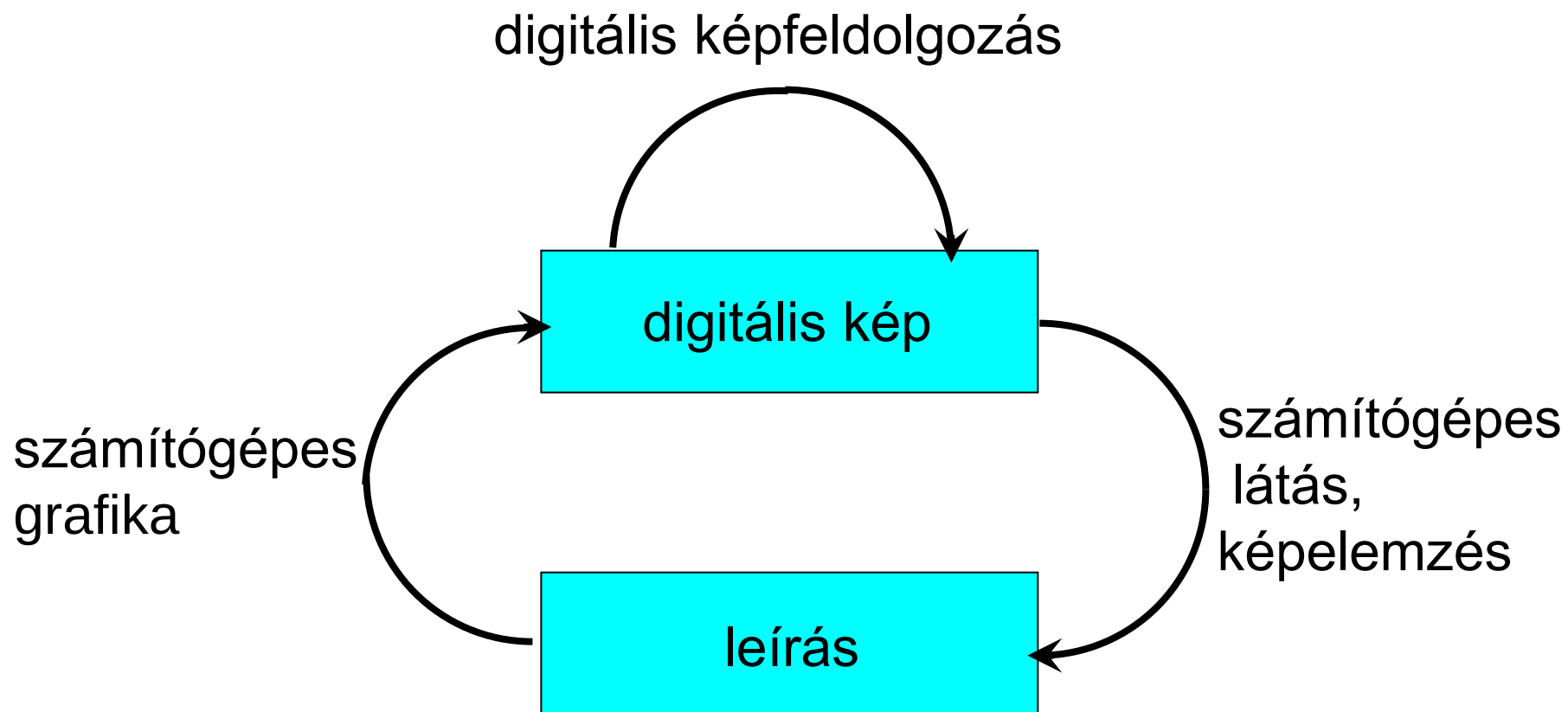
Bevezetés

Kató Zoltán

**Képfeldolgozás és Számítógépes Grafika tanszék
SZTE**

(<http://www.inf.u-szeged.hu/~kato/teaching/>)

Digitális képfeldolgozás

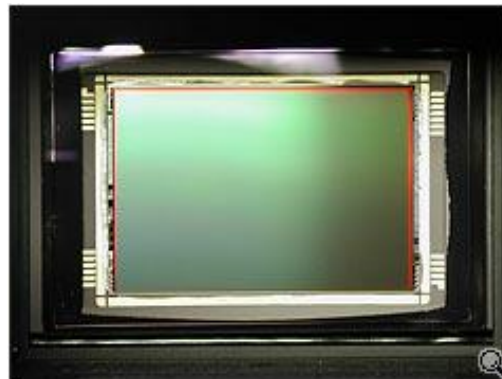
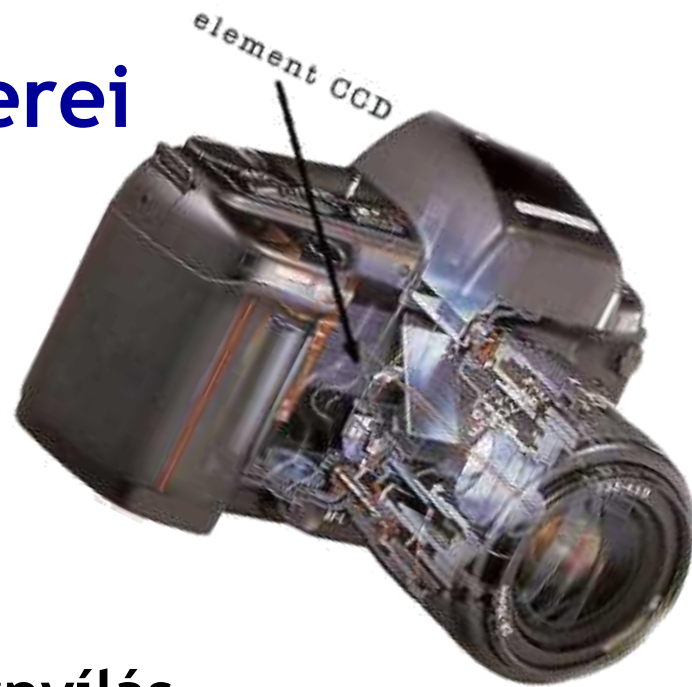


A képfeldolgozás társterületei

- **Számítógépes képfeldolgozás:**
 - képi információ feldolgozása,
 - az eljárások/problémák bemenete és kimenete is kép.
- **Képi alakfelismerés, képmegértés, számítógépes látás:**
 - mit ábrázol a kép,
 - osztályozás.
 - vizuális információ kinyerés, képi mérések
- **Számítógépes grafika:**
 - képek előállítása, megjelenítése.

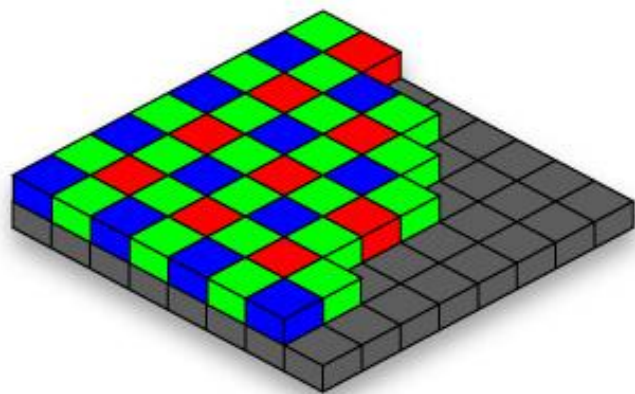
Képkotás fizikai paramétereit

- Geometriai
 - Vetítés típusa (perspektív)
 - Kamera helyzete
- Optikai
 - Optika típusa
 - Fókusz távolság, látótér, rekesznyílás
- Fotometriai
 - A szenzorra vetített fény típusa, iránya, intenzitása
 - A látványt alkotó felületek fényvisszaverő tulajdonsága
- Szenzor
 - Mintavételezés, stb...

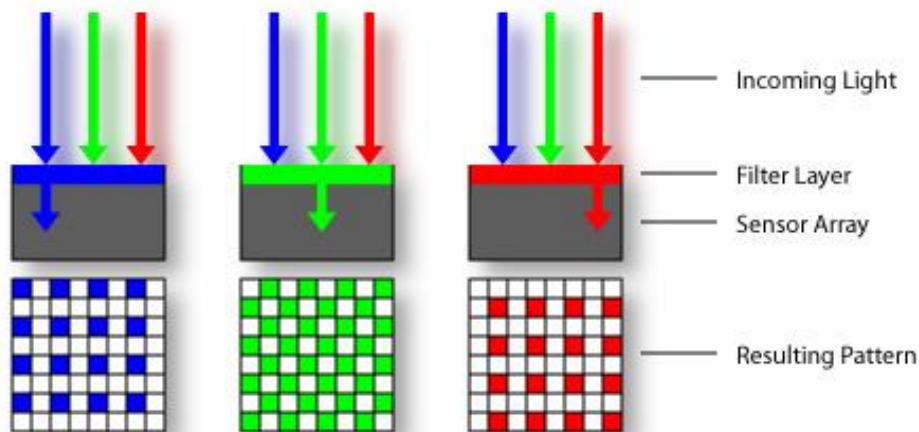


Digitális kamera színérzékelése: Bayer rács

Bayer rács



- A színinformáció harmadát képes rögzíteni, a többit interpolációval állítjuk elő
 - Különböző számításigényű, különböző minőségű képet produkáló algoritmusok
 - RAW formátumú képből külső programmal tetszőleges algoritmussal is dolgozhatunk

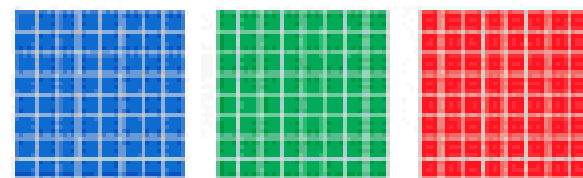
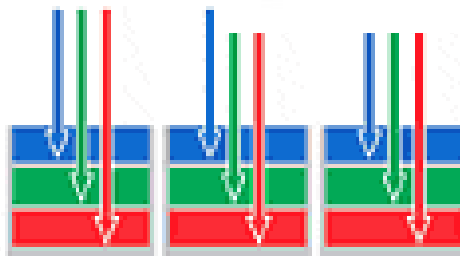
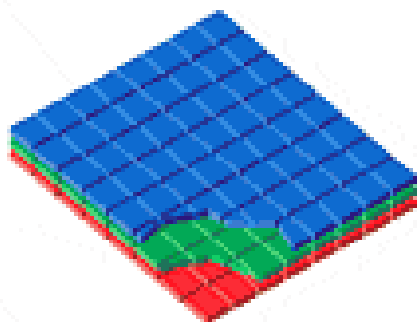
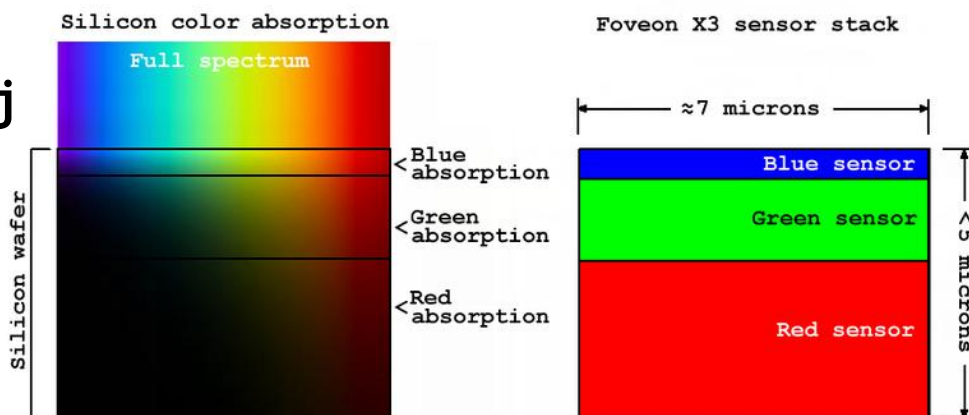


Demosaicking:
Hiányzó elemeket a szomszédokból becsüljük.



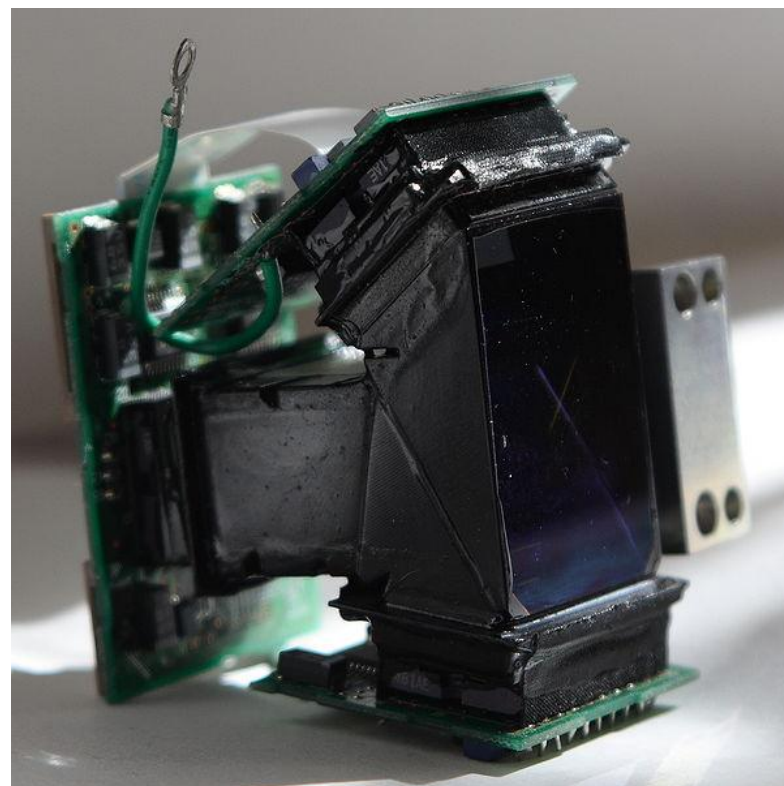
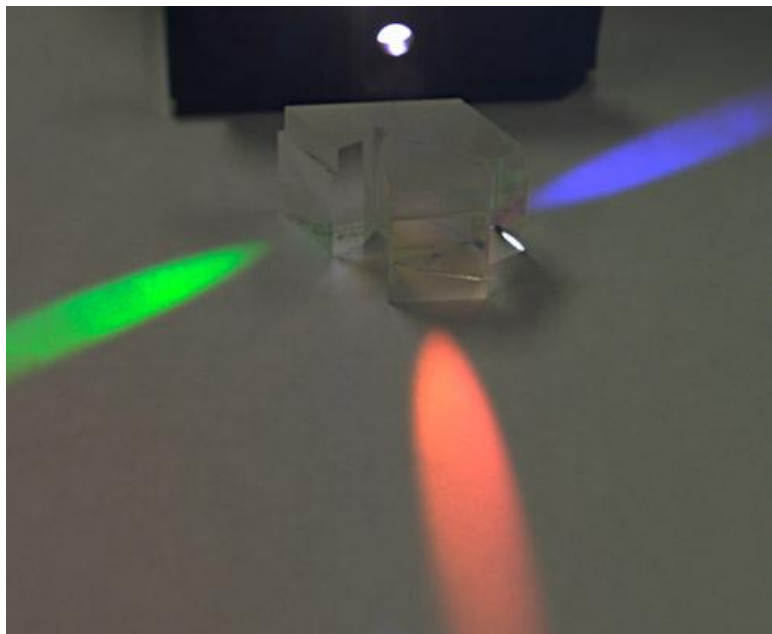
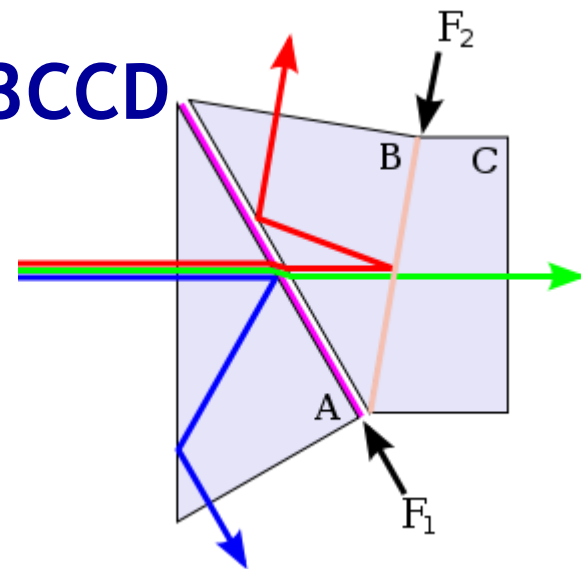
Digitális kamera színérzékelése: X3 szenzor

- Hasonlóan a hagyományos színes filmhez 3 réteg a 3 alapszín rögzítésére
 - Szilikonlapka fényelnyelő tulajdonságán alapszik
 - Minden képpontban 3 színérték
 - Vékony rétegek → elhanyagolható fókuszálási hiba
 - Az alsó réteg kevesebb fényt kap → nagyobb zaj alacsony fényerő esetén

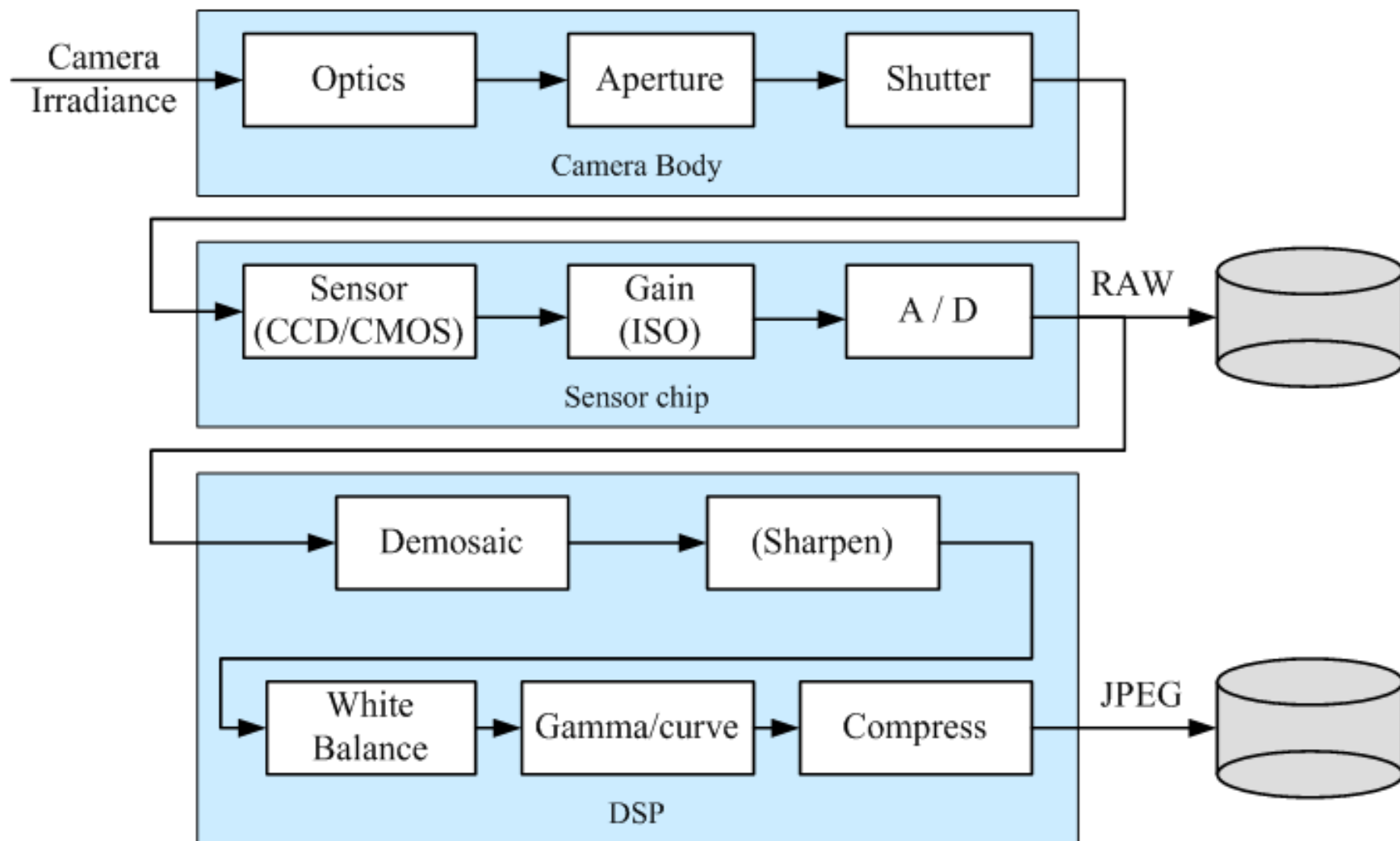


Digitális kamera színérzékelése: 3CCD

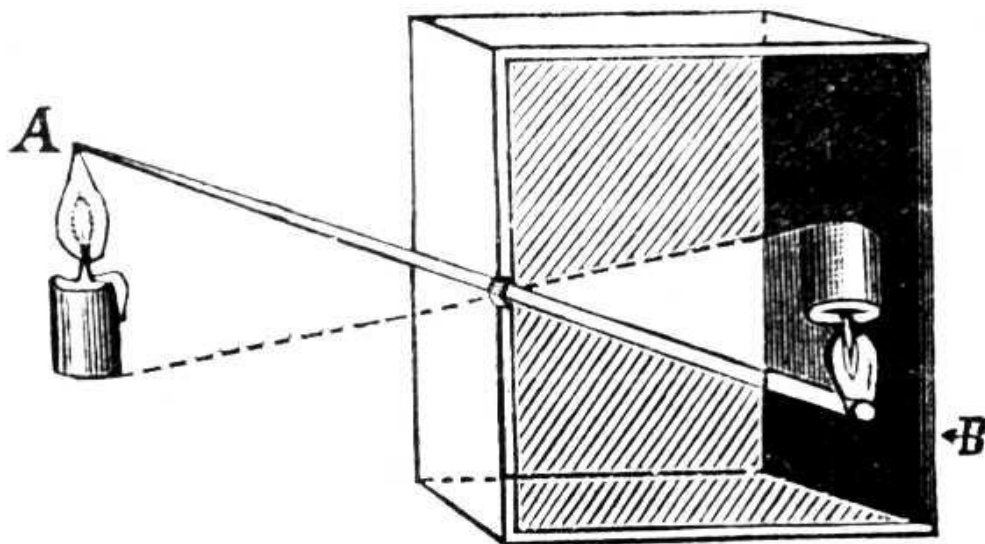
- 3 különálló CCD szenzor + speciális prizma a 3 alapszín rögzítésére
 - Nincs szükség interpolációra
 - Minden pixelben 3 értéket rögzít
 - Jobb képminőség, kisebb zaj
 - Drágább konstrukció (3 szenzor 1 helyett + speciális prizma)



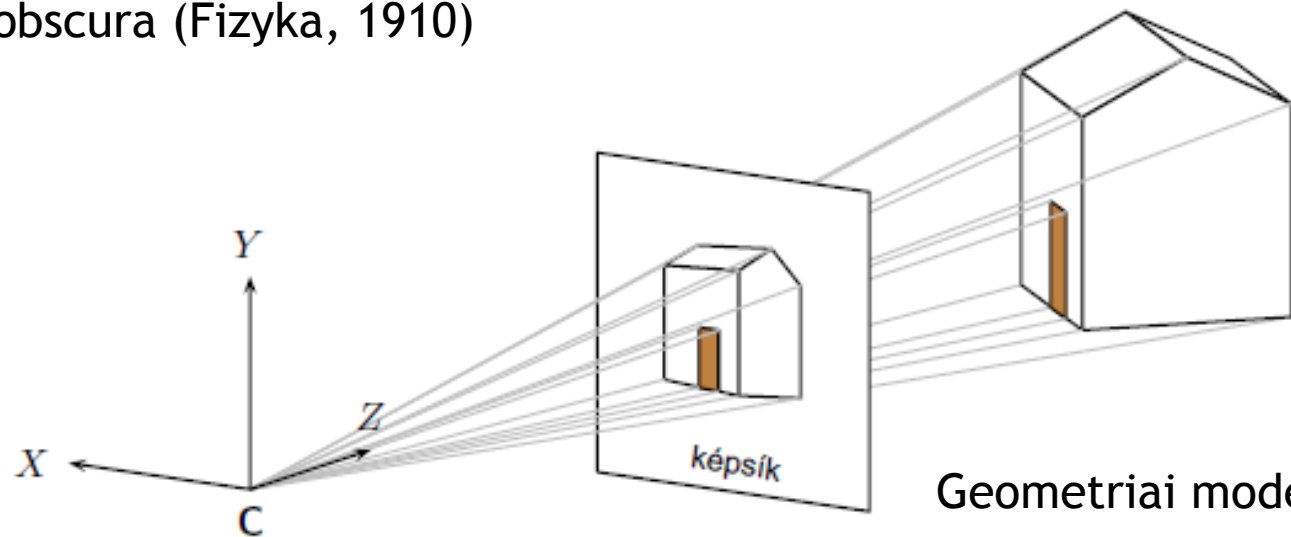
Digitális kamera képképző folyamata



Lyukkamera: perspektív leképezés



Camera obscura (Fizyka, 1910)



Geometriai modell

Perspektív vetítés



Csíkrákos, Erdély

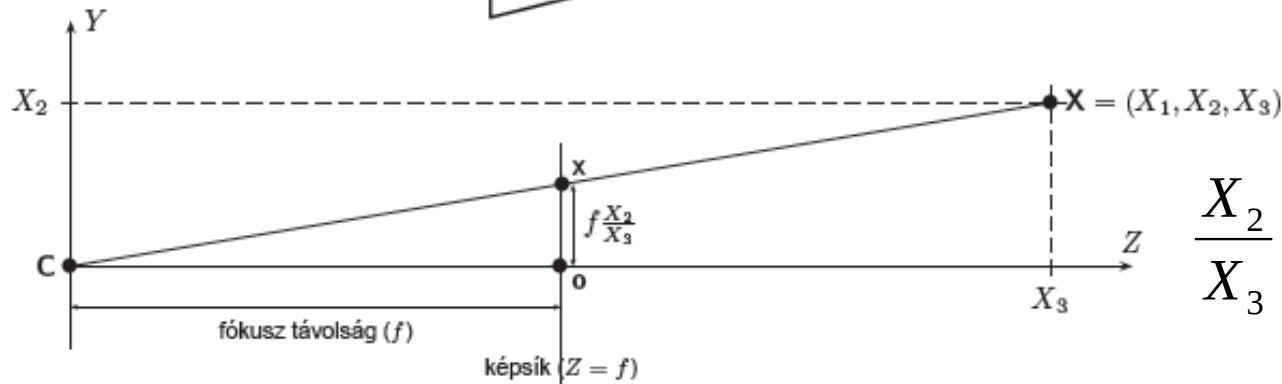
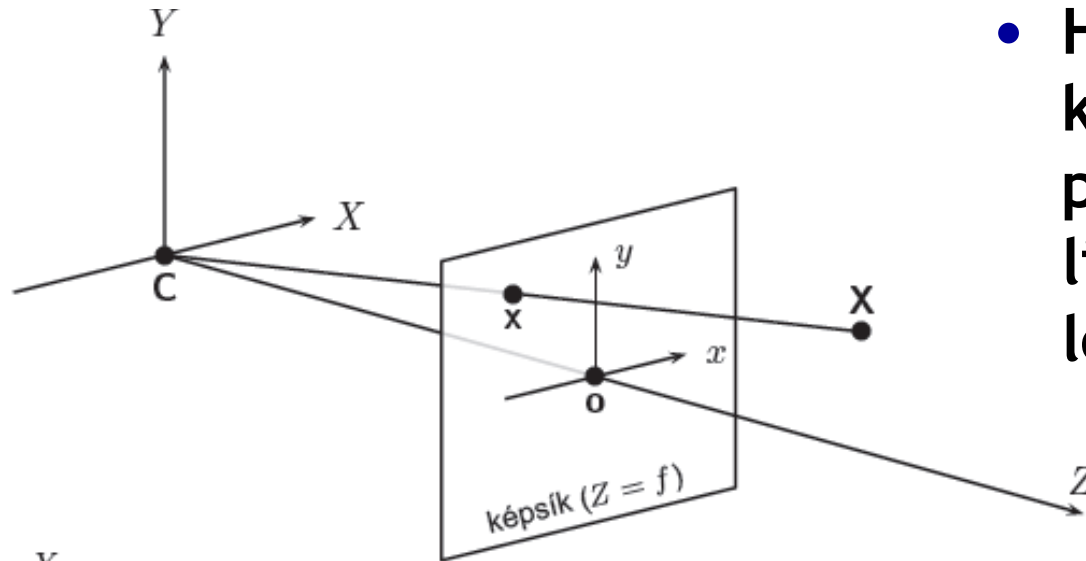


Raffles Hotel, Singapore

3D pont (X) és képe (x) közötti kapcsolat

$$\begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ 1 \end{pmatrix} \mapsto \begin{pmatrix} fX_1 \\ fX_2 \\ X_3 \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} f & 0 & 0 \\ 0 & f & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ 1 \end{pmatrix}$$

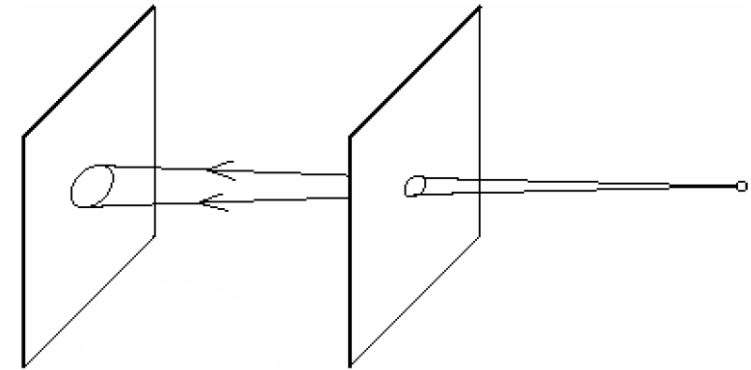
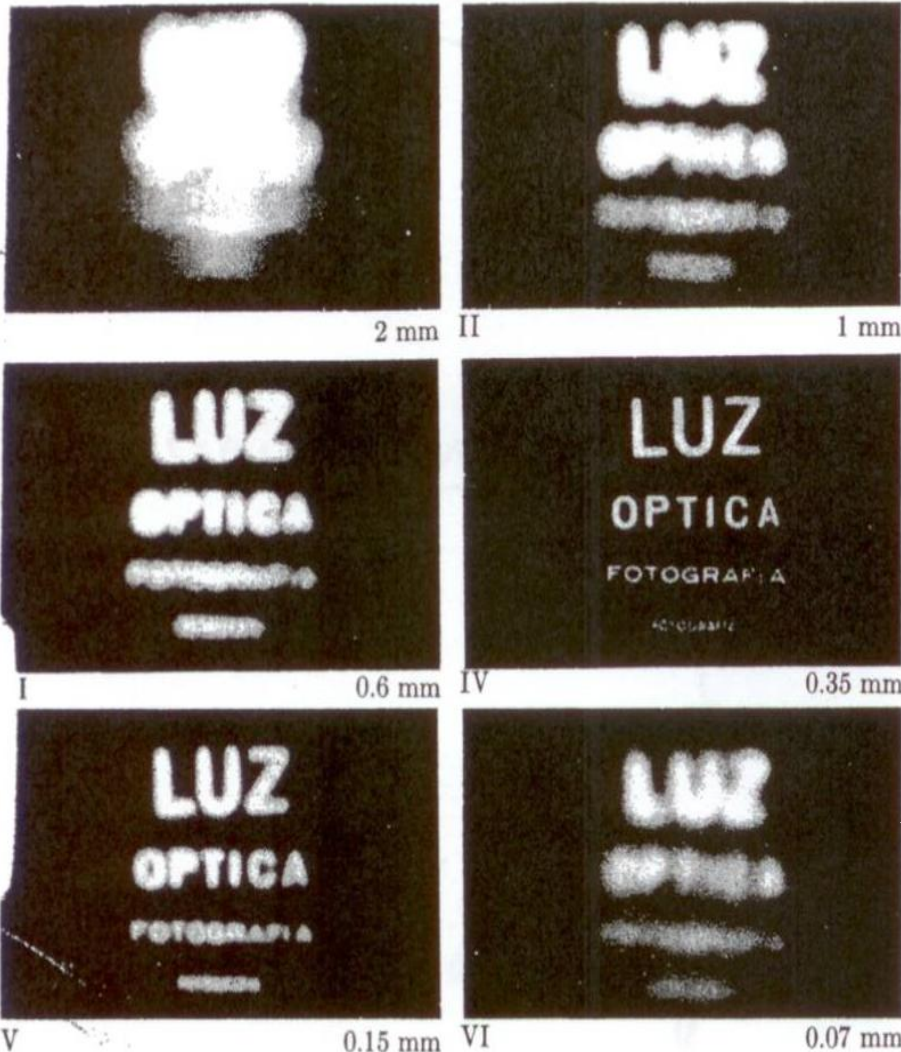
- Nem lineáris leképezés az Euklideszi térben!
- Homogén koordináták $\rightarrow$ projektív tér, ahol lineáris leképezés lesz.



$$\frac{X_2}{X_3} = \frac{x_2}{f} \Rightarrow x_2 = f \frac{X_2}{X_3}$$

A rekesznyílás mérete

Hogyan befolyásolja a lyuk (rekesznyílás) mérete a képet?

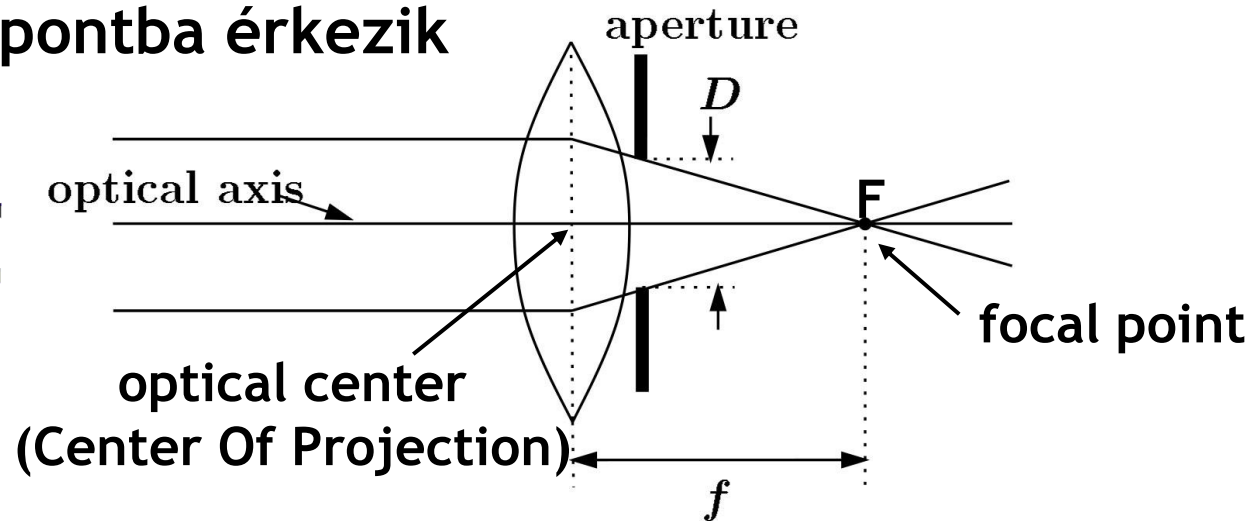
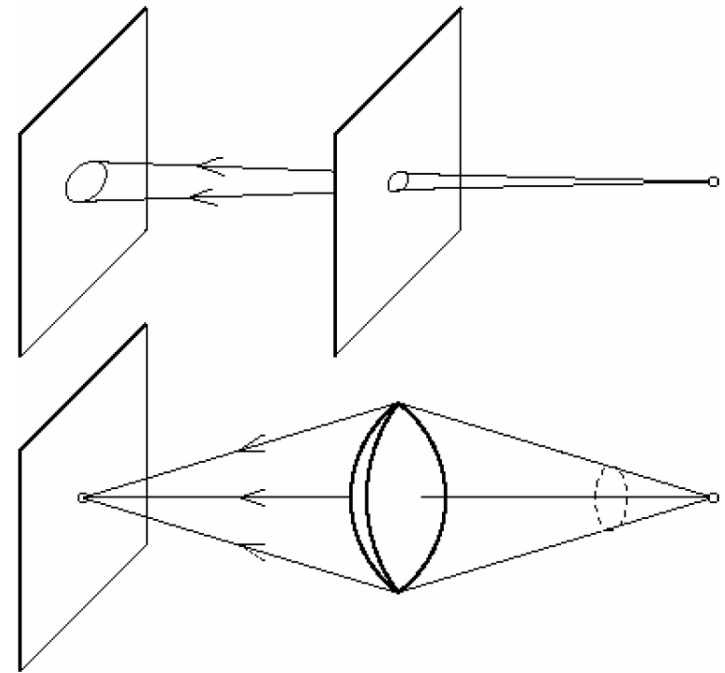
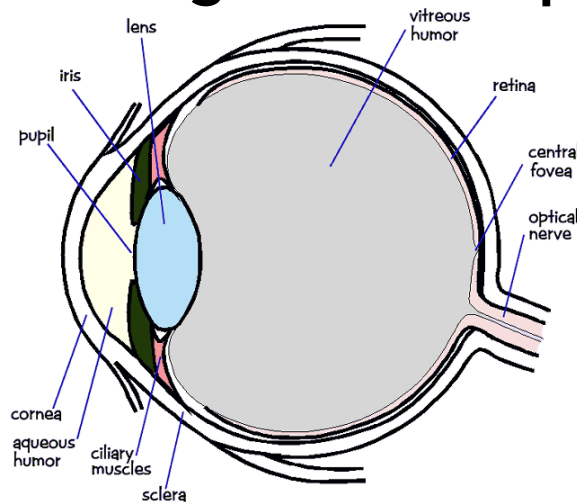


- **Nagyobb nyílás**
 - Több fény, de életlen kép
- **Kisebb nyílás**
 - Kevesebb fény de élesebb kép
 - Túl kicsi nyílás → diffrakció (elhajlás) miatt újra életlen a kép
- **Optimális rekesznyílás a fókusztávolság függvénye:**

$$\sqrt{f} / 25$$

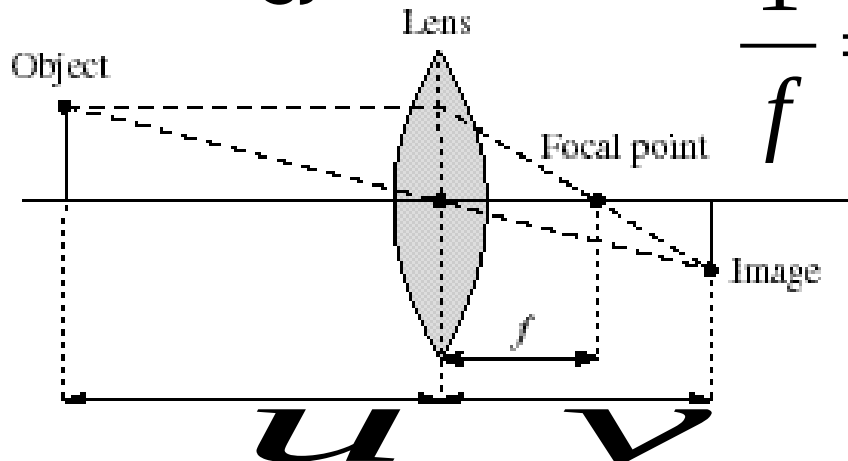
Optika

- Párhuzamos sugarakat a **fókuszpontba** vetíti
 - Az élesség megőrzése mellett több fényt gyűjt össze → expozíció szélsőséges fényviszonyok között
- Ideálisan egy X pontból érkező valamennyi fénysugár a megfelelő x képpontba érkezik

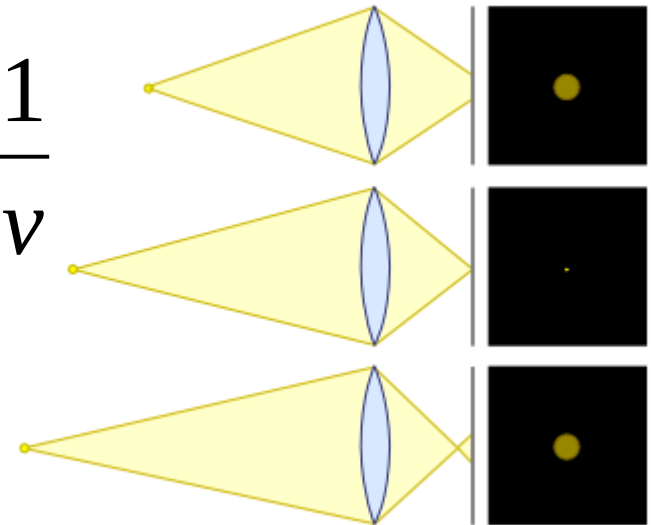


Mélységélesség

- (Lyukkamera mélységélessége végtelen)
- Egy optika által alkotott képen csak azok az objektumpontok vannak fókuszban, amelyek kielégítik az alábbi egyenletet:



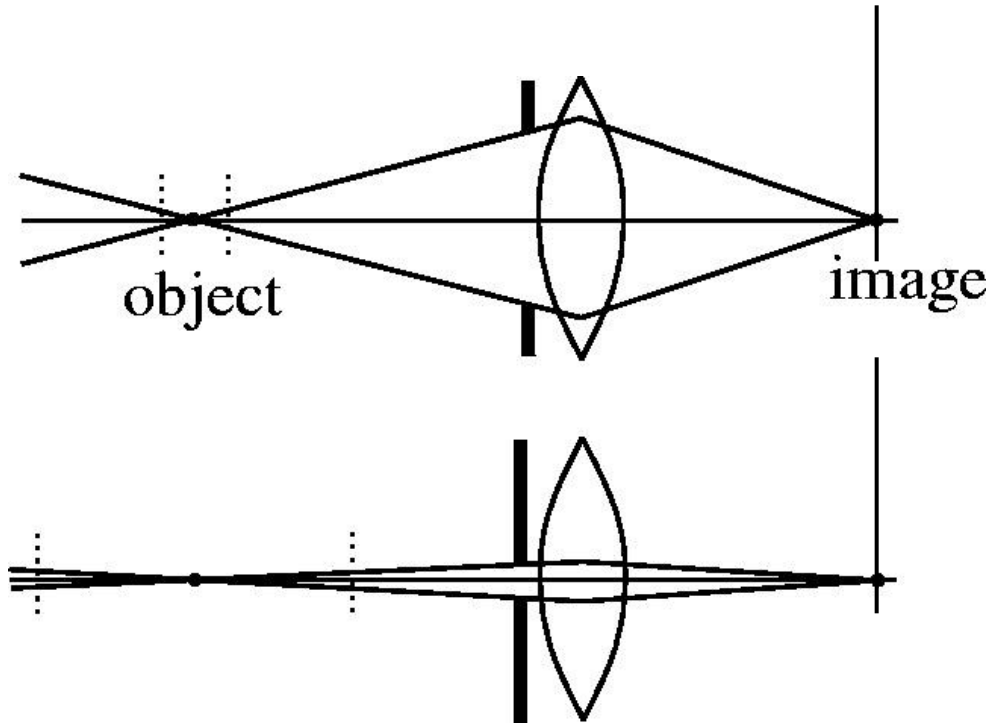
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$



© copyright Zoltan Kato (kato@cs.ust.hk)

Mélységélesség

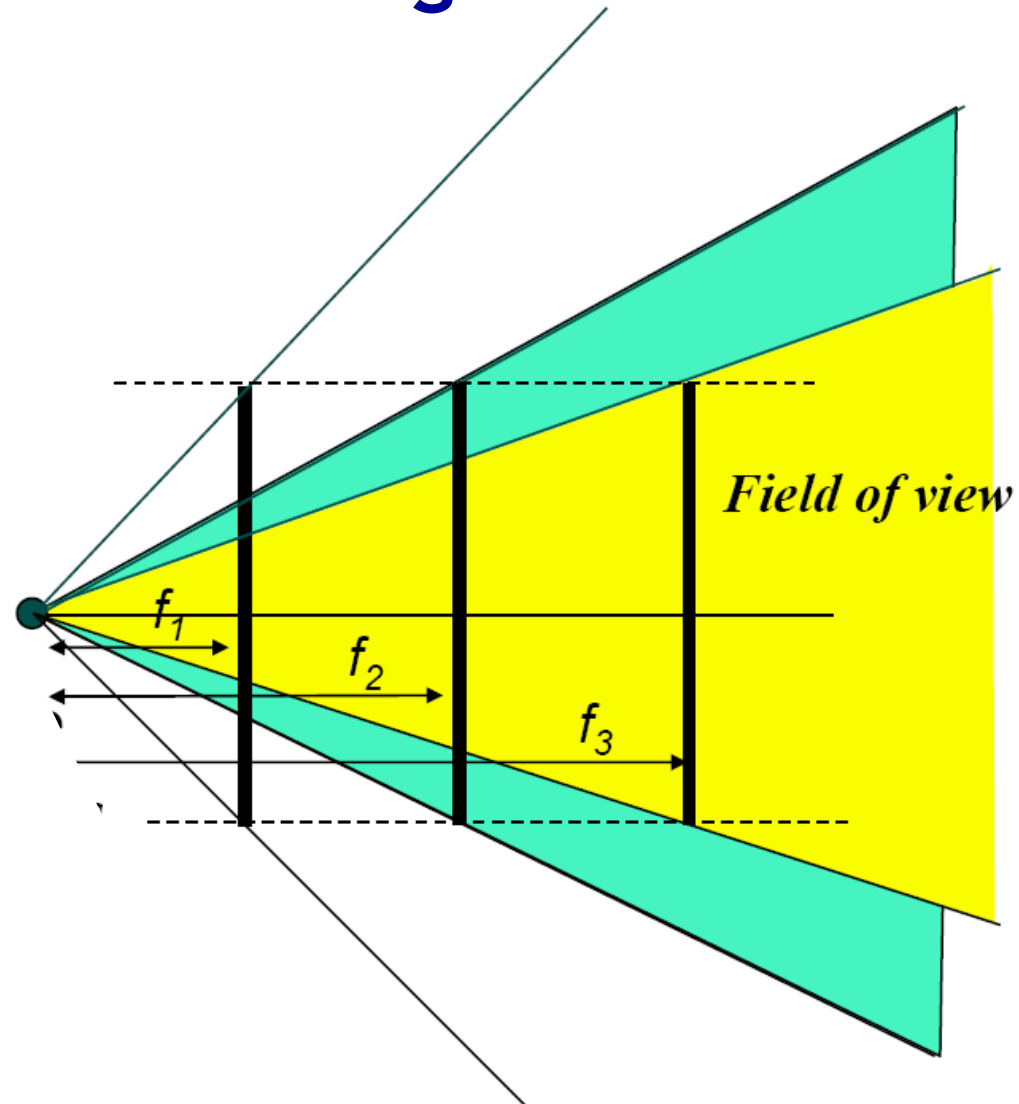
- Hogyan befolyásolja a rekesznyílás a mélységélességet?



- Kisebber rekesznyílás megnöveli azt a sávot, amelyen belül az objektum jó közelítéssel fókuszban van.

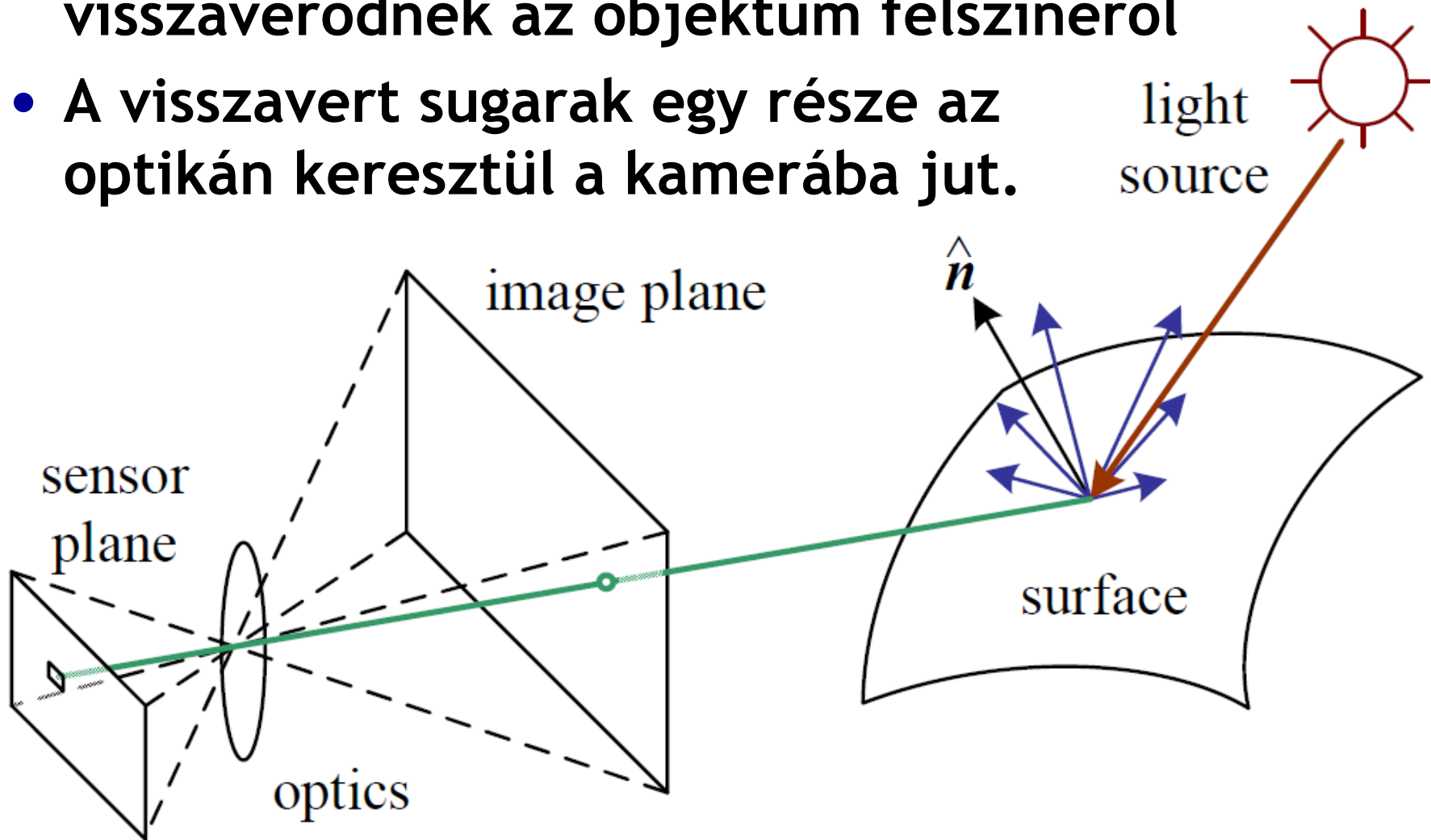
A látótér függ a fókusztávolságtól

- A fókusztávolság csökkenésével nagyobb lesz a látótér (*nagylátószögű objektív*)
- A fókusztávolság növelésével kisebb lesz a látótér (*teleobjektív*)



Fotometriai képképzés

- Fényforrásból érkező fénysugarak visszaverődnek az objektum felszínéről
- A visszavert sugarak egy része az optikán keresztül a kamerába jut.



Az expozíciós mechanizmus szerepe



Rolling shutter (redőnyzár)

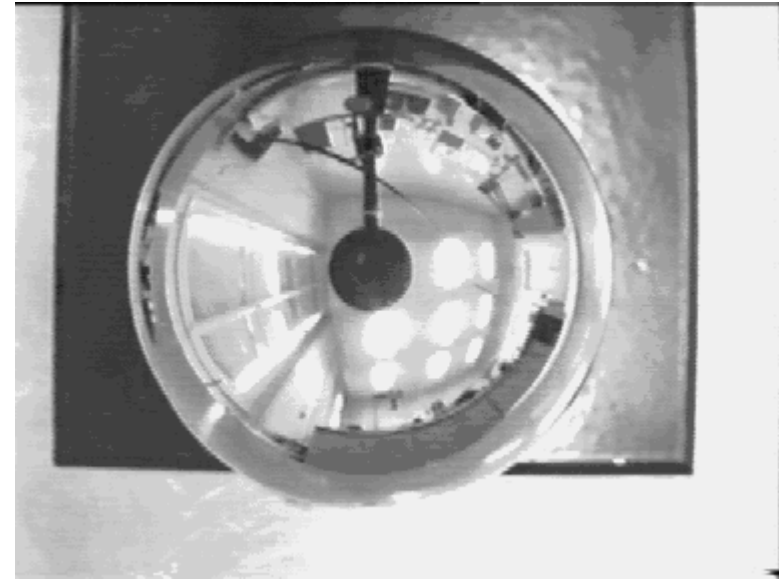


Global shutter (központi zár)



Omnidirectional camera

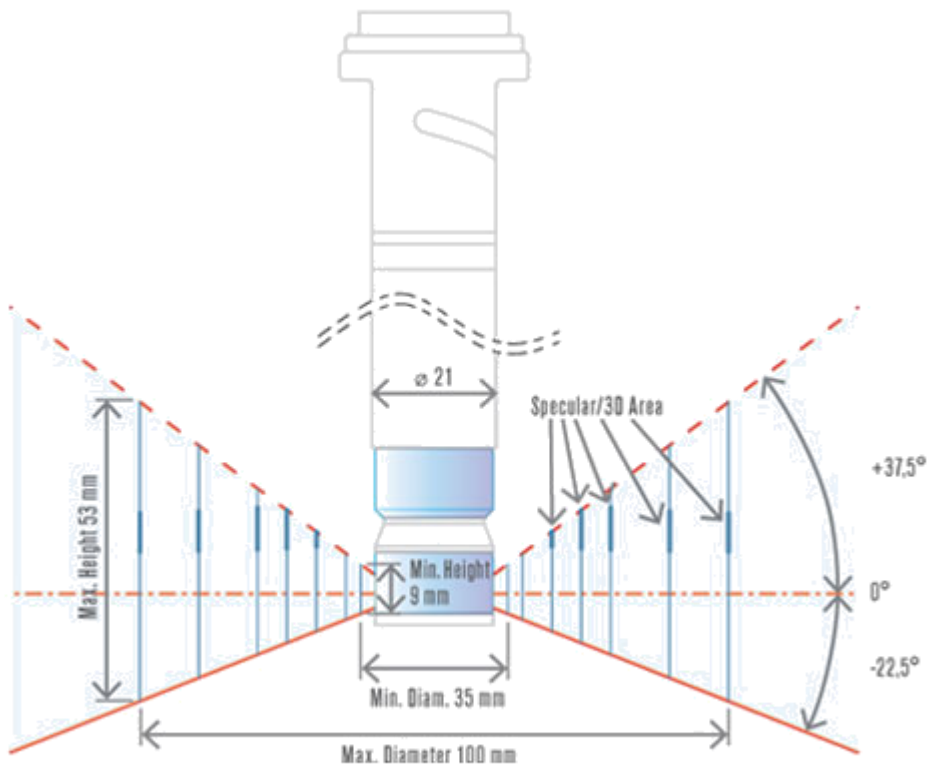
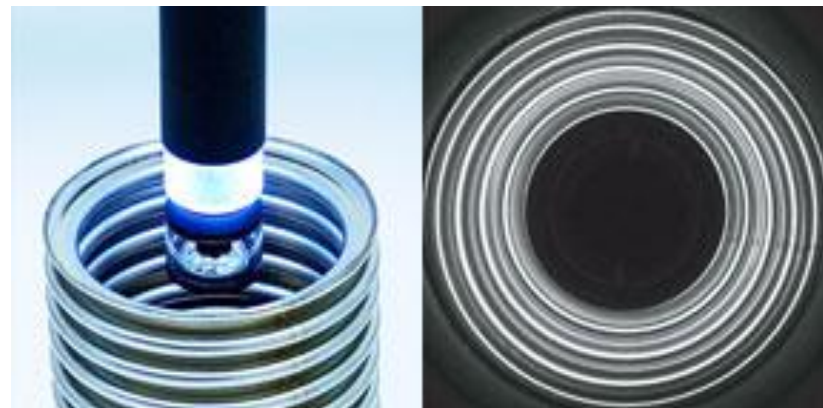
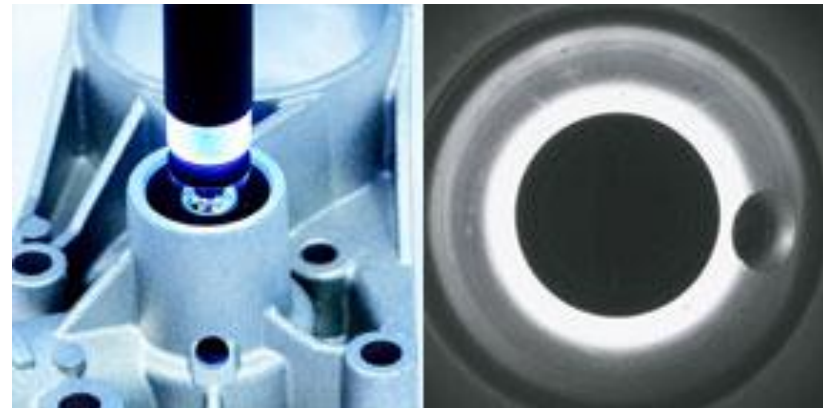
- kalibráció
 - <https://sites.google.com/site/sca-rabotix/ocamcalib-toolbox>



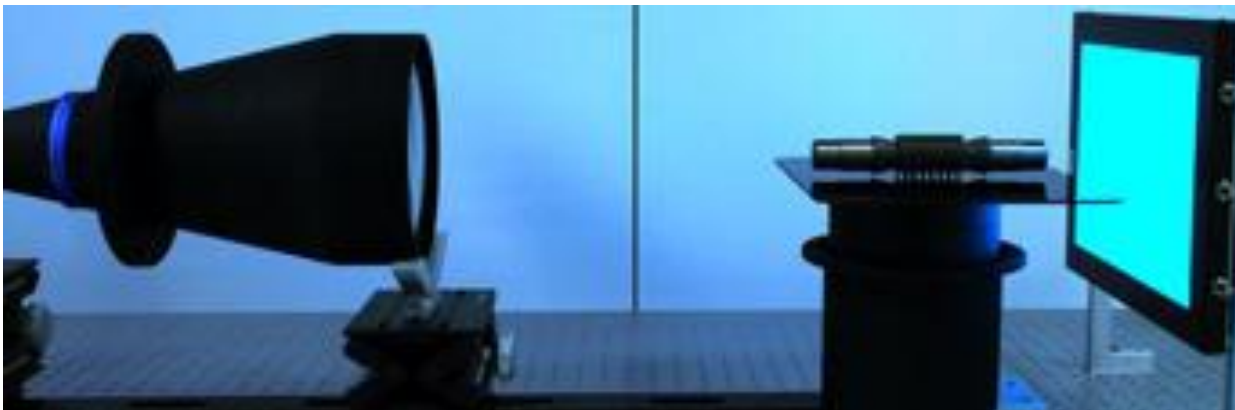
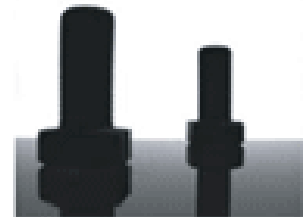
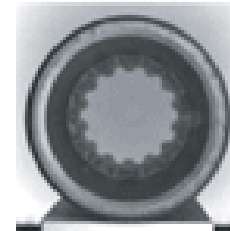
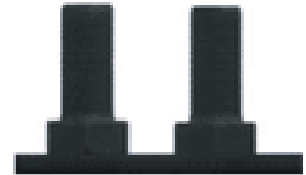
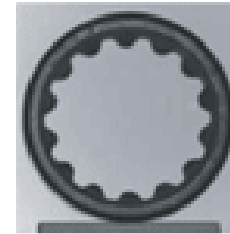
reprojection onto a cylindrical surface



Boroszkóp



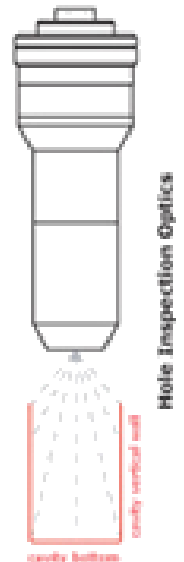
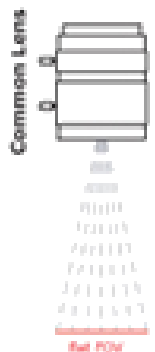
Telecentrikus optika



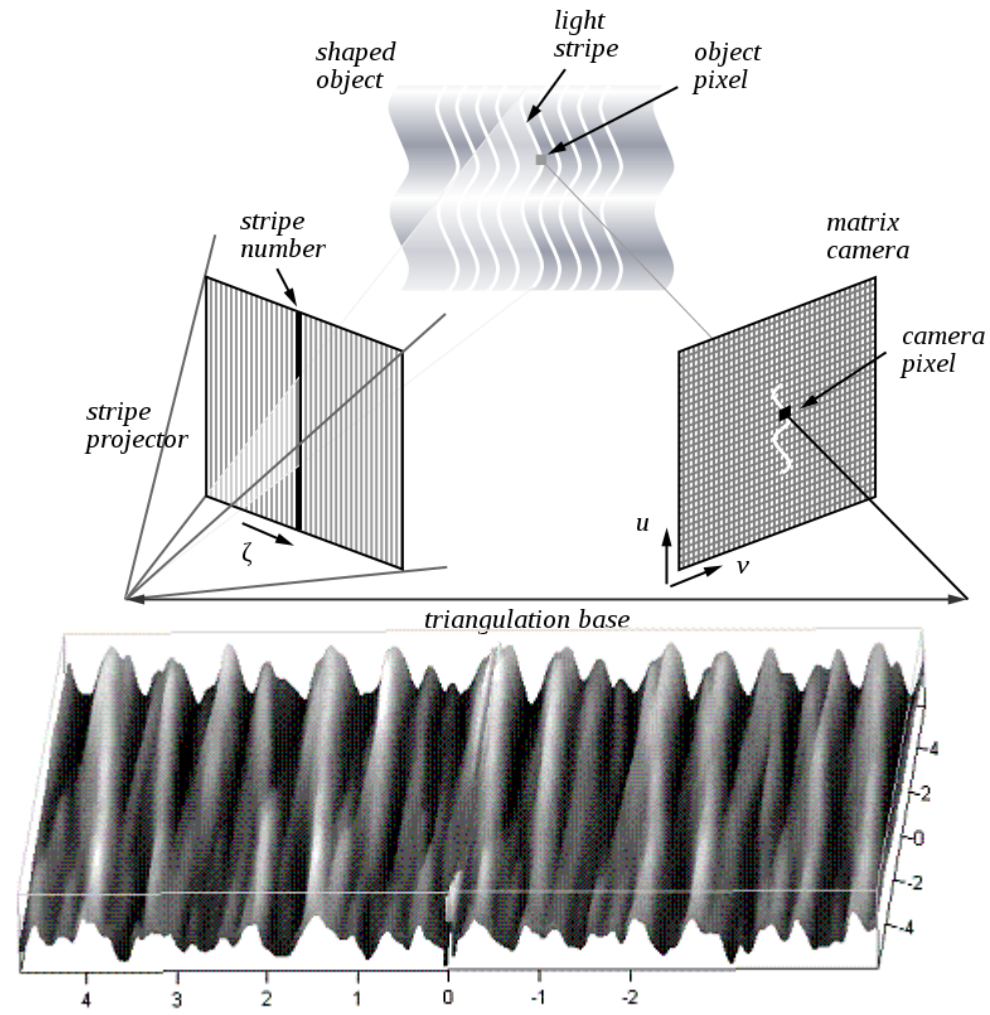
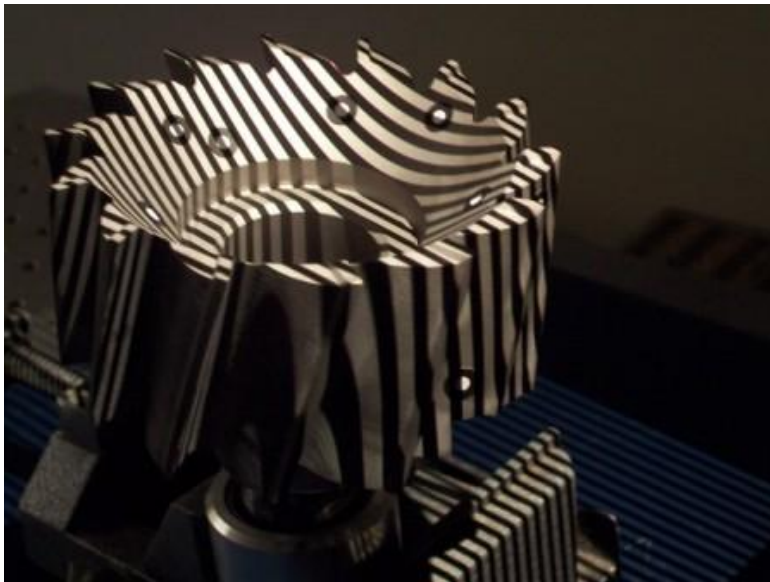
Pericentrikus optika



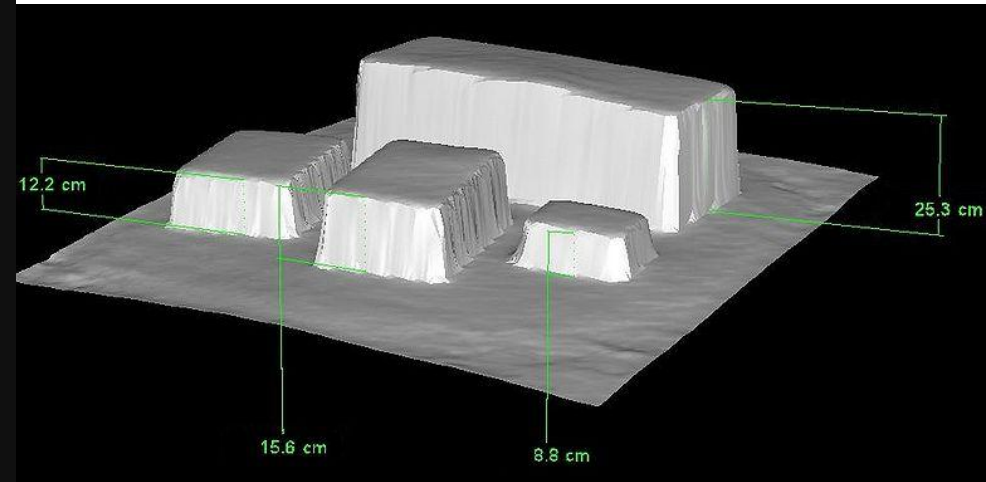
Üregvizsgáló optika



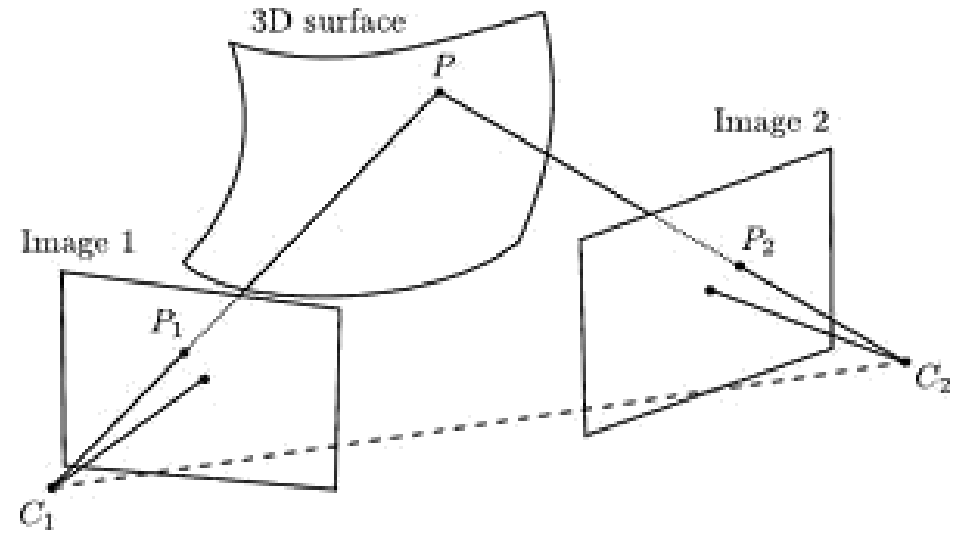
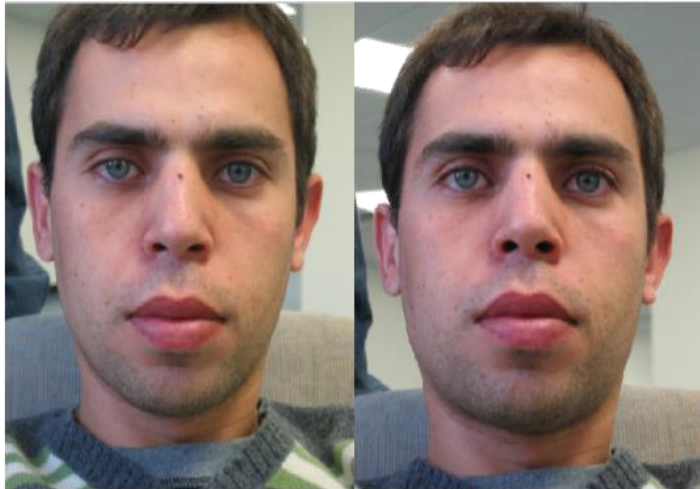
Struktúrált fény - 3D rekonstrukció



Time-of-flight (TOF) kamera



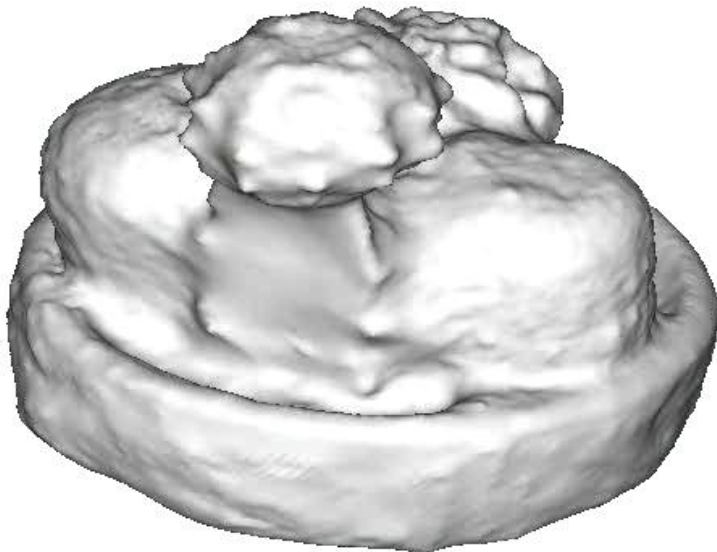
Sztereo rekonstrukció



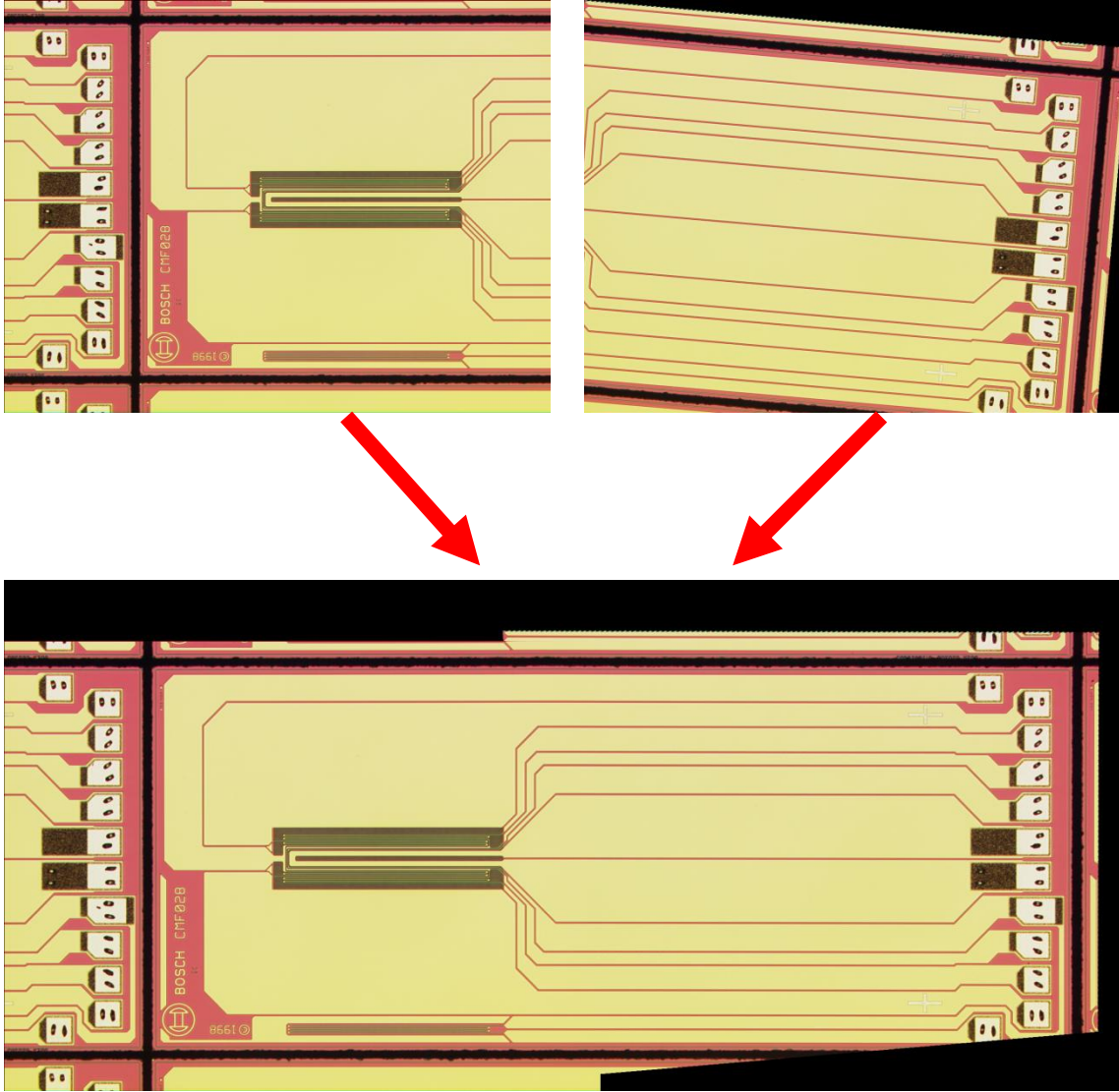
Többkamerás 3D rekonstrukció

[J.-P. Pons, R. Keriven and O. Faugeras CVPR 2005]

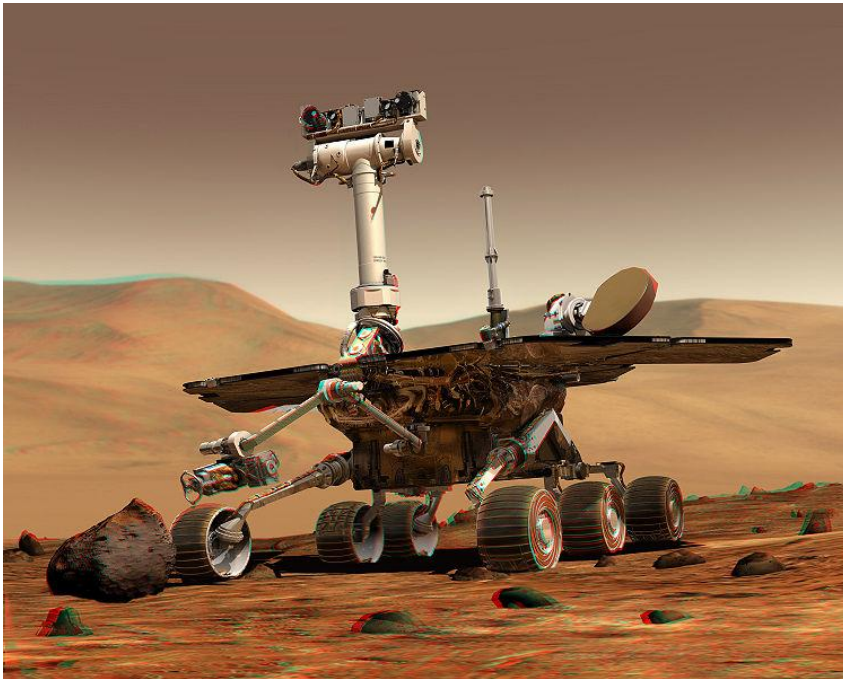
<http://www-sop.inria.fr/odyssee/research/pons-keriven-et-al:04b/demo/>



Többkamerás mozaikozás

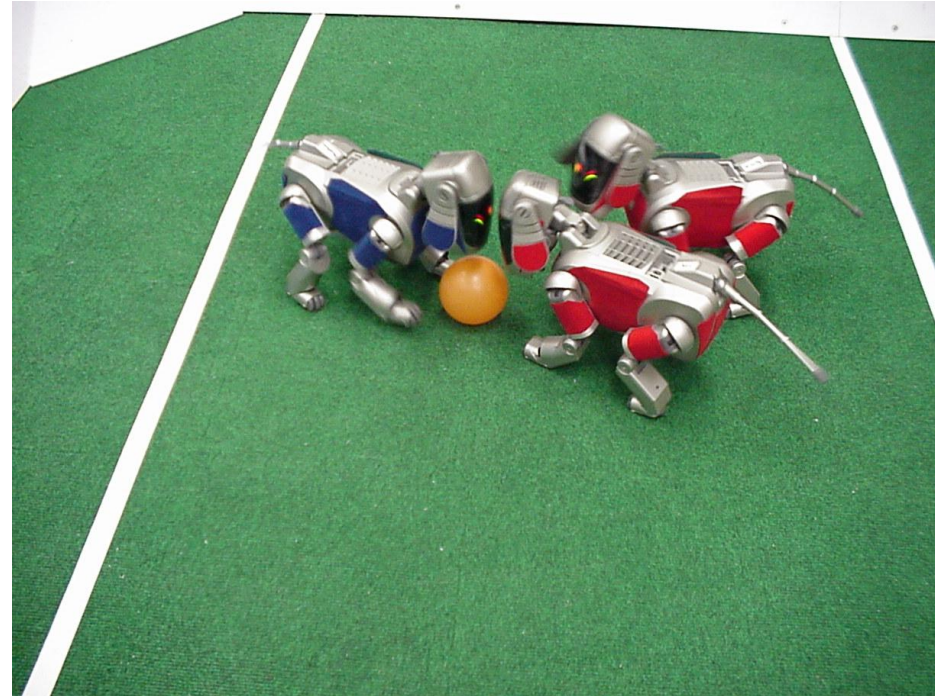


Mobil robotok - SLAM



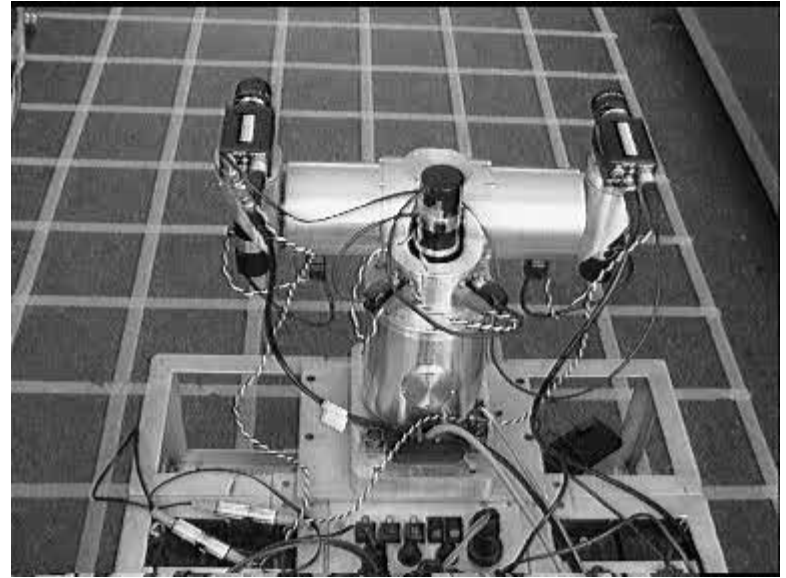
NASA's Mars Spirit Rover

http://en.wikipedia.org/wiki/Spirit_rover



<http://www.robocup.org/>

Mobil robot navigáció és térképezés (SLAM)



<http://www.robots.ox.ac.uk/ActiveVision/Projects/Nav/nav.01/>

Tematika címszavakban

- Kamerák es optikák jellemzése, a képalkotás modellje.
- Kamera kalibráció és optikai torzítások.
- Sepciális optikák, mint pl. telecentrikus, körbelátó (omnidirectional) képalkotása es kalibrációja.
- Alapvető megvilágítások és azok használata.
- Kép alapú mérés (megvilágítás és optika megválasztása, sablon illesztés).
- Több kamerából/optikából álló rendszer és annak kalibrációja (mozaikozás, sztereo képalkotás).
- 3D rekonstrukció strukturált fény segítségével (strukturált fény fajtái, azok használata).
- Mobil robot navigáció, SLAM (lokalizáció és feltérképezés).

Ajánlott irodalom

- Kató Zoltán, Czúni László: Számítógépes látás, Typotex Kiadó, 2011. ([PDF letöltés](#))
- Czúni László, Tanács Attila: Képi információ mérése, Typotex Kiadó, 2011. ([PDF letöltés](#))
- R. I. HARTLEY and A. ZISSERMAN: Multiple View Geometry in Computer Vision. Cambridge University Press, 2004.
- Richard Szeliski: Computer Vision: Algorithms and Applications (online elérhető: <http://szeliski.org/Book>)
- MATLAB:
 - [MathWorks' links to sites containing MATLAB vision functions](#)
 - [MATLAB and Octave Functions for Computer Vision and Image Processing](#)

Teljesítés feltételei

- **Gyakorlat**
 - Ld. a gyakorlaton
- **Vizsga**
 - Előfeltétel a gyakorlat teljesítése
 - Egyszeri írásbeli, utána szóbeli
- **Osztályzat:**

0% - 49%: elégtelen (1)

50% - 64%: elégséges (2)

65% - 77%: közepes (3)

78% - 89%: jó (4)

90% - 100%: jeles (5)