

Strojové vidění a fyzikální podstata

Strojové vidění a zpracování obrazu (BI-SVZ)

Strojové vidění

- Průmyslové systémy
- Automatizace
- Zpracování obrazu
- Kamery a senzory



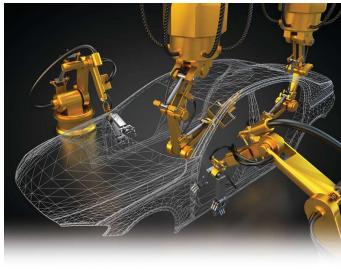
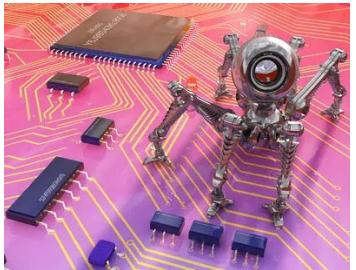
Strojové vidění – cíle

- Nahrazení subjektivního posouzení
- Vyšší úroveň automatizace
- Kontrola kvality
- Kompletační linky
- Bezpečnost osob
- Identifikace vozidel



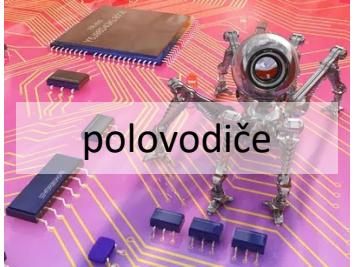
Obory strojového vidění

Výrobní průmysl



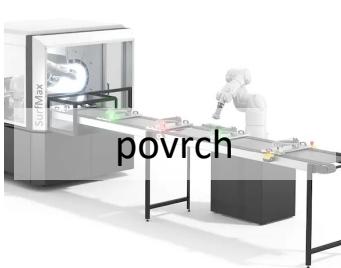
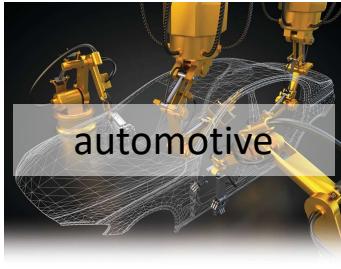
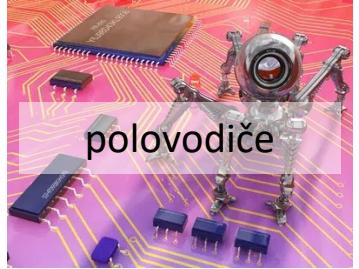
Obory strojového vidění

Výrobní průmysl



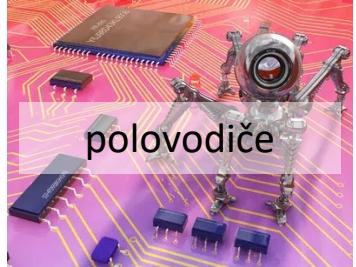
Obory strojového vidění

Výrobní průmysl

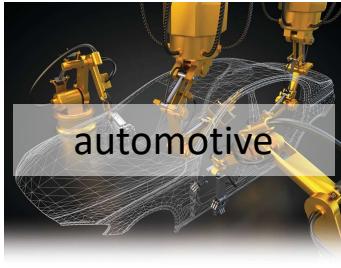


Obory strojového vidění

Výrobní průmysl



polovodiče



automotive



samoříditeľná
auta



vjezdy



tisk a obaly



potraviny



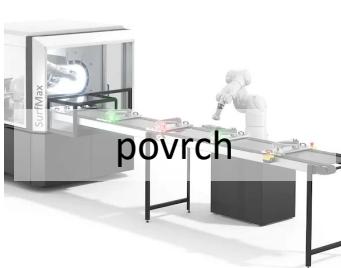
kvalita silnic



řízení dopravy



léky



povrch



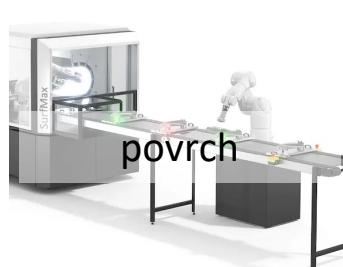
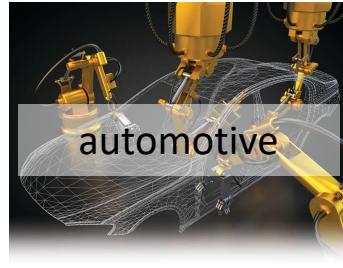
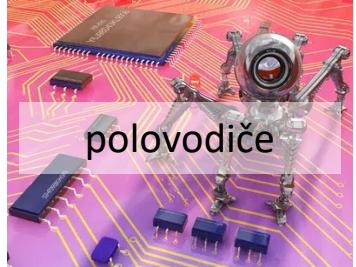
rychlosť



mýtné brány

Obory strojového vidění

Výrobní průmysl

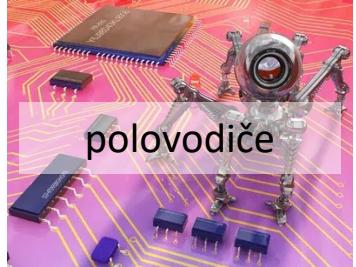


Doprava

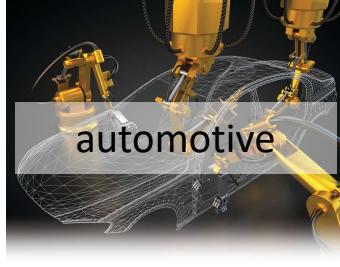


Obory strojového vidění

Výrobní průmysl



polovodiče



automotive



samoříditeľná
auta



tisk a obaly



potraviny



kvalita silnic



léky



povrch



rychlosť

Doprava



vjezdy



řízení dopravy



průzkum

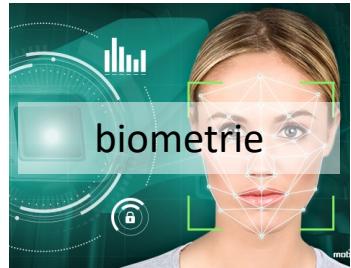


ostraha hranic

Bezpečnost



drony



biometrie



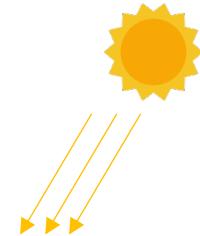
dohled



uvědomení
obyvatel

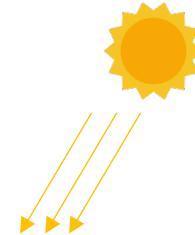
Vznik obrazu

zdroj energie / osvětlení



Vznik obrazu

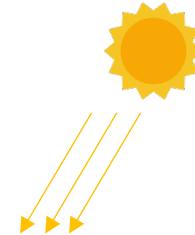
zdroj energie / osvětlení



reálný obraz

Vznik obrazu

zdroj energie / osvětlení

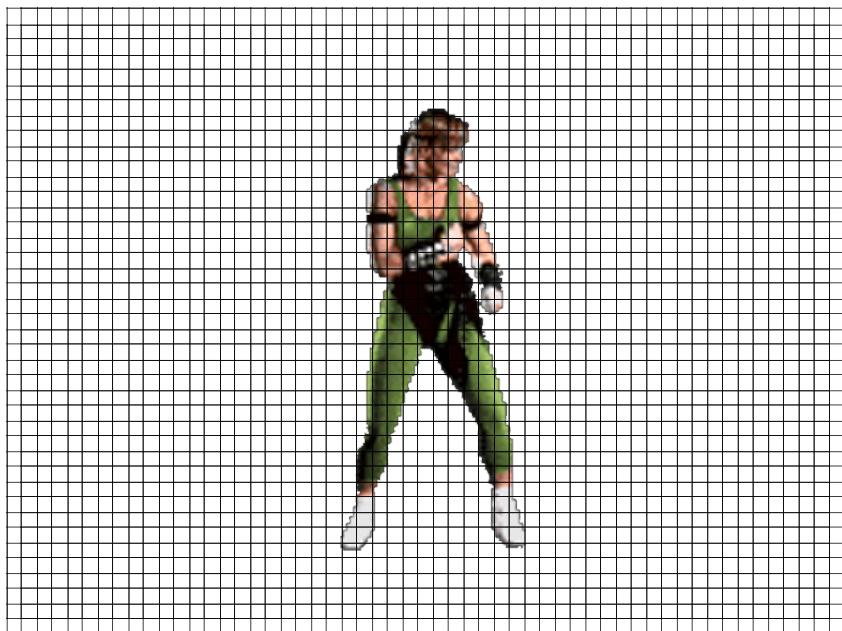


zobrazovací systém



reálný obraz

Vznik obrazu

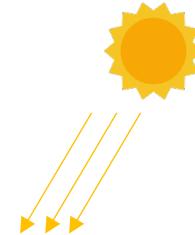


výstup / digitální obraz

zobrazovací systém

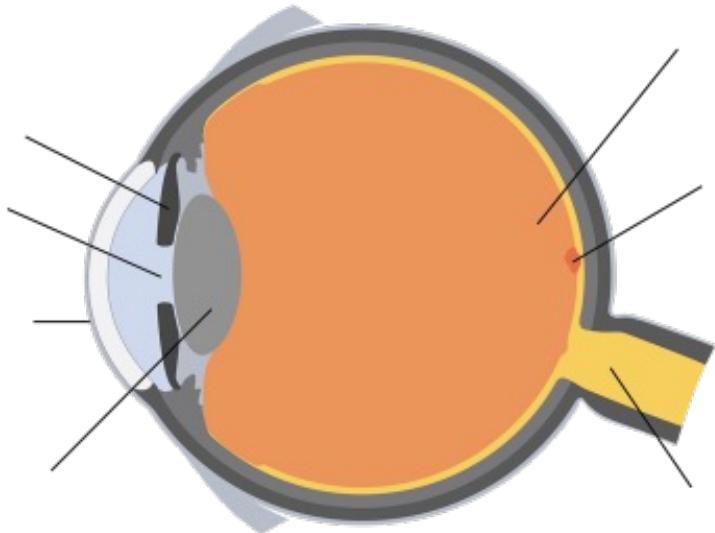


zdroj energie / osvětlení



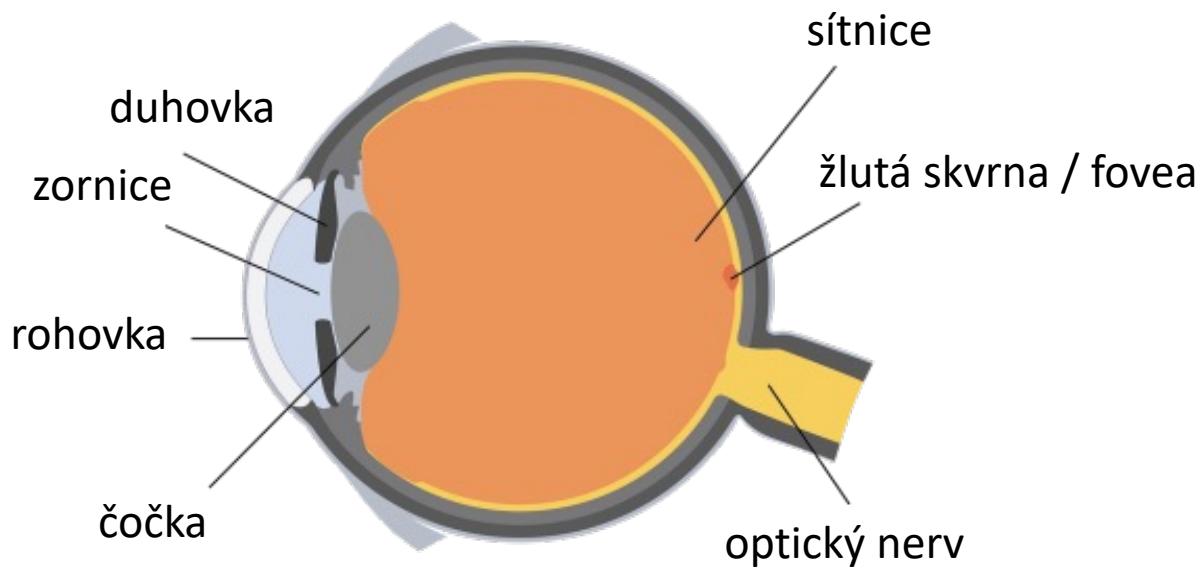
reálný obraz

Optická soustava – lidské oko



Fyziologie oka, https://is.muni.cz/www/345402/66012191/Fyziologie_oka.pdf

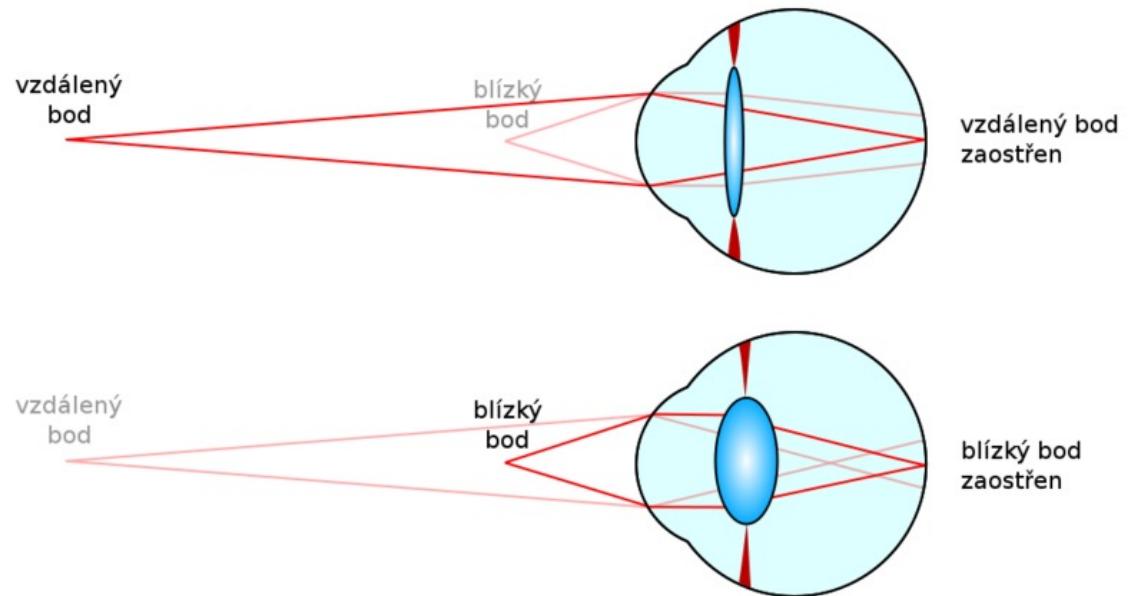
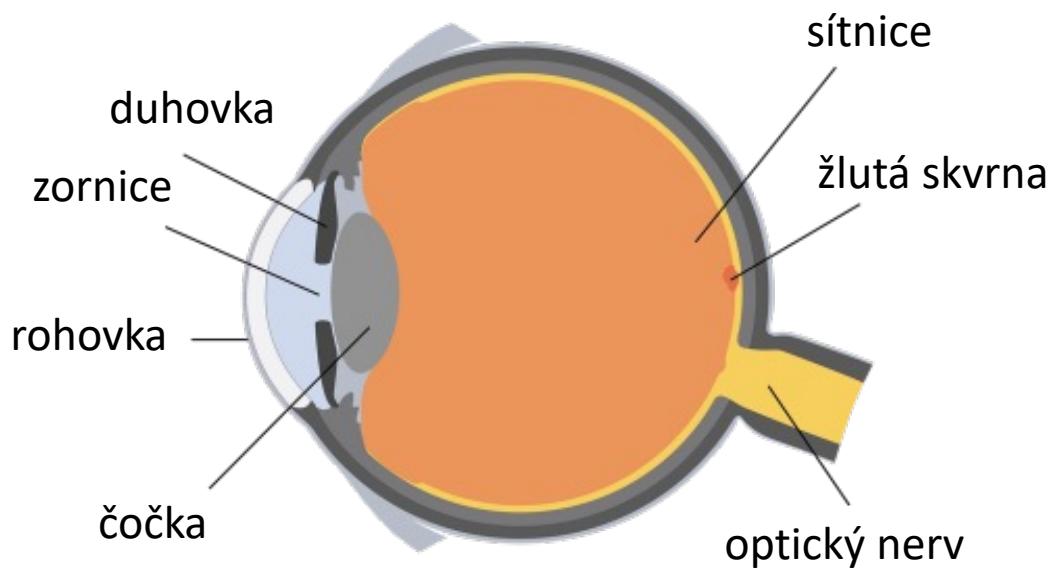
Optická soustava – lidské oko



slepá skvrna ?

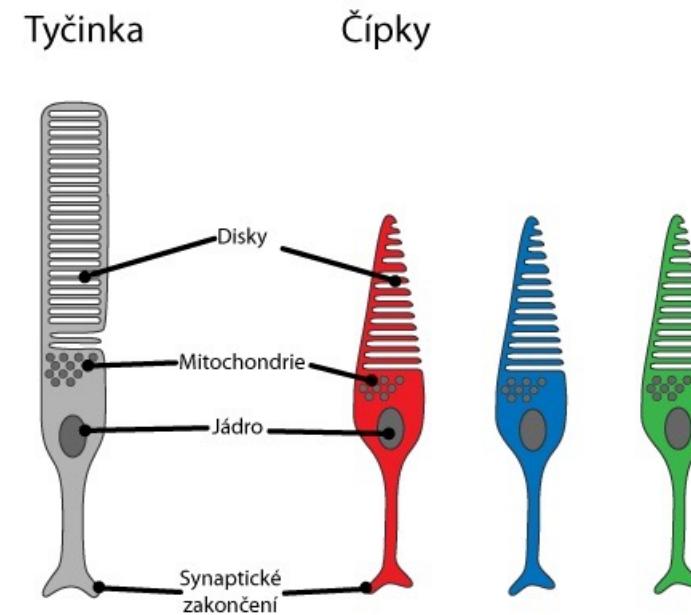
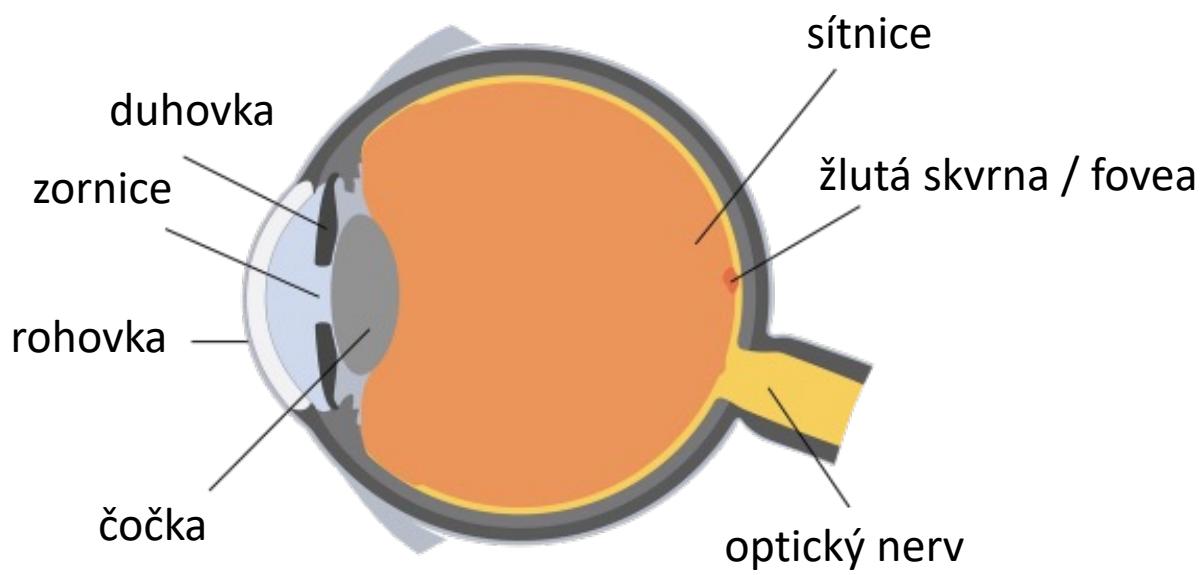
Fyziologie oka, https://is.muni.cz/www/345402/66012191/Fyziologie_oka.pdf

Optická soustava – ostření



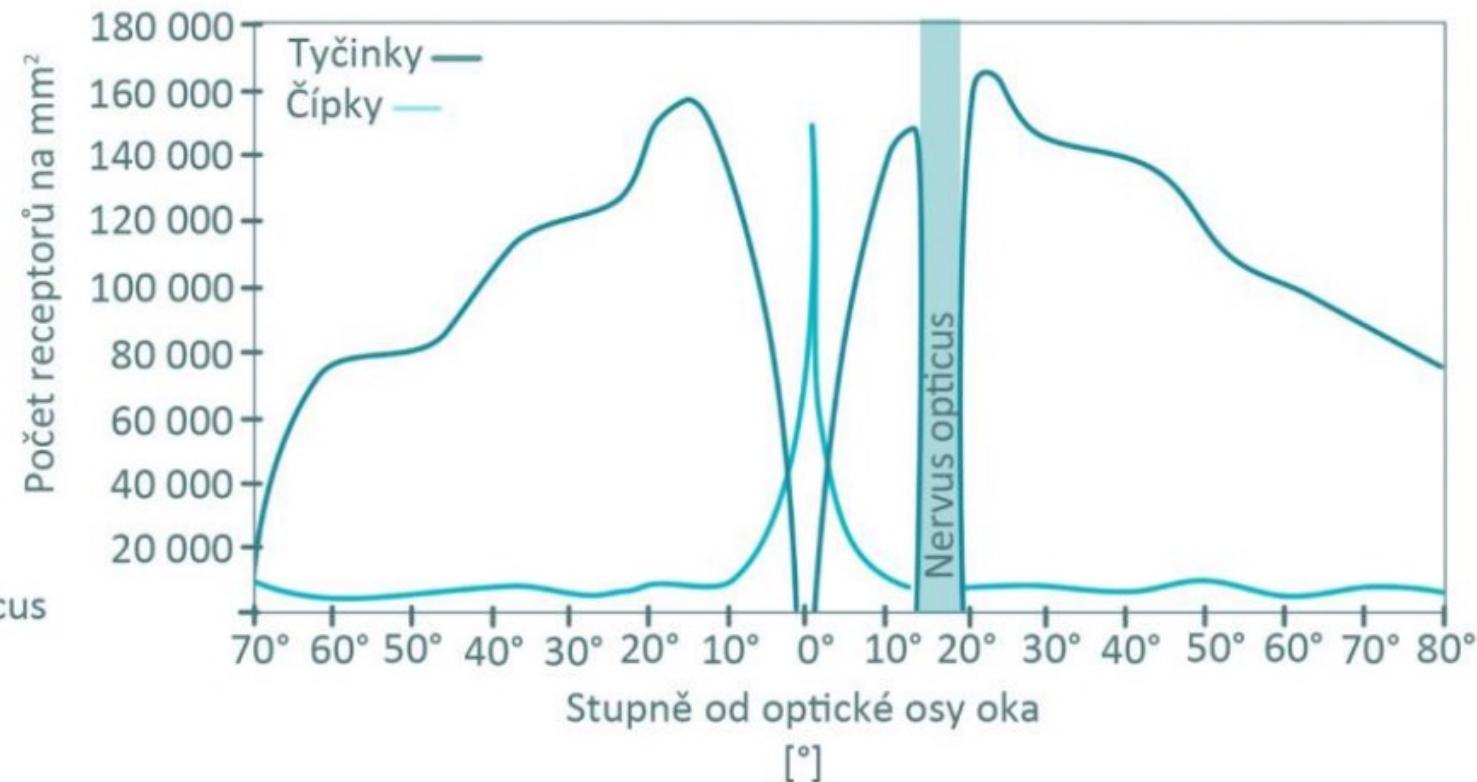
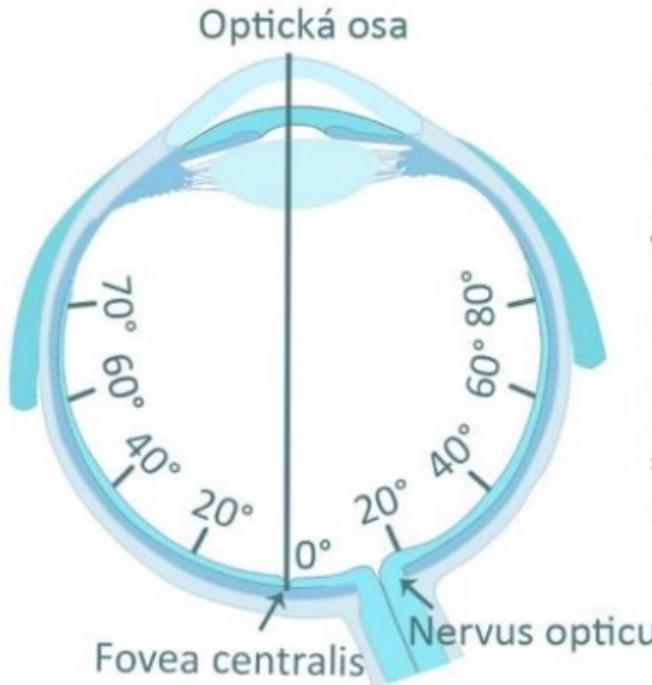
Fyziologie oka, https://is.muni.cz/www/345402/66012191/Fyziologie_oka.pdf

Optická soustava – senzory

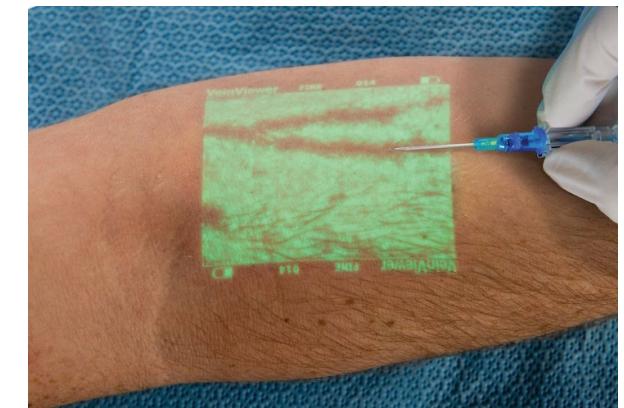
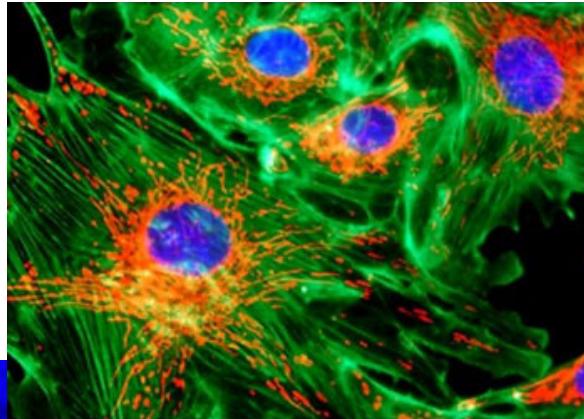


Fyziologie oka, https://is.muni.cz/www/345402/66012191/Fyziologie_oka.pdf

Optická soustava – senzory

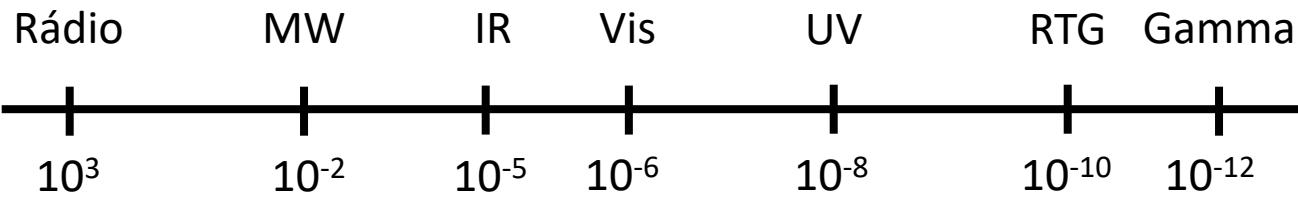


Elektromagnetické spektrum

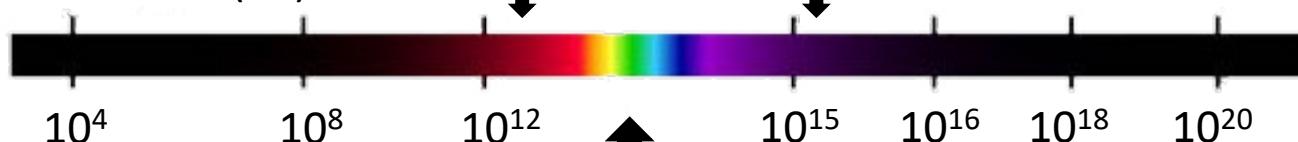


Elektromagnetické spektrum

Vlnová délka (m)

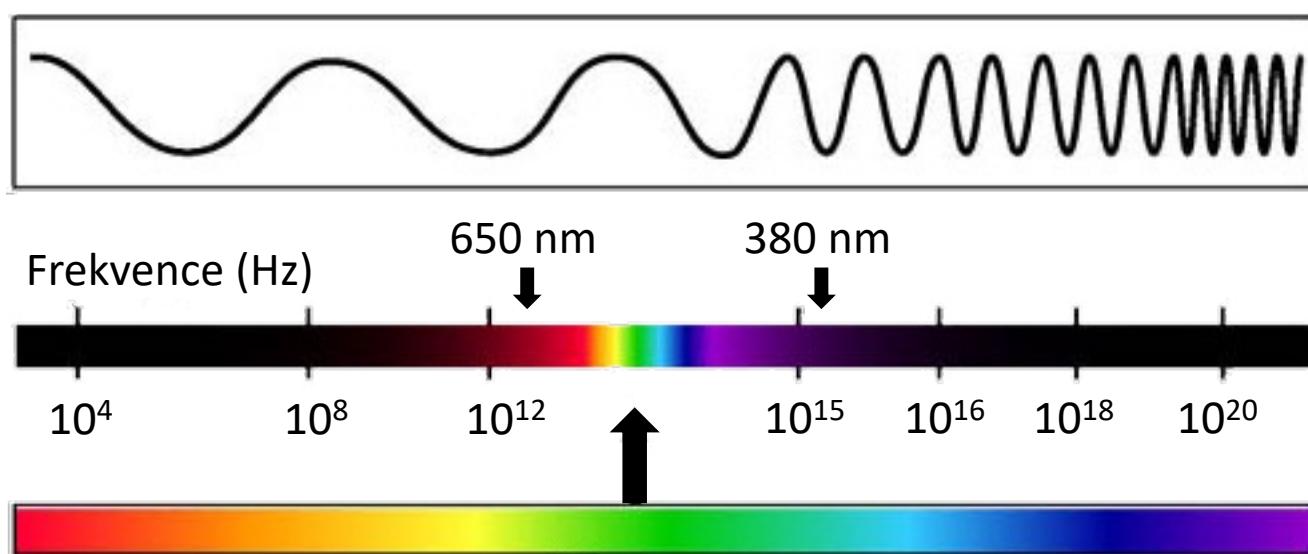
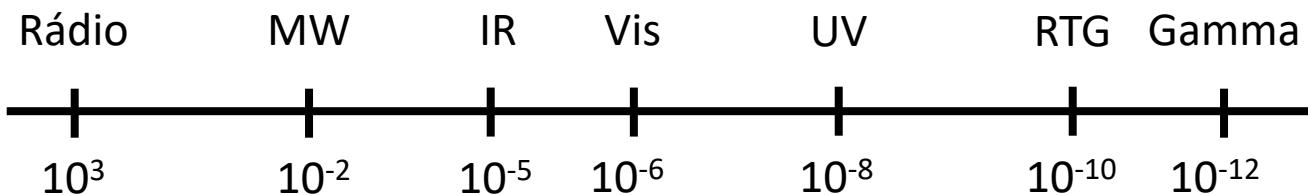


Frekvence (Hz)



Elektromagnetické spektrum

Vlnová délka (m)



$$\lambda = \frac{c}{f} \quad \lambda = c \cdot T$$

λ ... vlnová délka

c ... rychlosť svetla

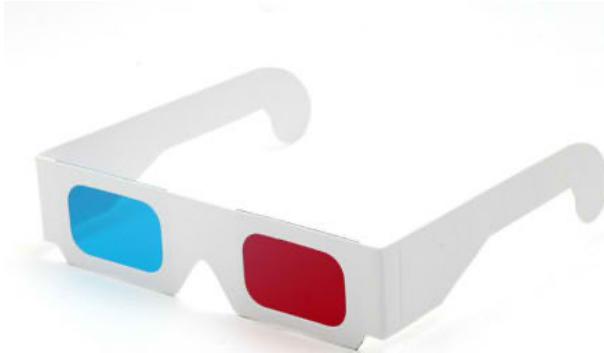
f ... frekvencia vlnení

T ... perioda vlnení

$$c = 300\ 000 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$$

Stereoskopie

- Způsob zobrazení 3D scény na 2D ploše
→ Poskytnout každému oku jiný obraz

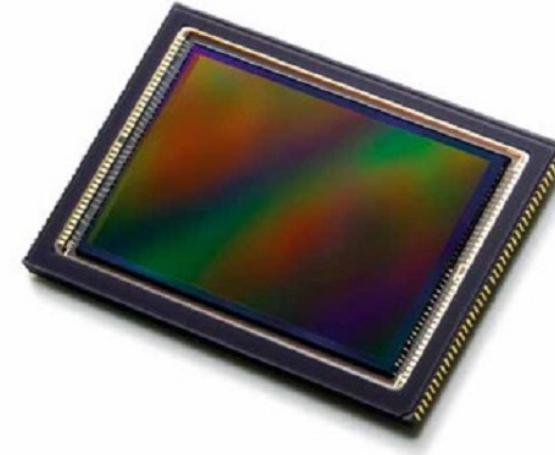
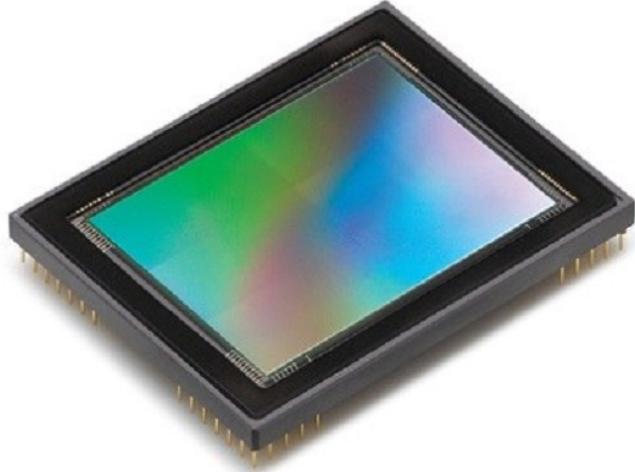


Anaglyf

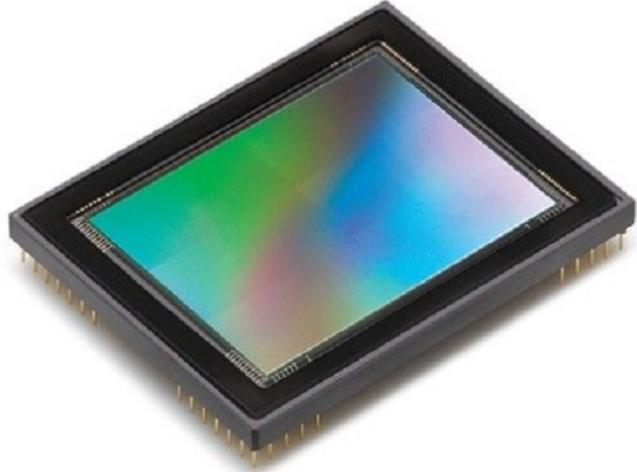


Meoskop (1959)

Detektory



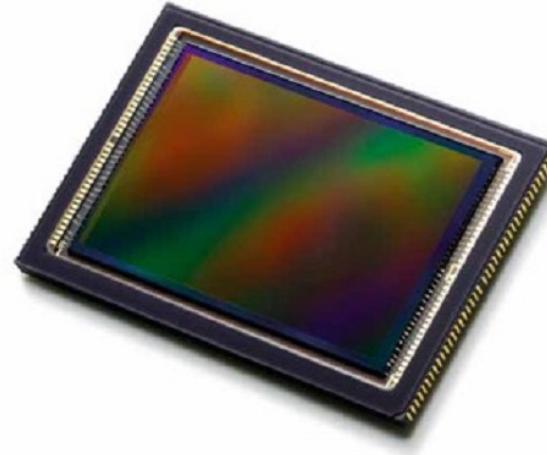
Detektory



CCD

Kvalita obrazu
Dynamika
Nízký šum

2010



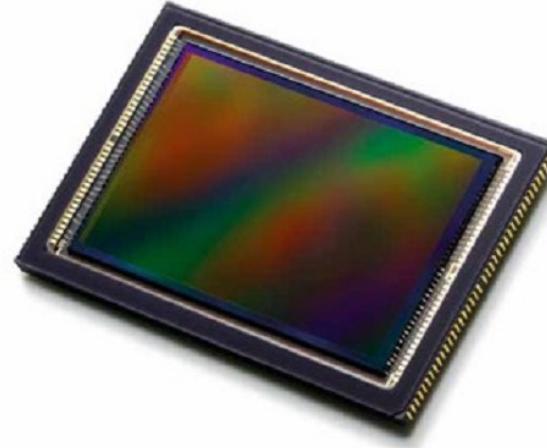
CMOS

Rychlosť snímání
Cena

Detektory



2018

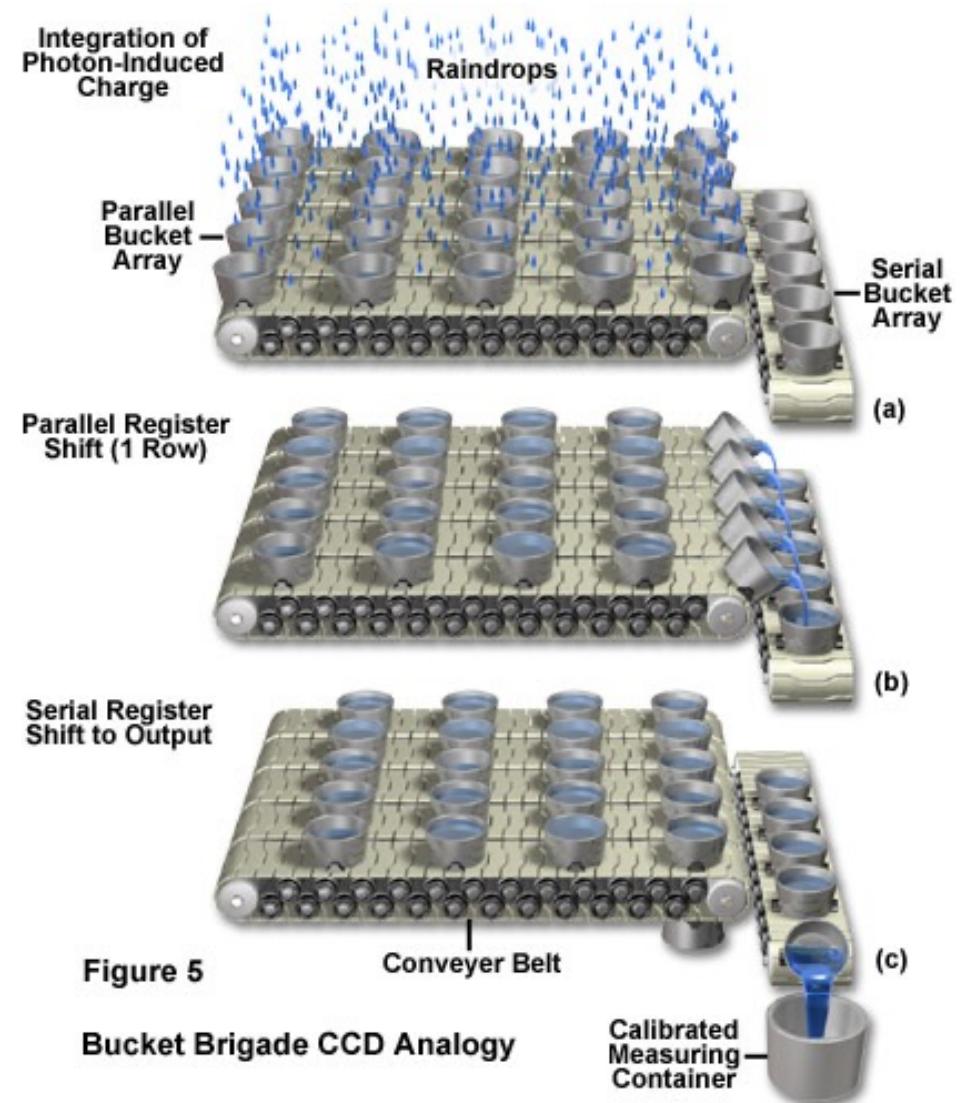


CMOS

Rychlosť snímání
Cena
Kvalita obrazu
Dynamika
Nízký šum

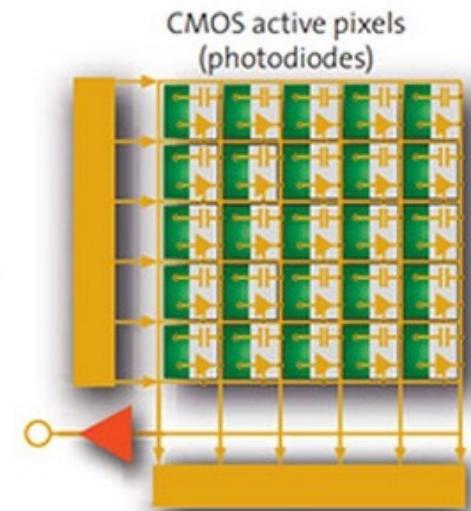
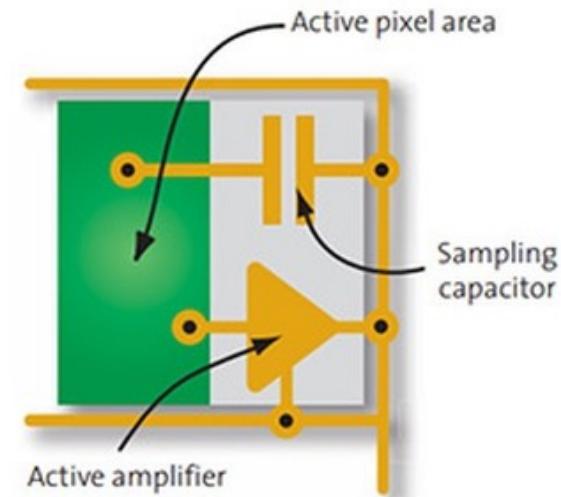
Detektory – CCD

- Snímání analogového signálu
- Převod energie na napětí
- Přenos napětí
- Digitalizace v PC



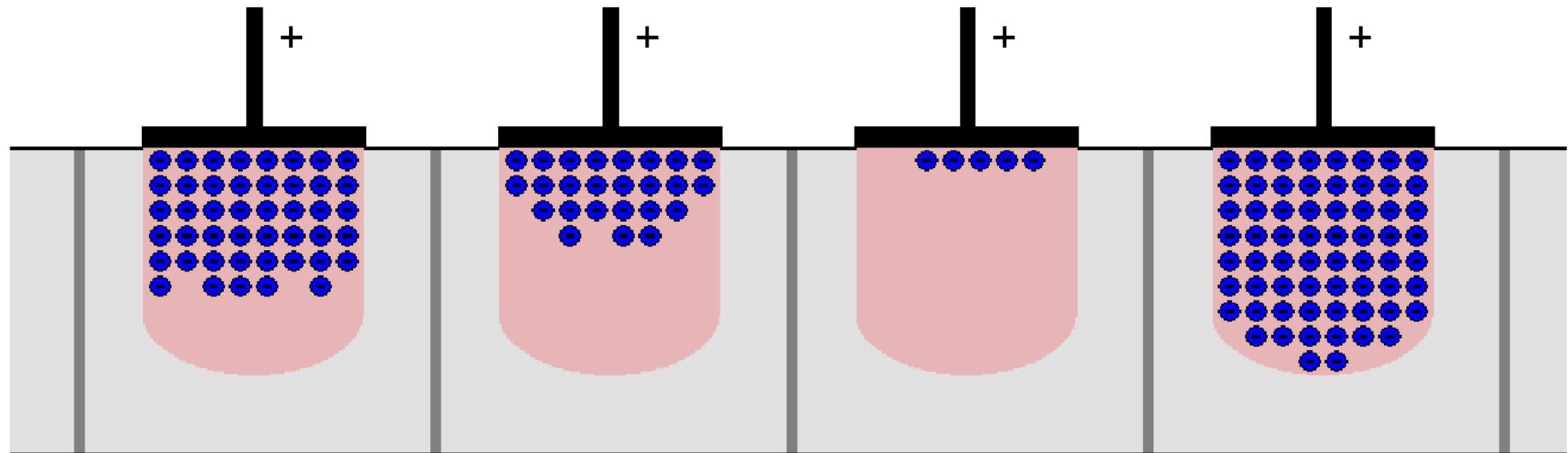
Detektory – CMOS

- Snímání analogového signálu
- Digitalizace na senzoru



Dynamický rozsah – Kapacita buňky

- Fotoelektrický jev
 - Elektrony



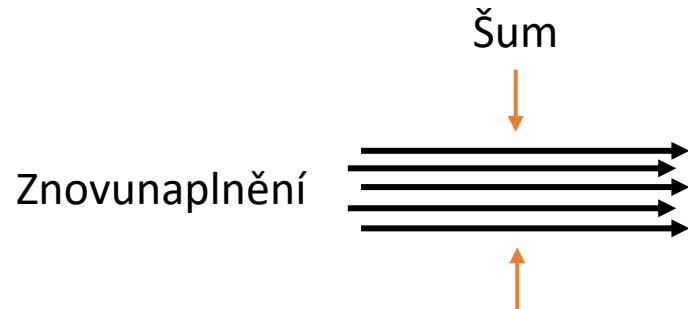
Kapacita buňky



Odstup signálu od šumu (SNR)

$$\text{šum} = \sqrt{\text{počet elektronů}}$$

$$\text{SNR} = \sqrt{\text{saturační kapacita}}$$



„Znovu naplněná sklenice nemá vždy stejnou hladinu.“
(cit. T. Gřeš)

Temný šum

- I když nedopadá na senzor světlo uvolňují se v polovodiči elektrony!
- Určuje detekční limit
- Minimální signál, který jsme schopni změřit

temný šum = obvykle 8 – 100 elektronů

Maximální kapacita



Saturační kapacita



Temný šum



„Po vyprázdnění sklenice zůstane na dně pár kapek.“
(cit. T. Gřeš)



Dynamický rozsah

$$DR = \frac{\text{saturační kapacita}}{\text{temný šum}}$$

$$DR_{db} = 20 \cdot \log \left(\frac{\text{saturační kapacita}}{\text{temný šum}} \right)$$

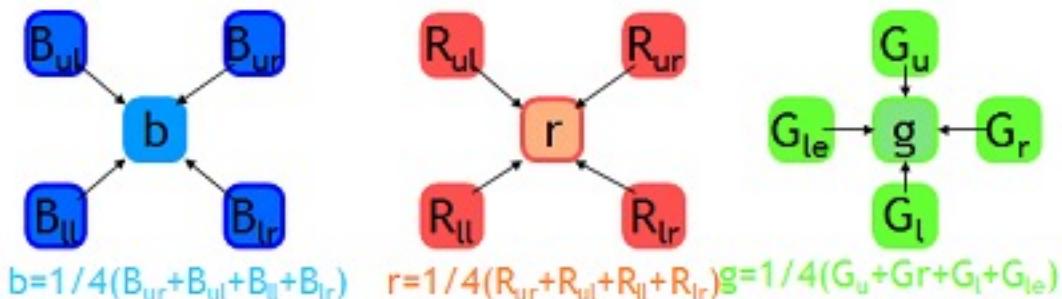
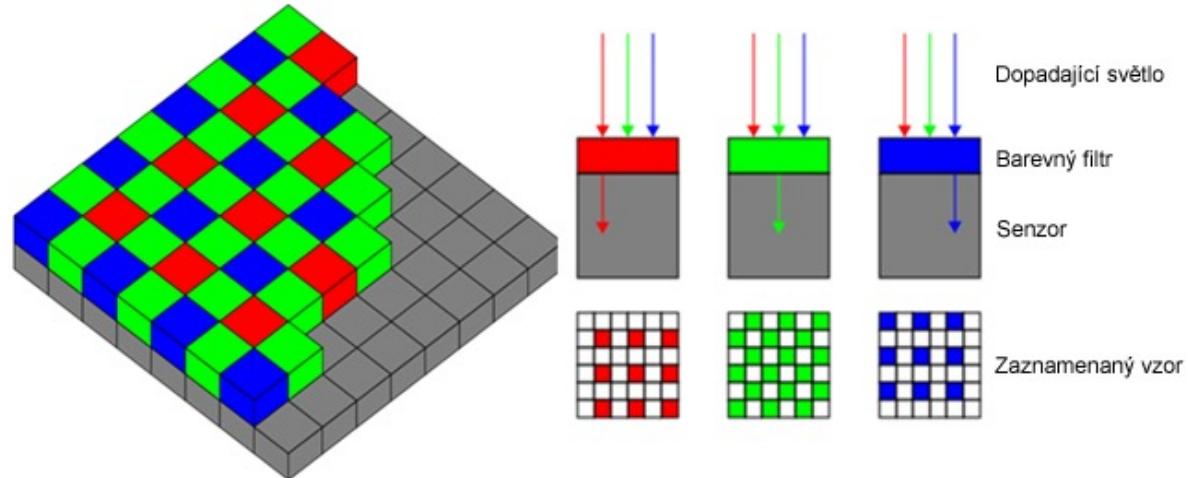


„Dynamický rozsah je poměr mezi plnou a prázdnou sklenicí.“
(cit. T. Gřeš)

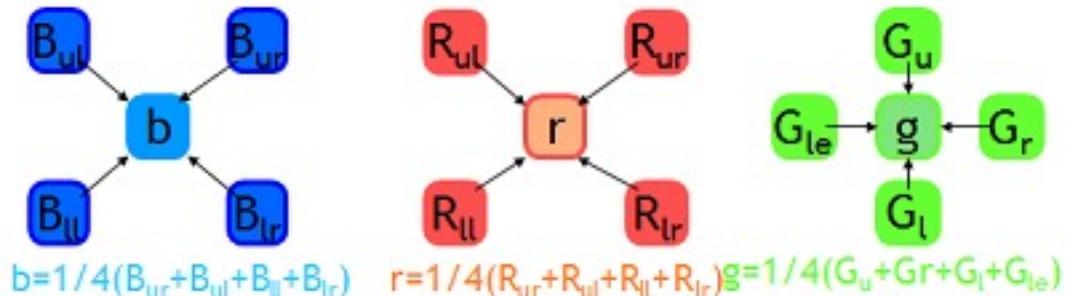
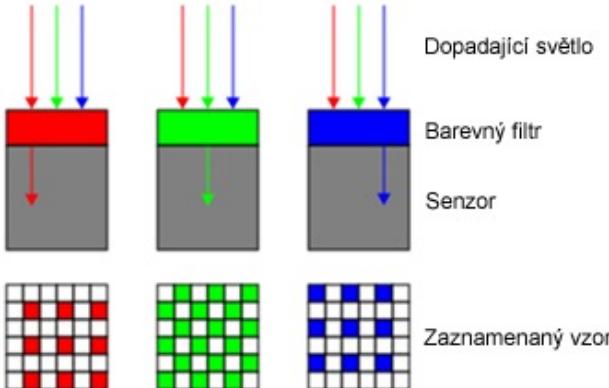
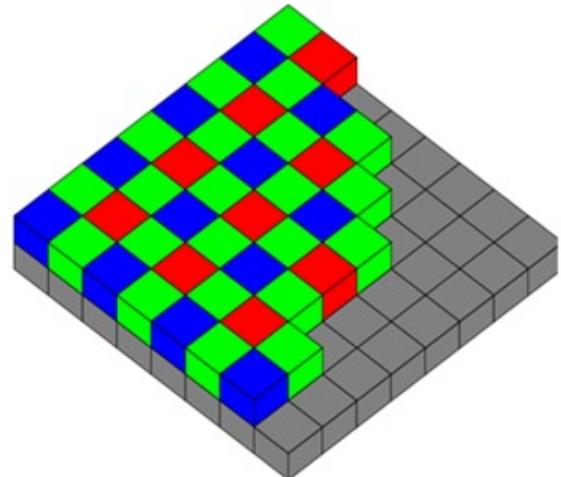
Dynamický rozsah



Vícečipové kamery – Bayerova maska



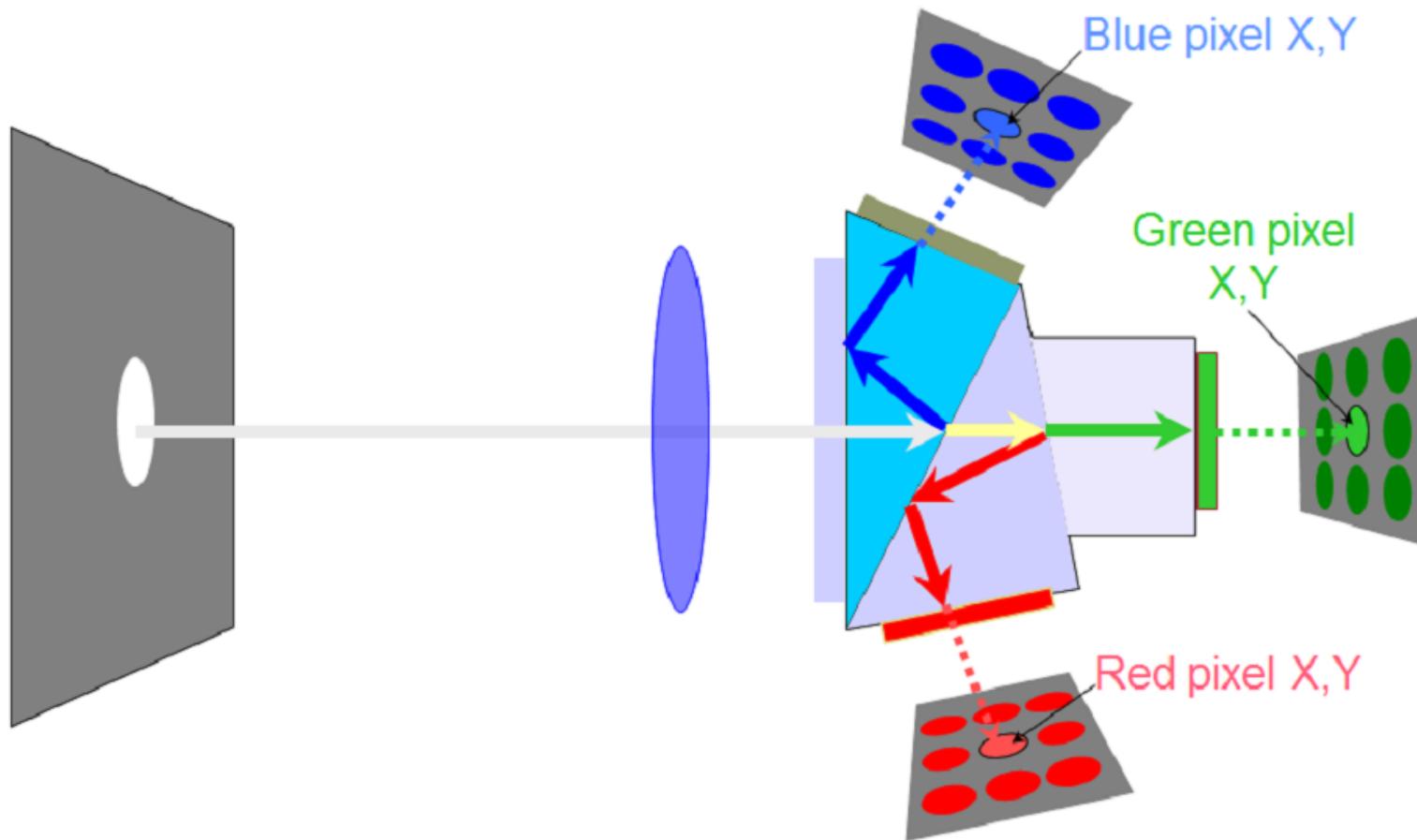
Vícečipové kamery – Bayerova maska



CCTV LENS
LM25JC10M
2/3" 25mm/F1.8
Manual C-Mount

va Company Ltd.

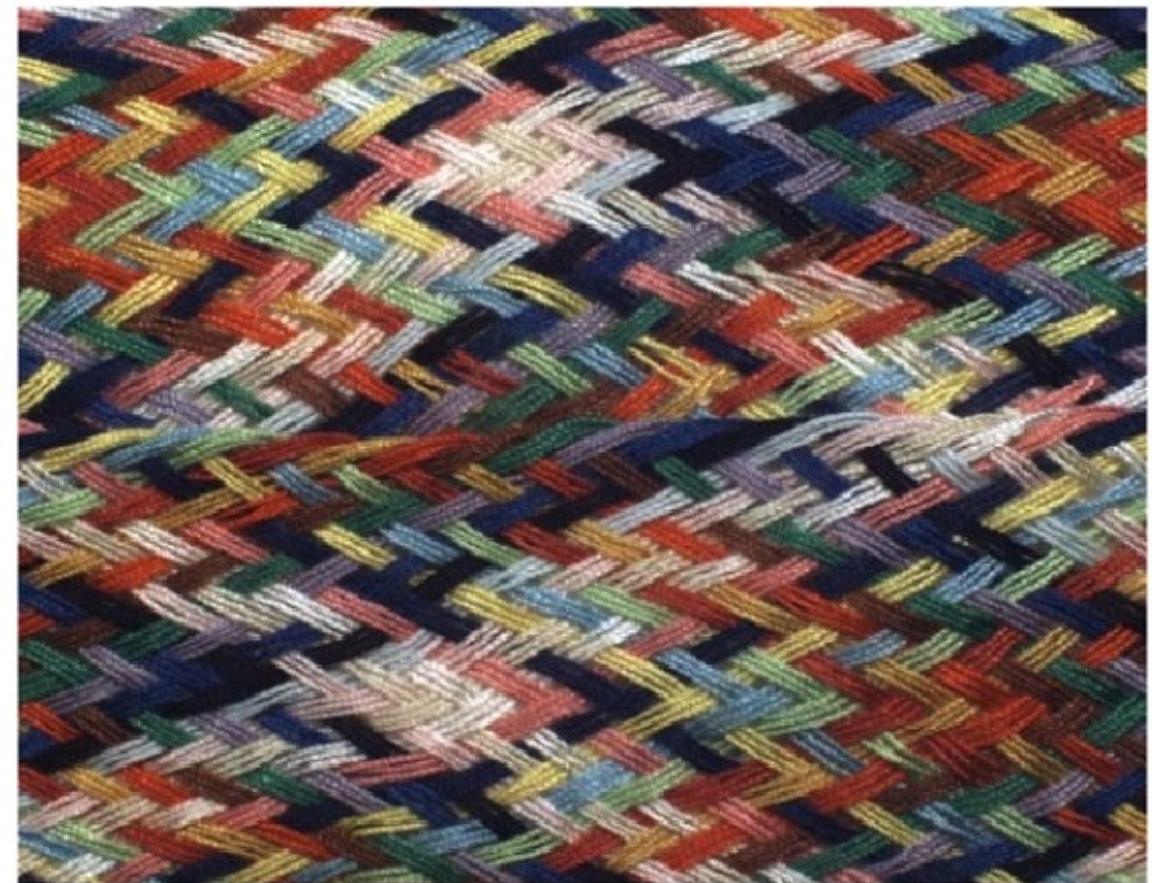
Vícečipové kamery – 3CCD, 3CMOS



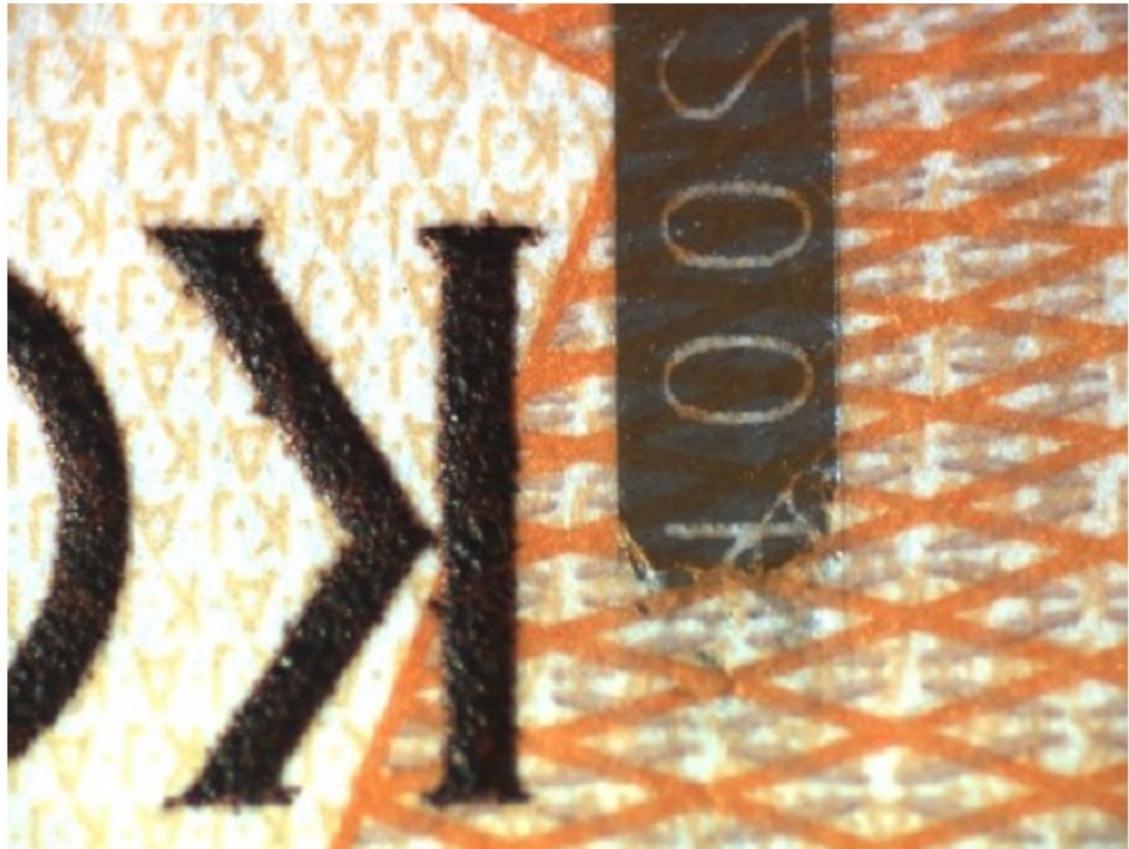
Vícečipové kamery – 3CCD, 3CMOS



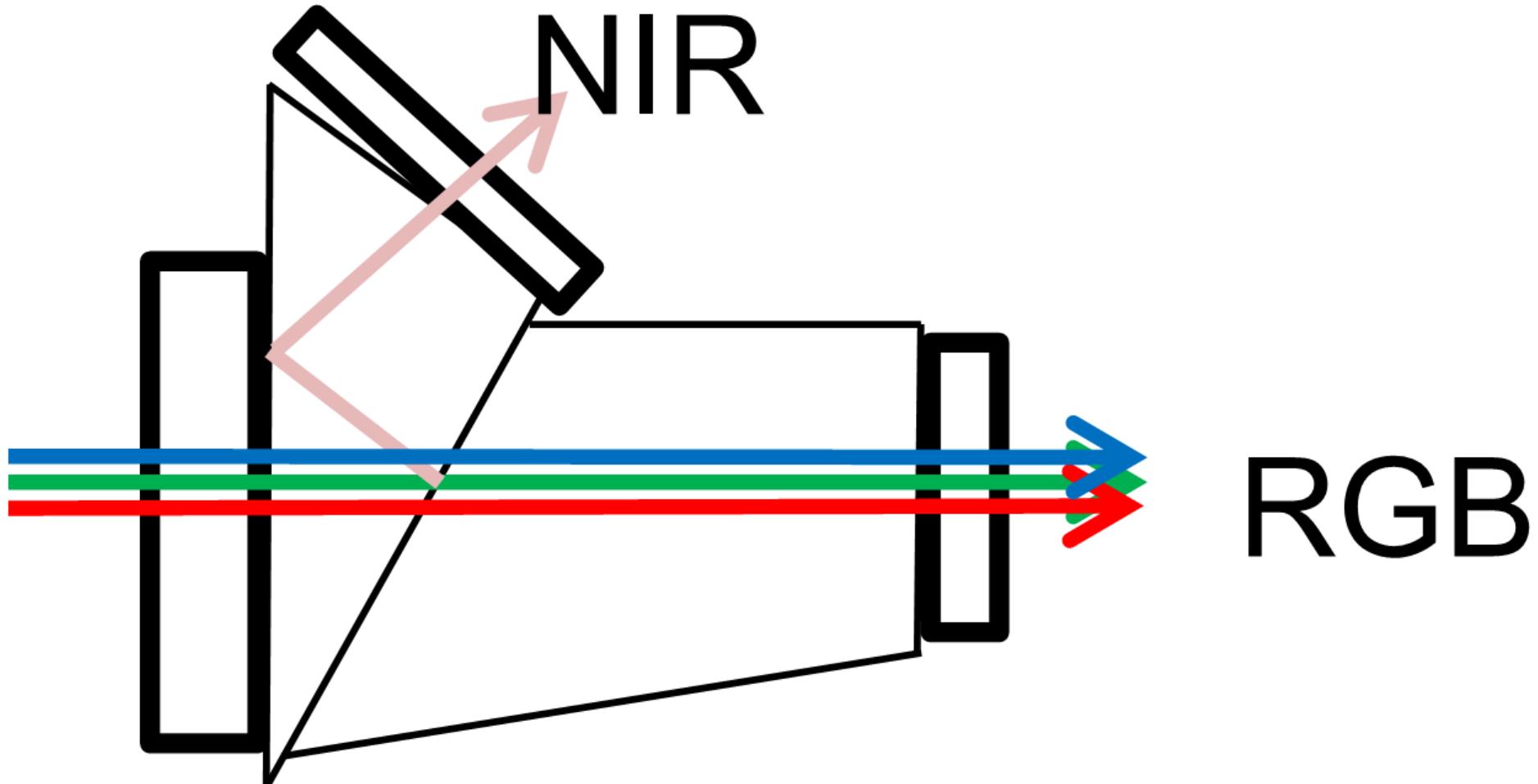
Vícečipové kamery – 3CCD, 3CMOS



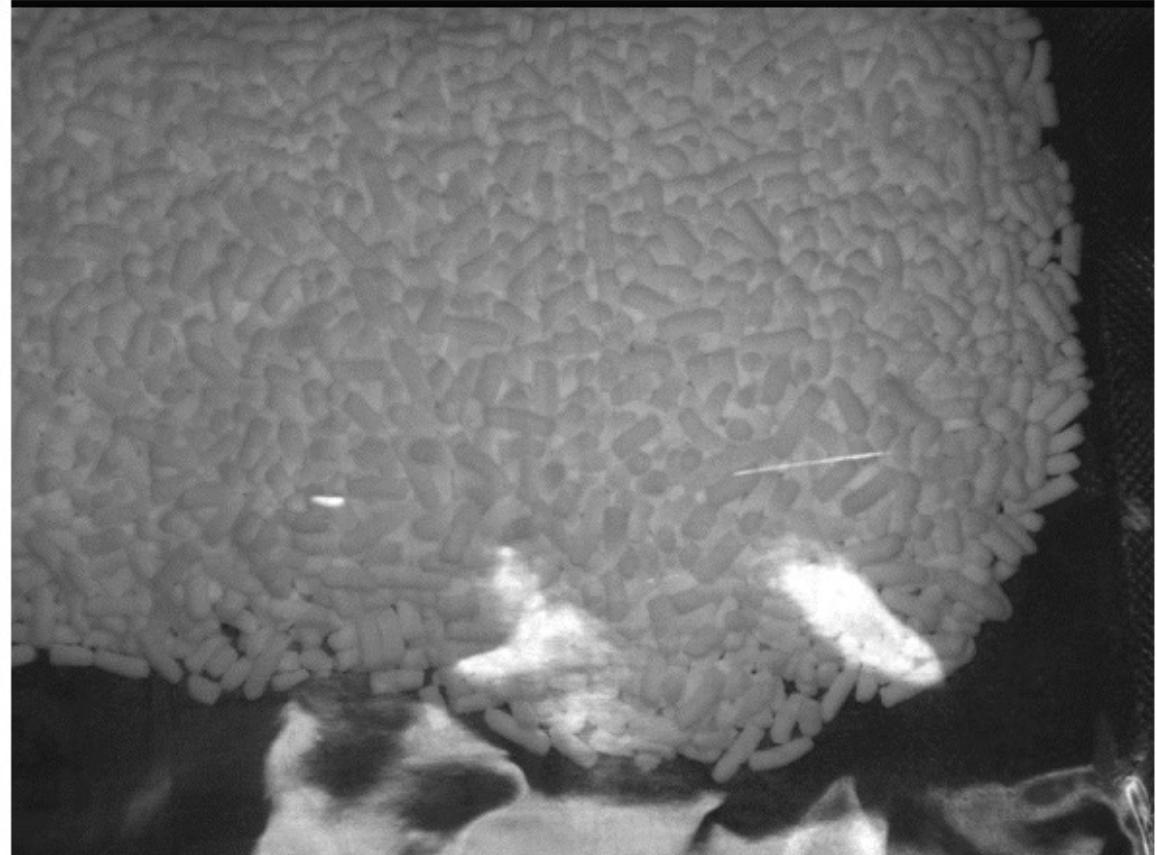
Vícečipové kamery – 3CCD, 3CMOS



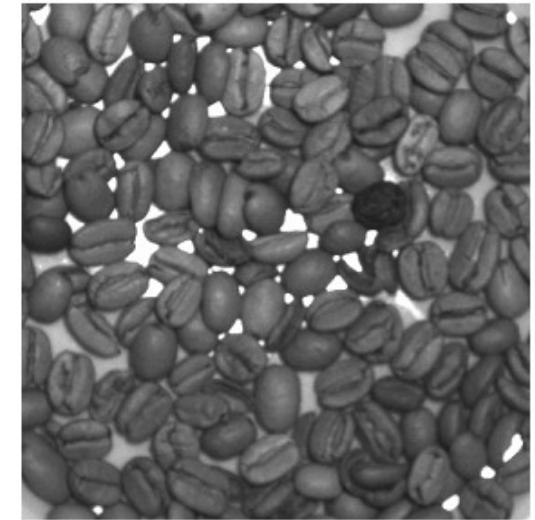
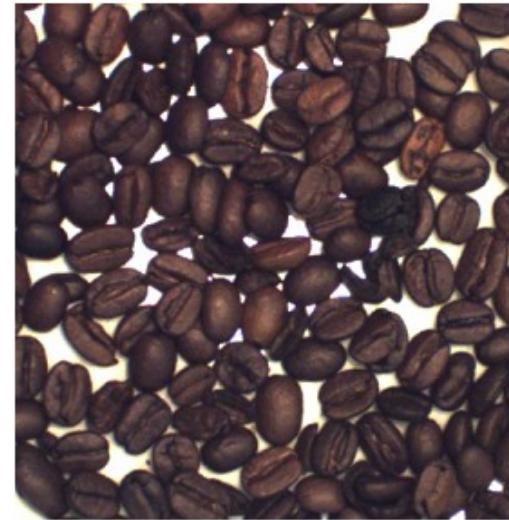
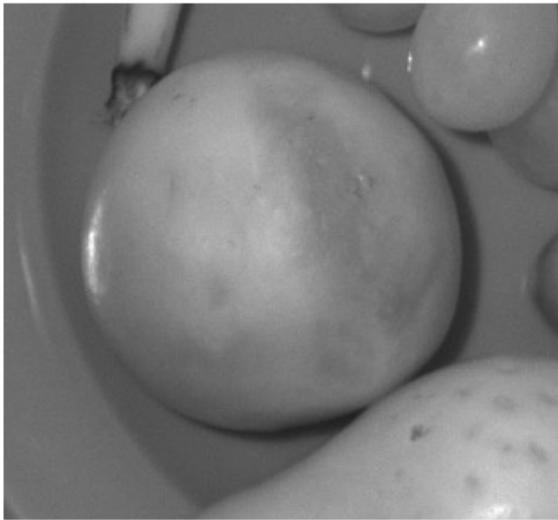
Multispektrální kamery – NIR



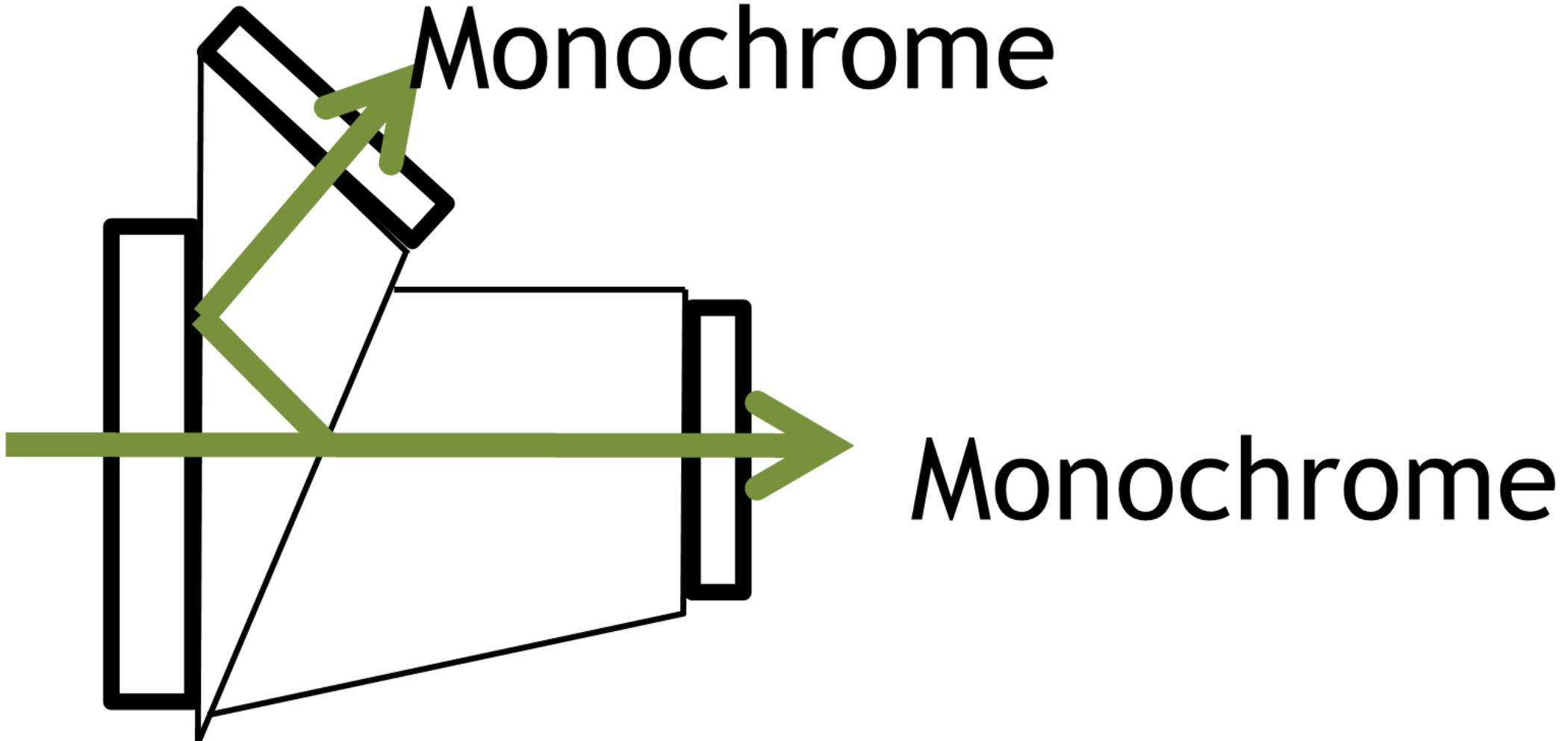
Multispektrální kamery



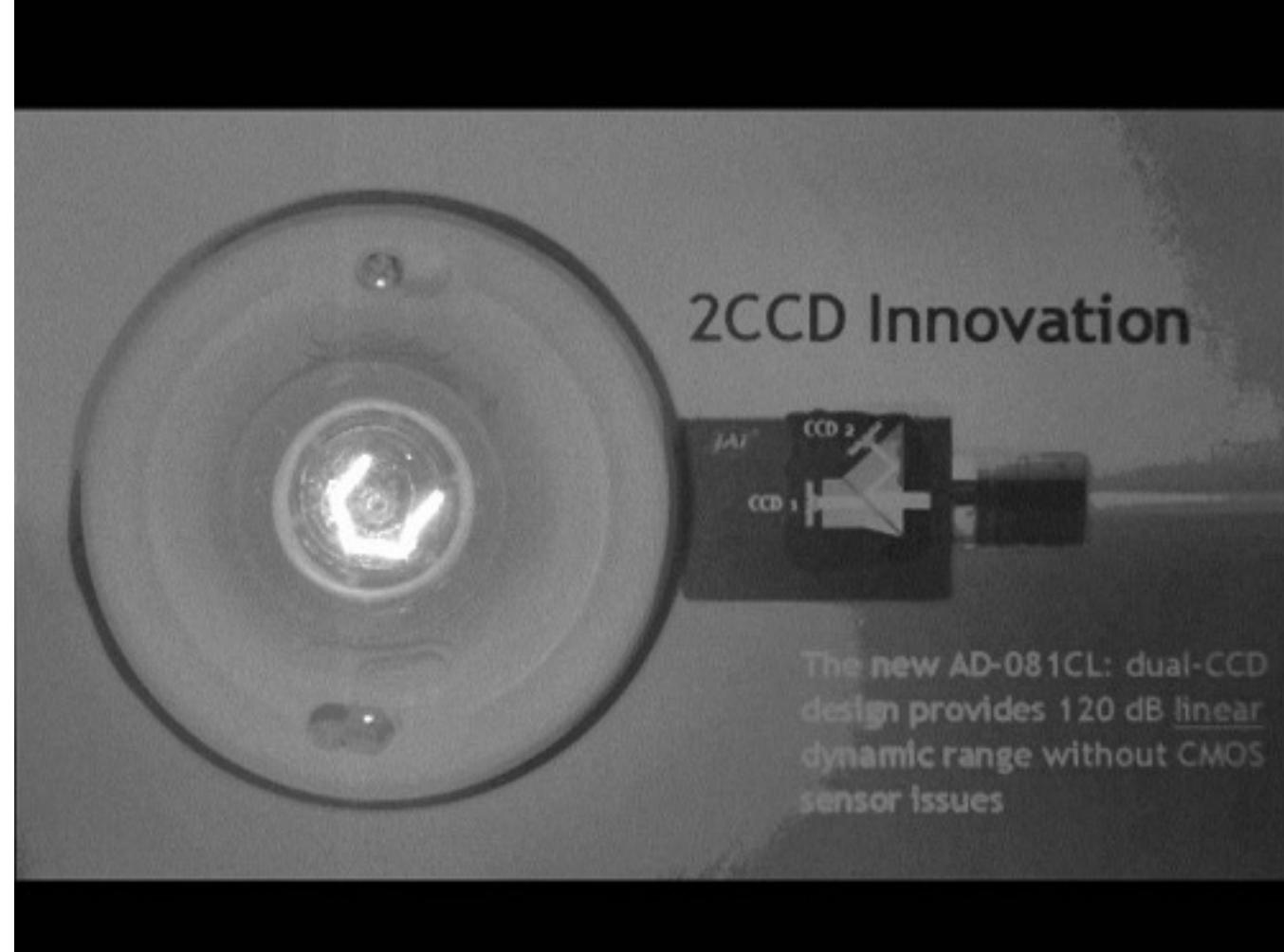
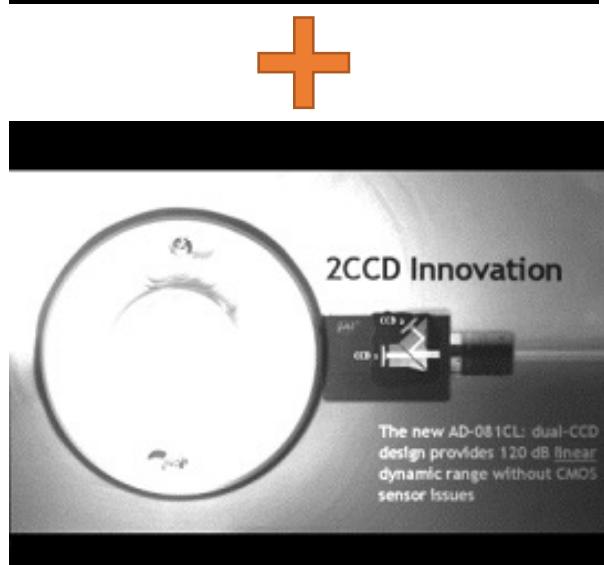
Multispektrální kamery



2CCD HDR



2CCD HDR



2CCD HDR



Inteligentní kamery

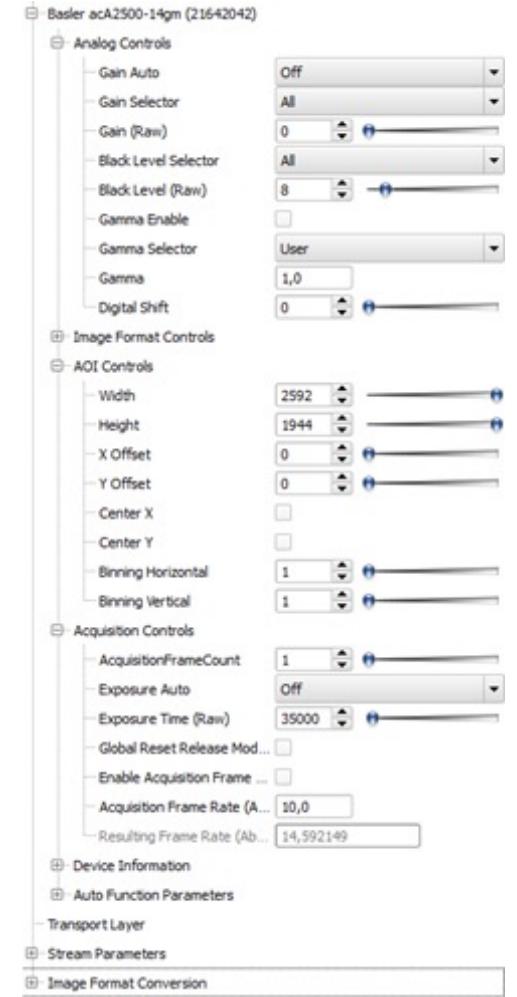
- 360° kamery
 - Bar & QR readery
 - Face recognition
 - License plate readery
-
- Obecně kamery s algoritmy zpracování obrazu
 - Jednoúčelové
 - Zpracování na čipu kamery



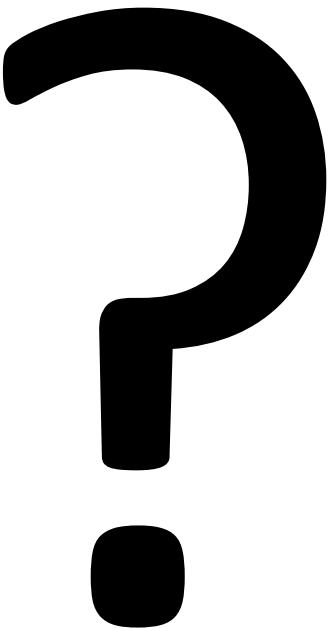
<https://www.deviantart.com/pansasunavee/art/Camera-man-162001348>

Vlastnosti kamery

- Gain (zesílení)
- Doba expozice + režim
- Rozlišení + oblast zájmu (ROI)
- Gamma
- Clona
- Závěrka
- Binning
- Datový formát (mono, bayer, yuv422)



Zvýšení citlivosti kamery



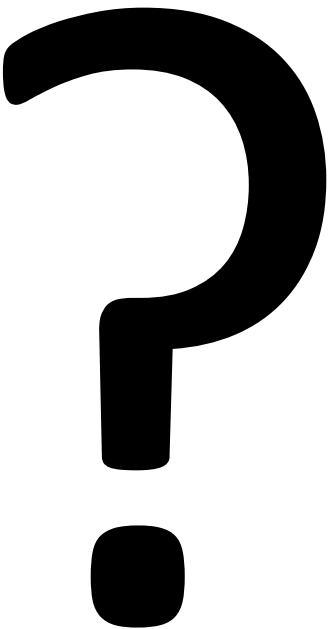
Zvýšení citlivosti kamery

- Gain
 - Analogové zesílené signálu z čipu
 - Zvýší se i šum
- Expoziční čas
 - Sníží se snímková frekvence
- Binning
 - Sníží se rozlišení



© Lightroom Fanatic
www.lightroomfanatic.com

Zvýšení snímkové frekvence



Zvýšení snímkové frekvence

- Omezení oblasti zájmu
 - Zmenší se zorné pole
- Binning
 - Sníží se rozlišení
 - Nefunguje u všech kamer
- Pozor na expoziční čas
- Pozor na zvolenou bitovou hloubku

