

Strojové vidění a fyzikální podstata

Strojové vidění a zpracování obrazu
BI-SVZ

Strojové vidění

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



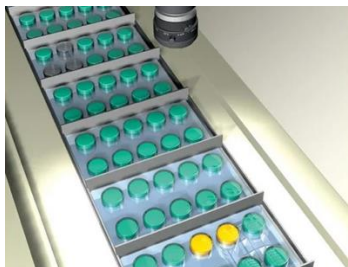
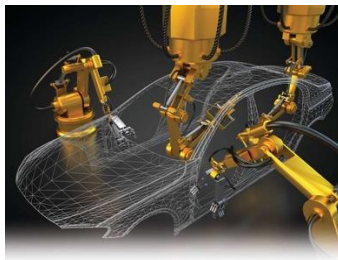
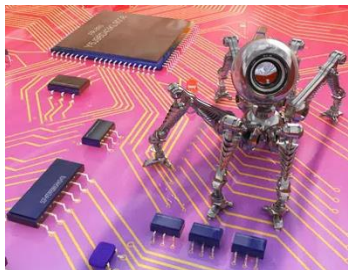
Strojové vidění – cíle

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



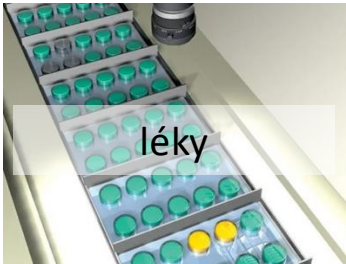
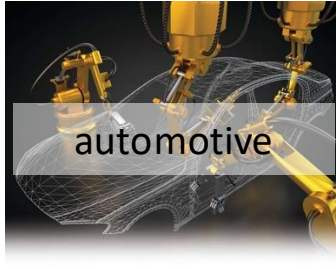
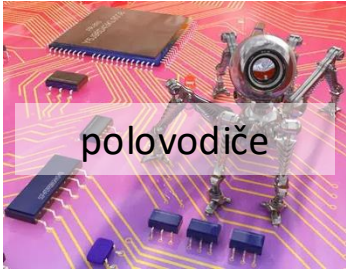
Obory strojového vidění

Výrobní průmysl



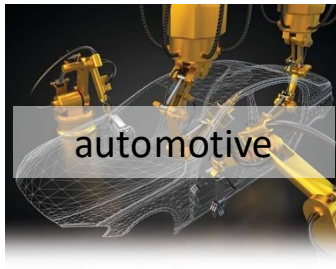
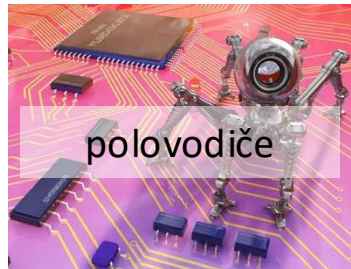
Obory strojového vidění

Výrobní průmysl



Obory strojového vidění

Výrobní průmysl



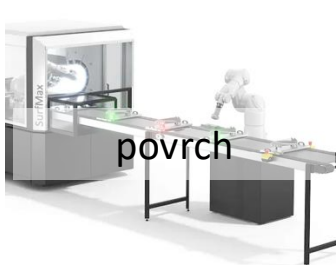
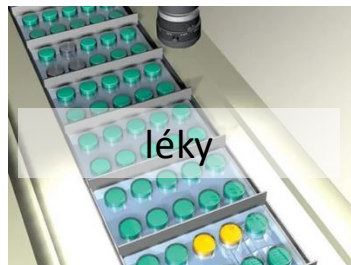
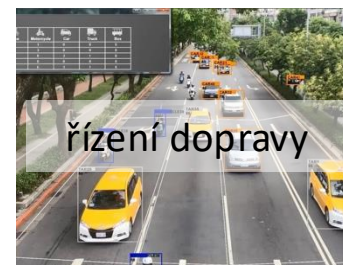
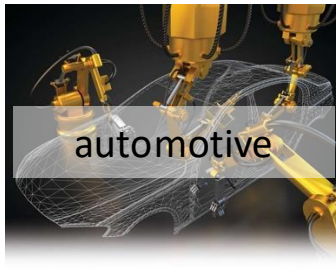
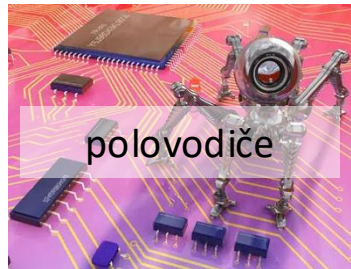
Doprava



Obory strojového vidění

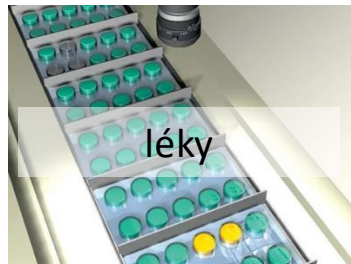
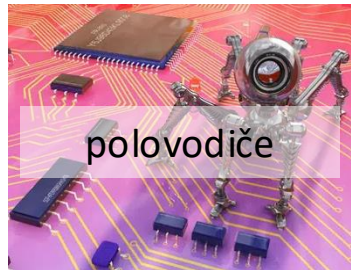
Výrobní průmysl

Doprava



Obory strojového vidění

Výrobní průmysl



Doprava

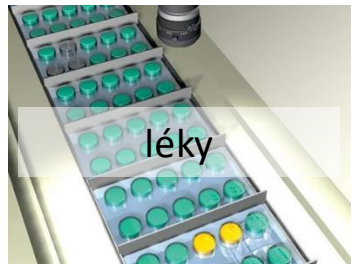
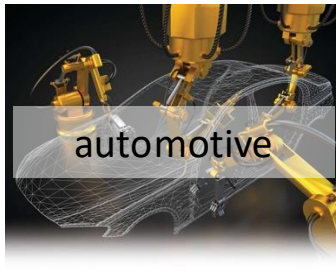
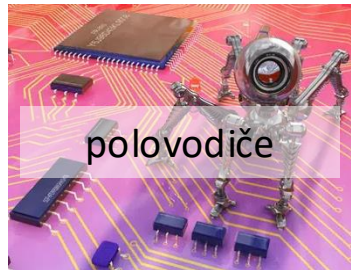


Bezpečnost



Obory strojového vidění

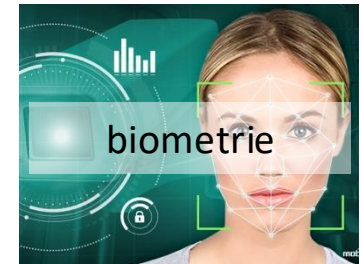
Výrobní průmysl



Doprava

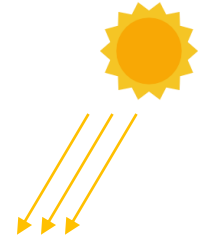


Bezpečnost



Vznik obrazu

zdroj energie / osvětlení



Vznik obrazu

zdroj energie / osvětlení



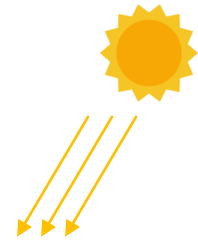
reálný obraz

Vznik obrazu

zobrazovací systém

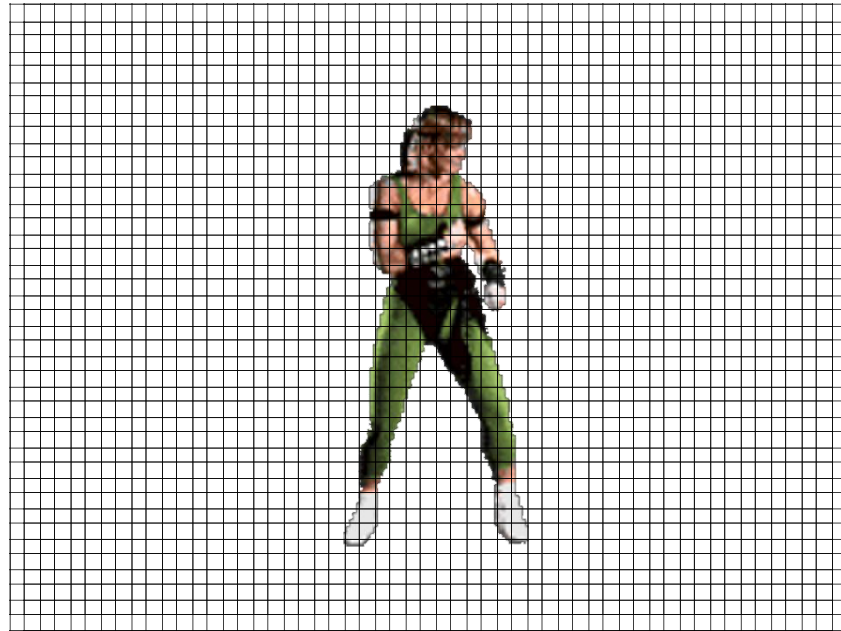


zdroj energie / osvětlení



reálný obraz

Vznik obrazu



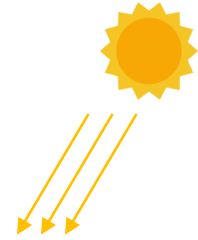
výstup / digitální obraz

zobrazovací systém

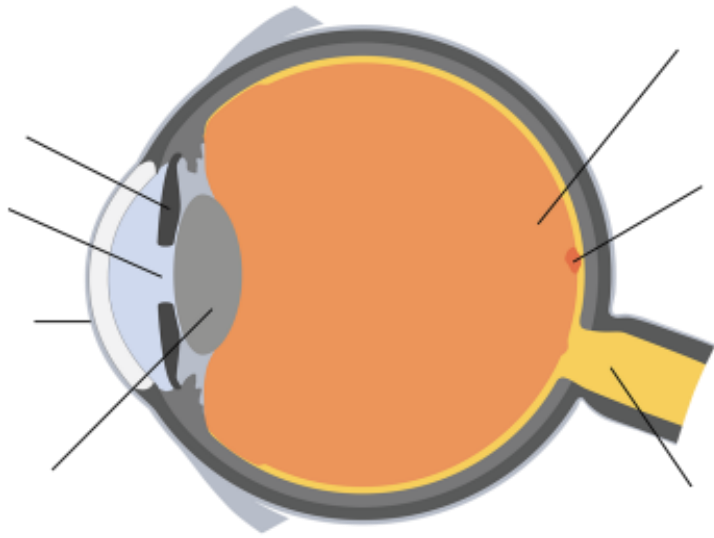


reálný obraz

zdroj energie / osvětlení

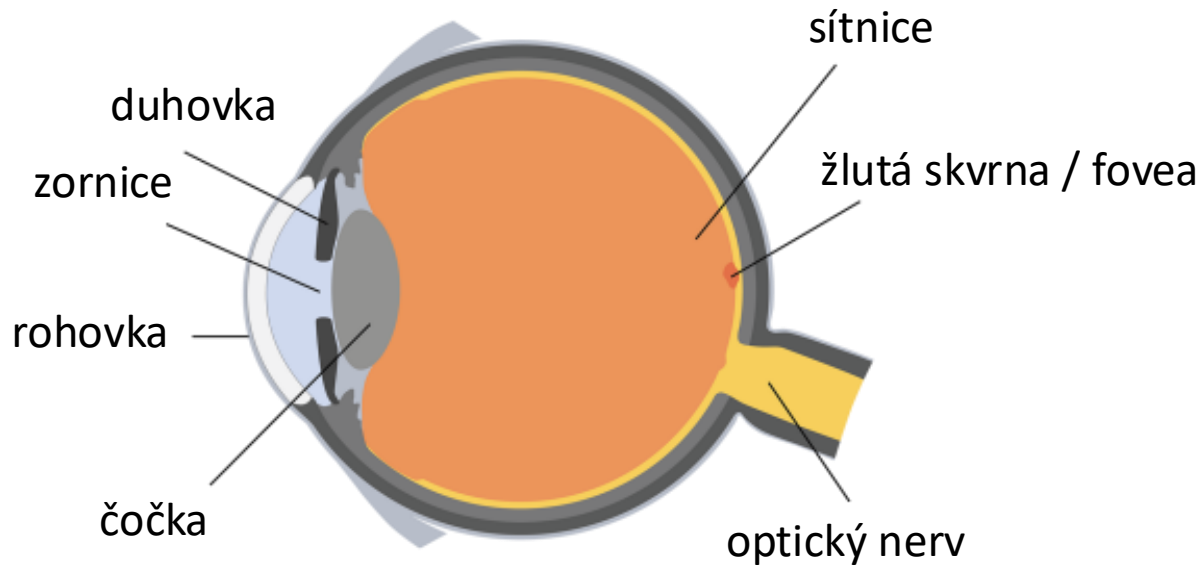


Optická soustava – lidské oko



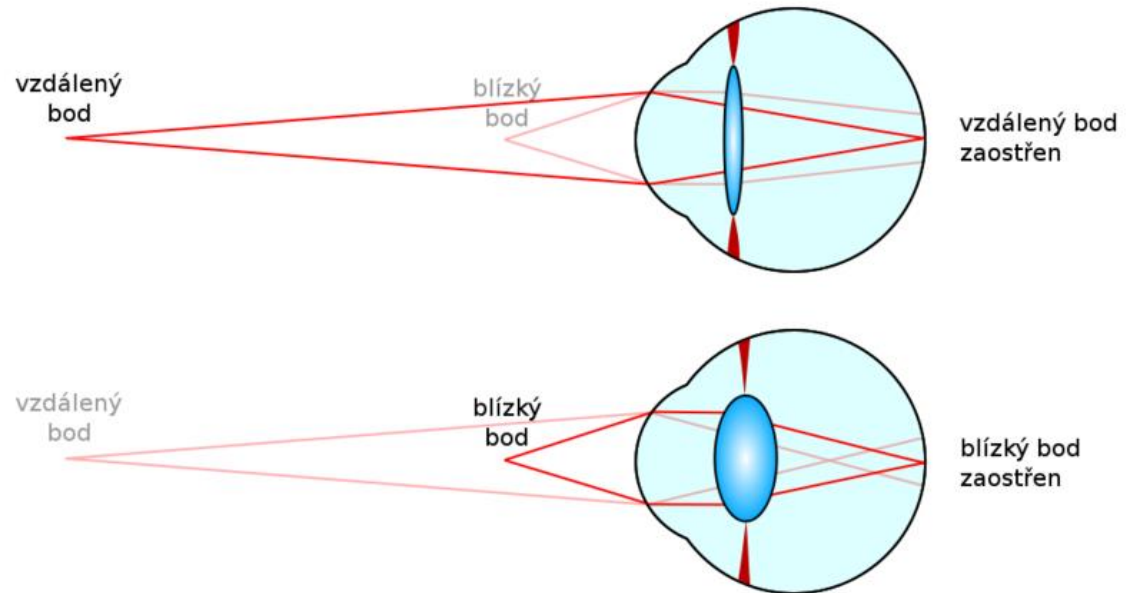
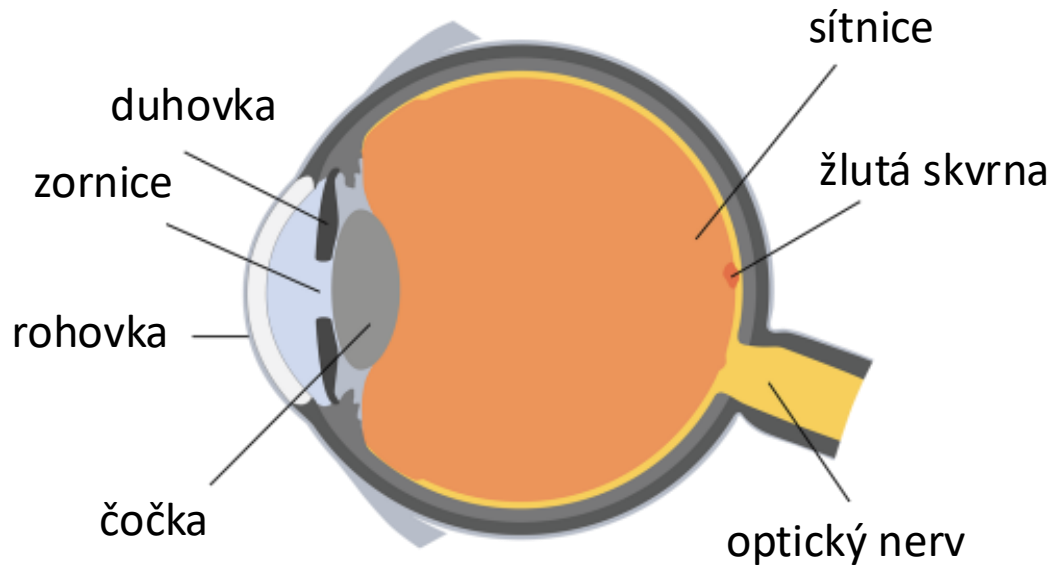
Fyziologie oka, https://is.muni.cz/www/345402/66012191/Fyziologie_oka.pdf

Optická soustava – lidské oko

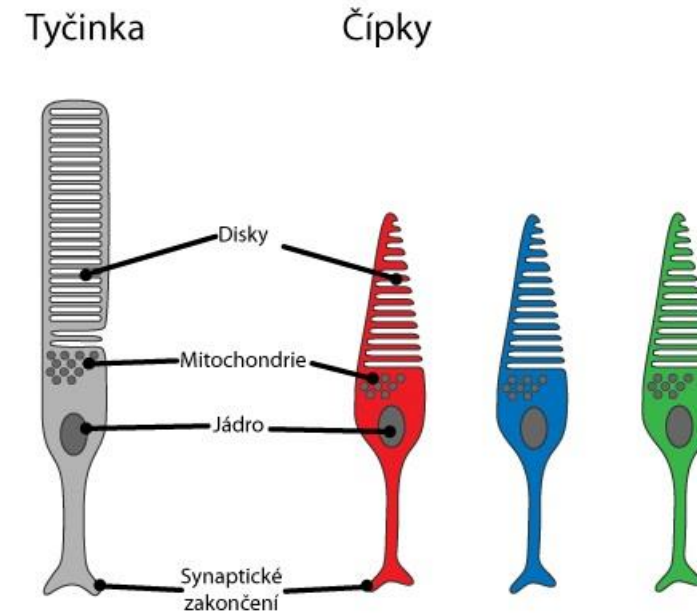
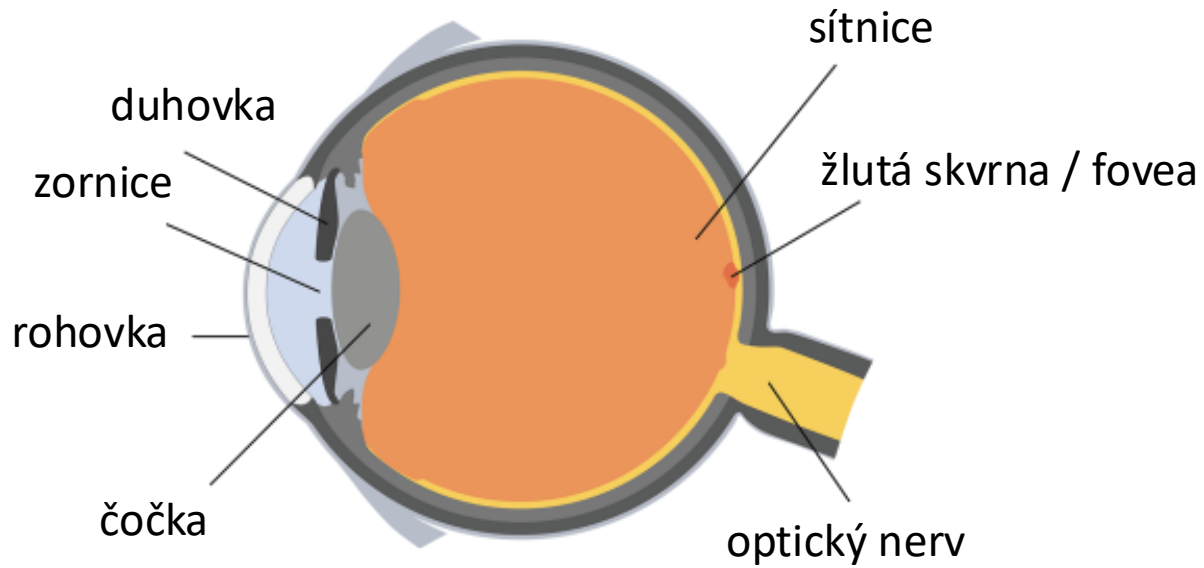


slepá skvrna ?

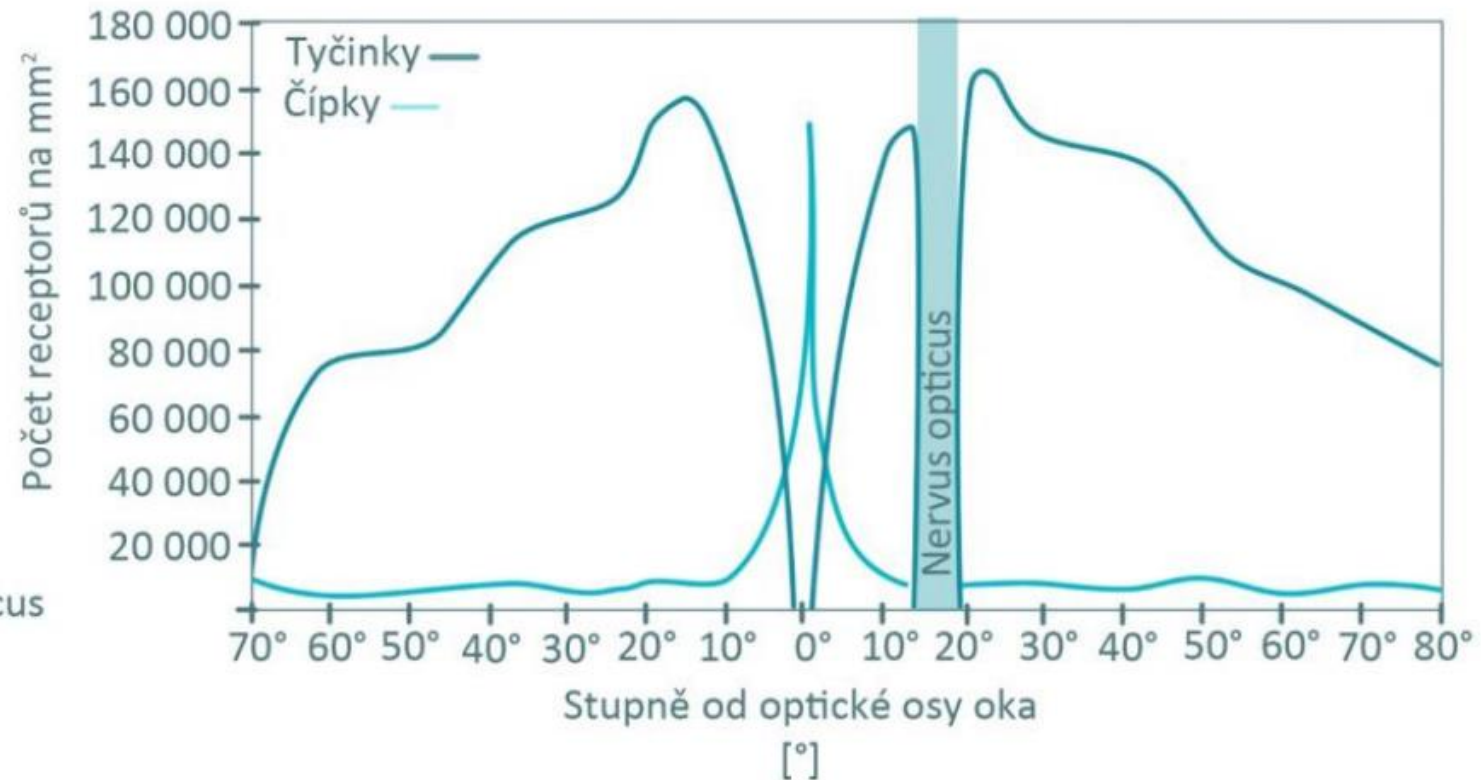
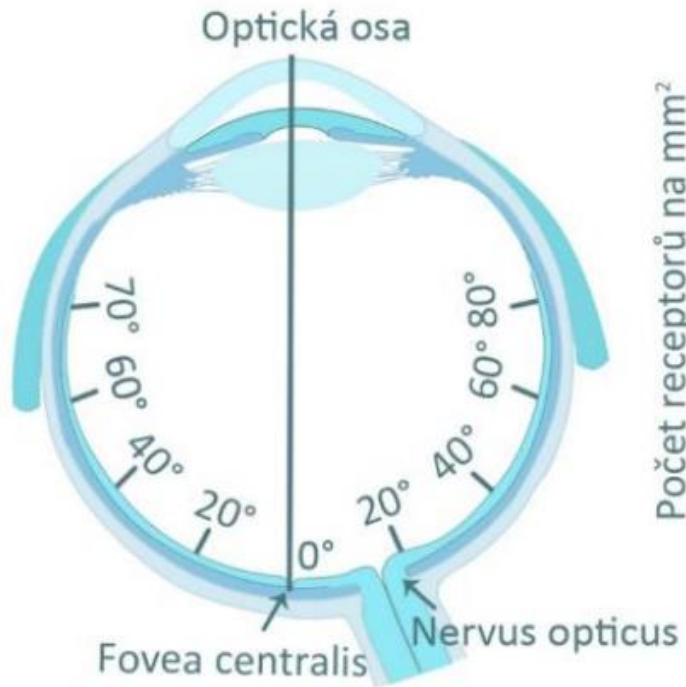
Optická soustava – ostření



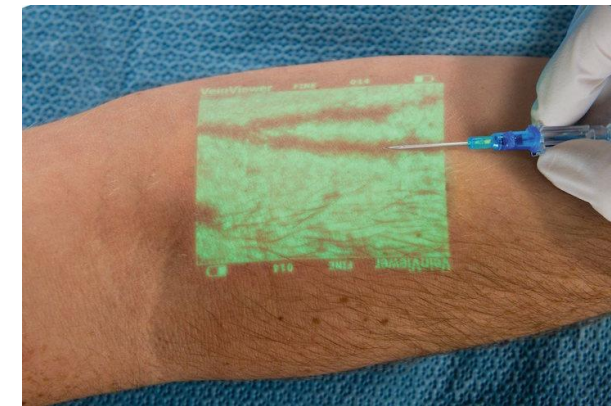
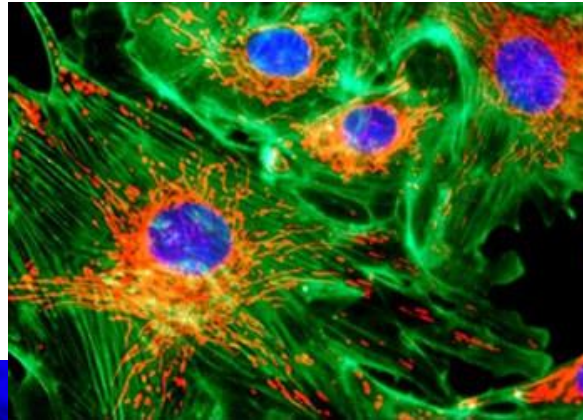
Optická soustava – senzory



Optická soustava – senzory

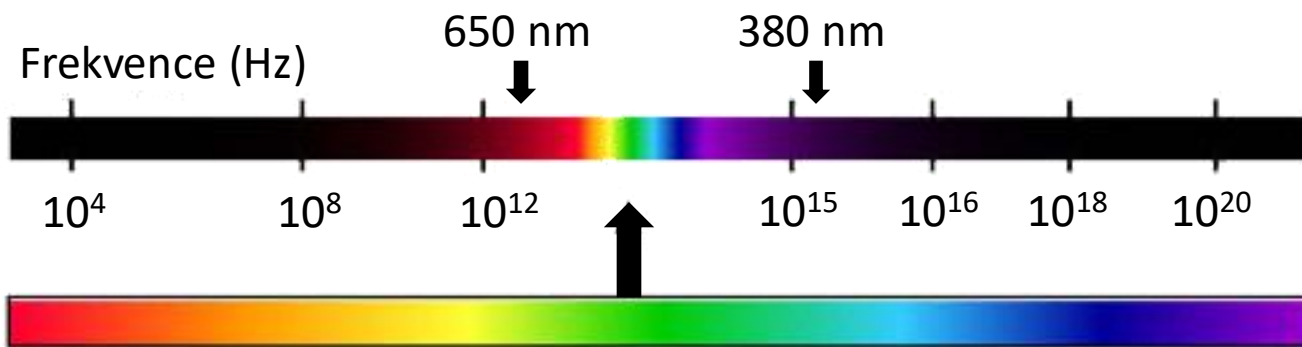
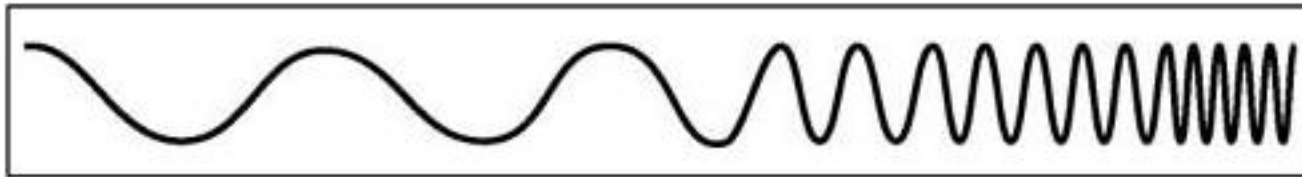
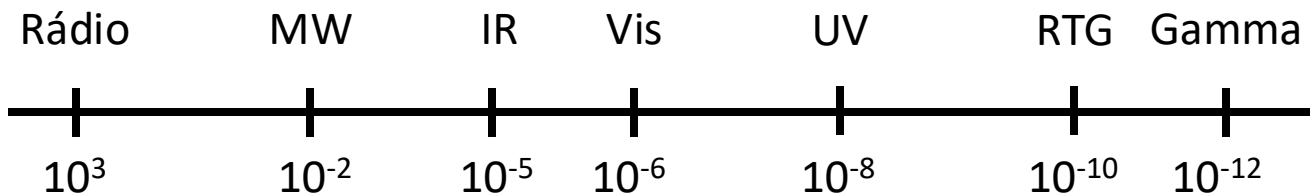


Elektromagnetické spektrum



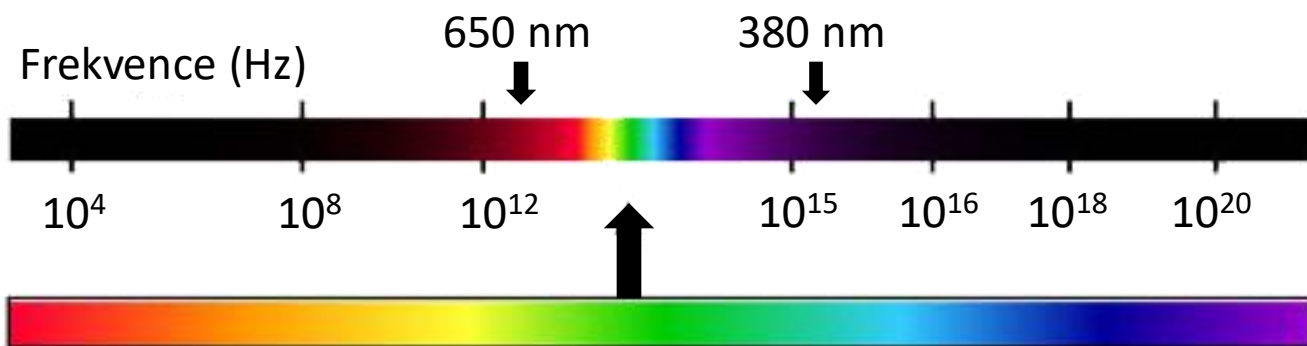
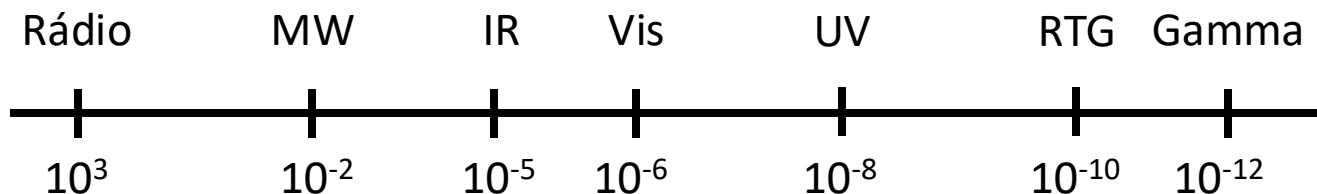
Elektromagnetické spektrum

Vlnová délka (m)



Elektromagnetické spektrum

Vlnová délka (m)



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

λ ... vlnová délka

c ... rychlost světla

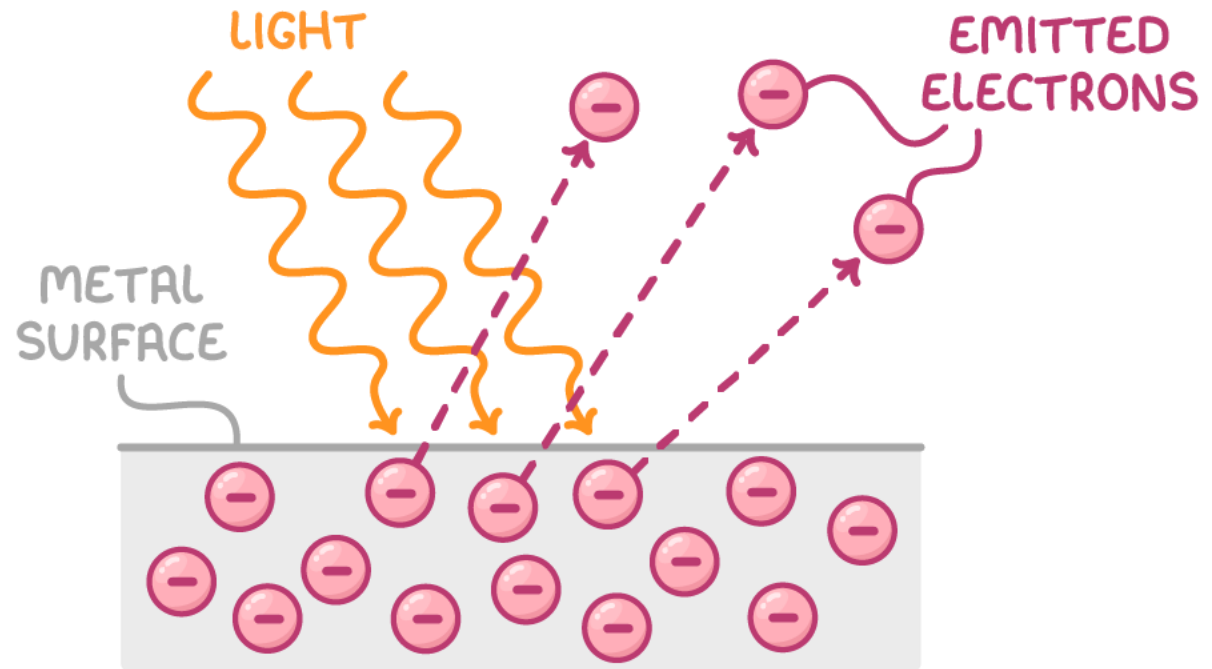
f ... frekvence vlnění

T ... perioda vlnění

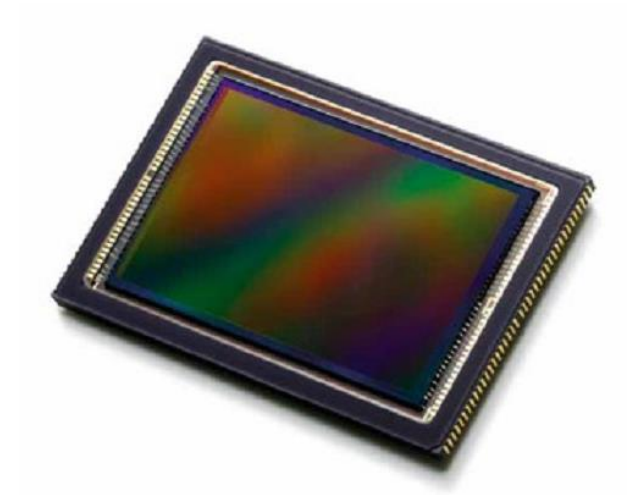
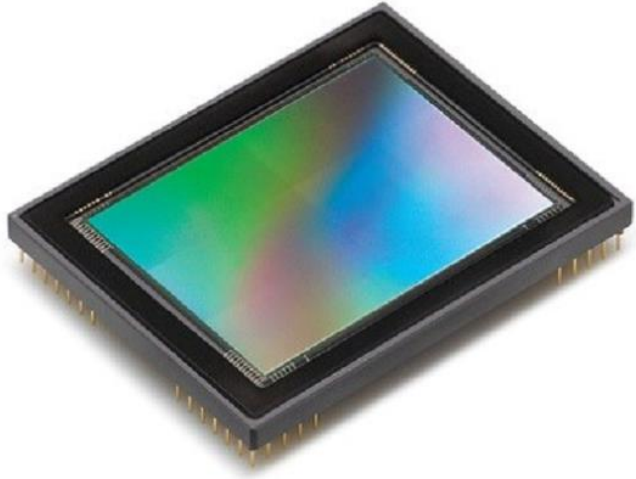
$$c = 300\,000 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$$

Fotoelektrický jev

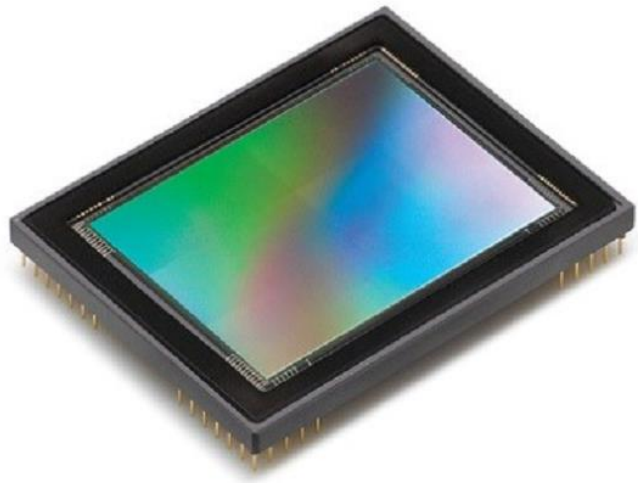
- Emise elektronů z materiálu, když materiál absorbuje (světlo) fotony s dostatečně vysokou energií
- Zjednodušeně **počet uvolněných elektronů** závisí na **intenzitě světla** s dostatečnou frekvencí



Detektory



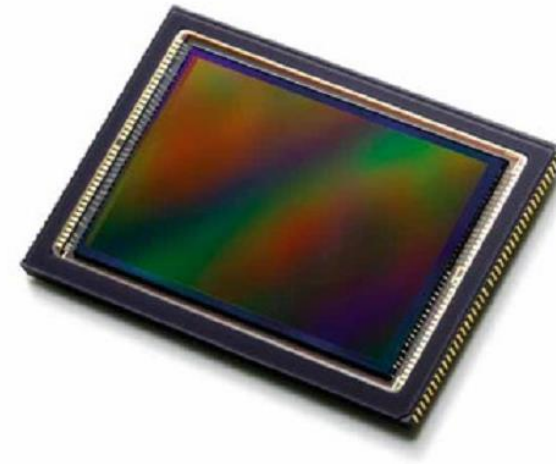
Detektory



CCD

Kvalita obrazu
Dynamika
Nízký šum

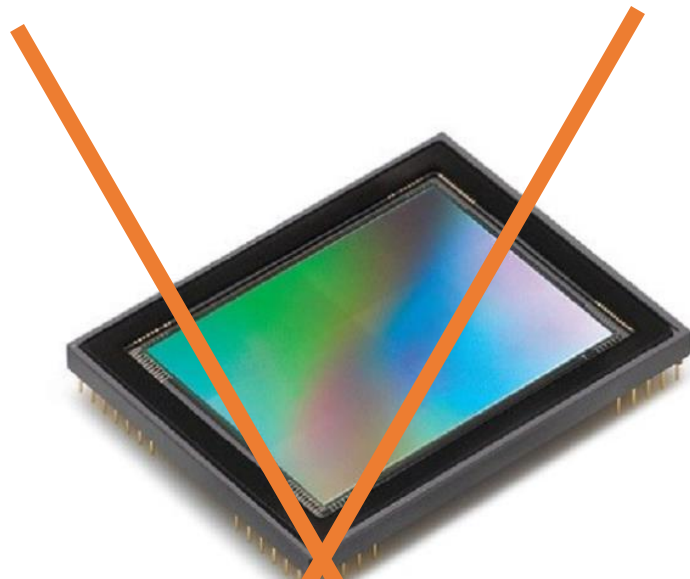
2010



CMOS

Rychlost snímání
Cena

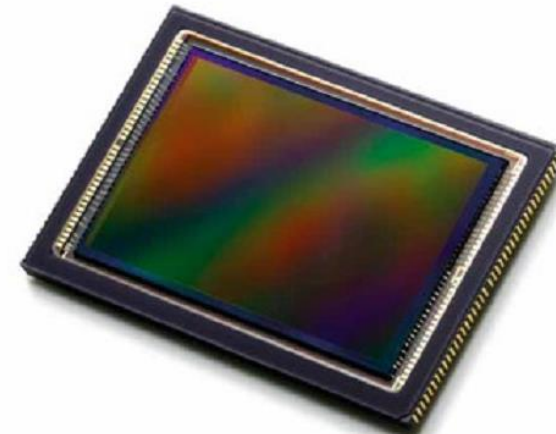
Detektory



CCD

Kvalita obrazu
Dynamika
Nízký šum

2018



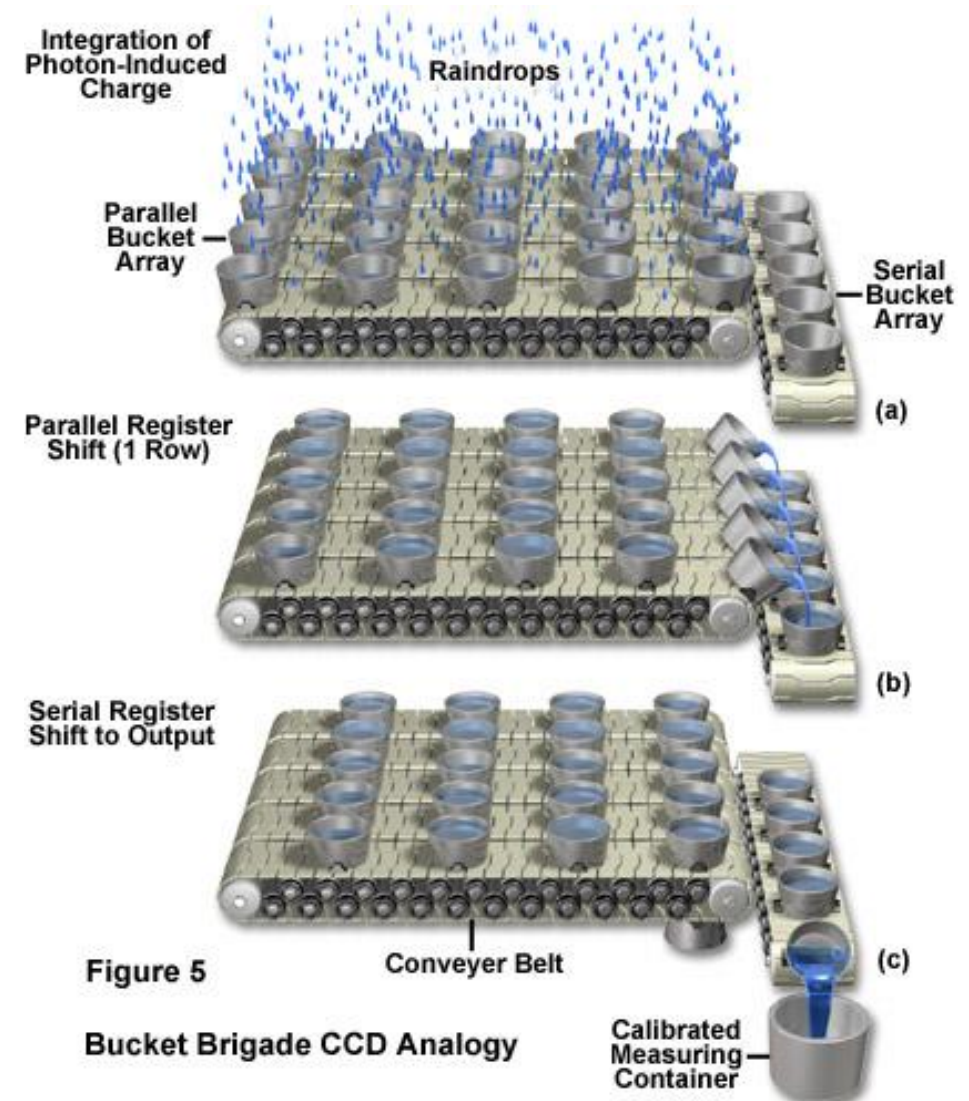
CMOS

Rychlost snímání
Cena
Kvalita obrazu
Dynamika
Nízký šum



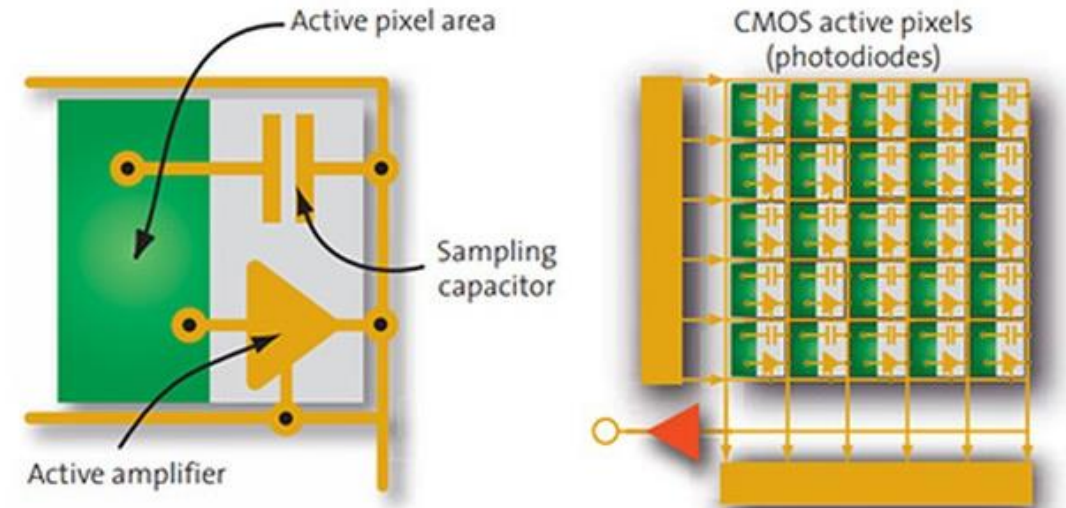
Detektory – CCD

- Snímání analogového signálu
- Převod energie na napětí
- Přenos napětí po řádcích
- Postupná digitalizace

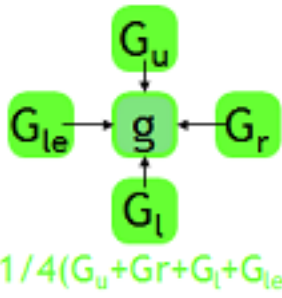
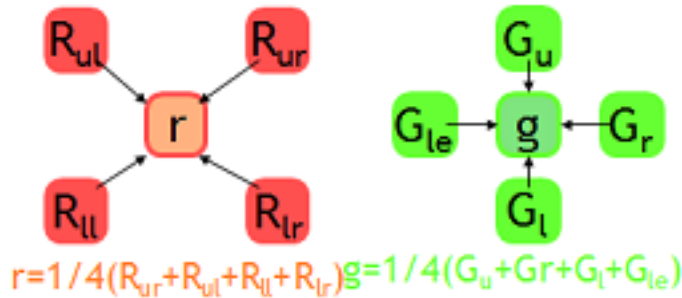
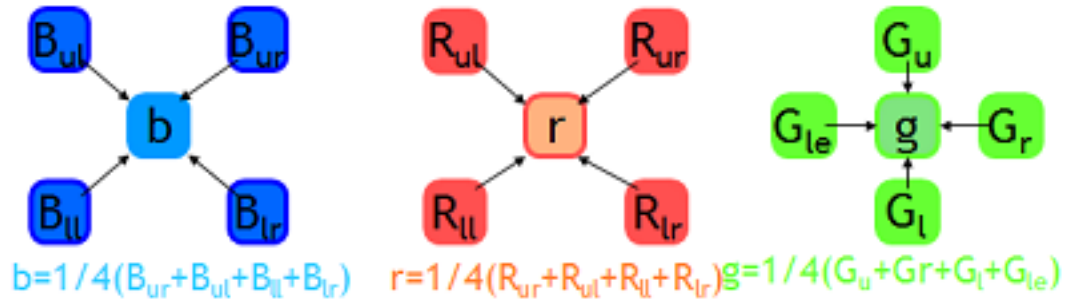
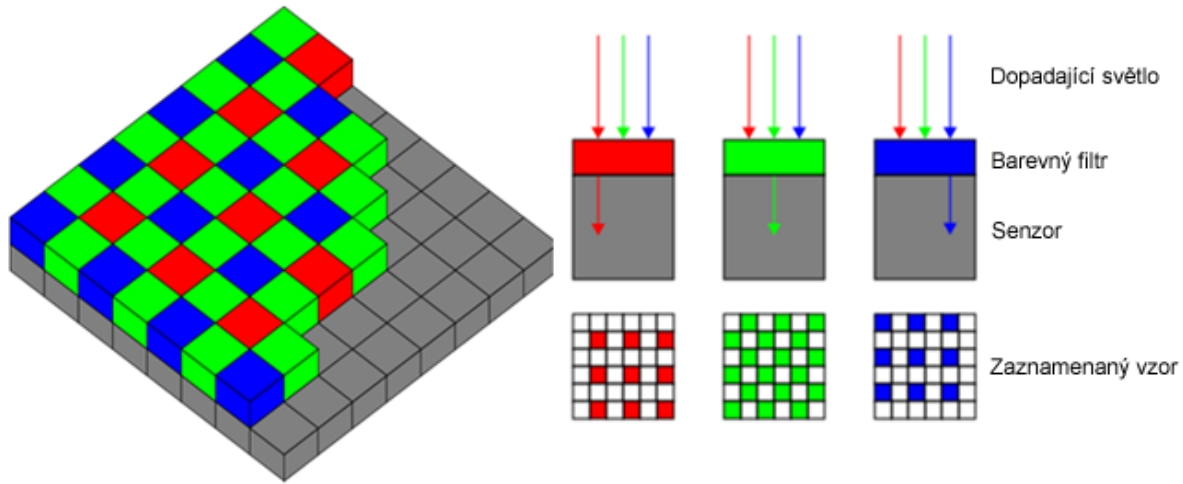


Detektory – CMOS

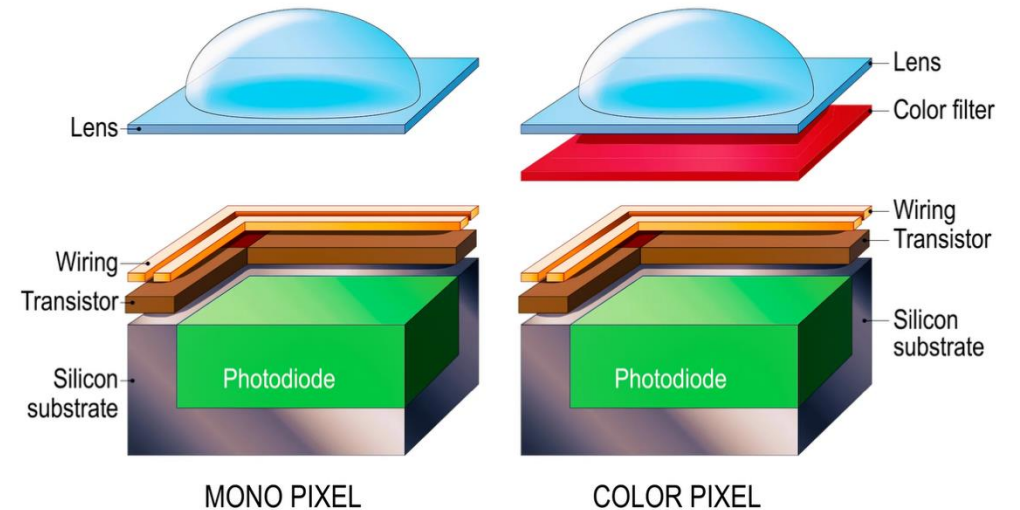
- Snímání analogového signálu
- Převod energie na napětí
- Digitalizace v pixelu



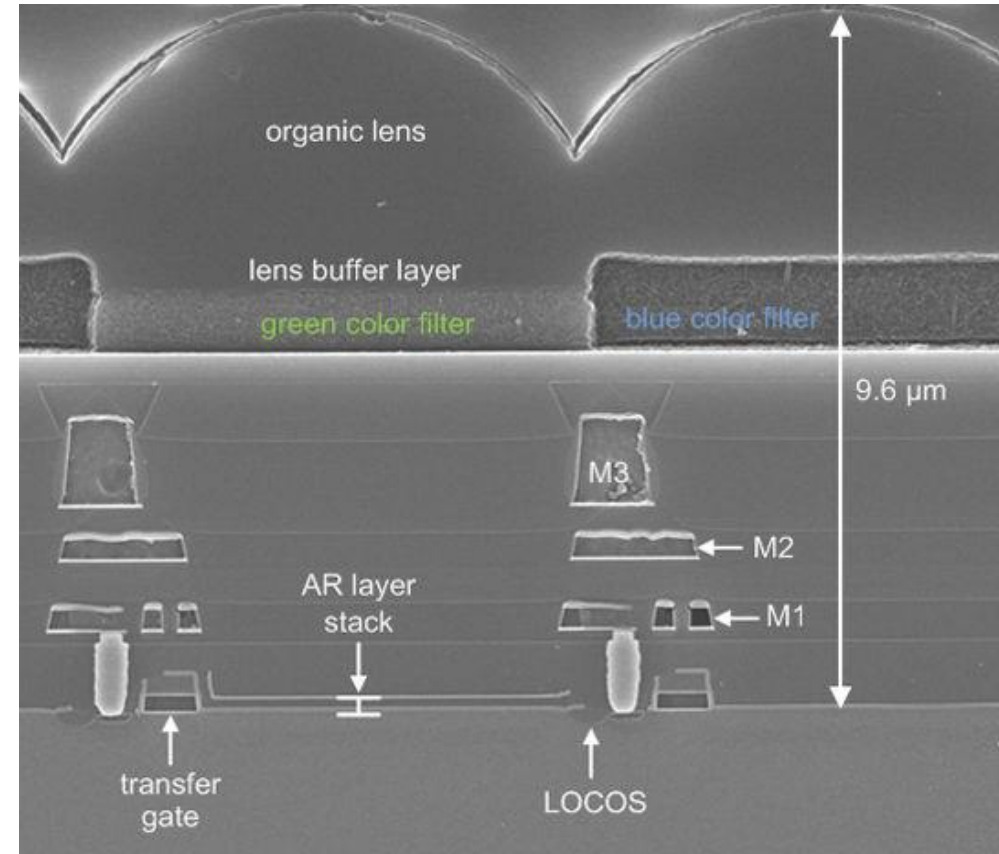
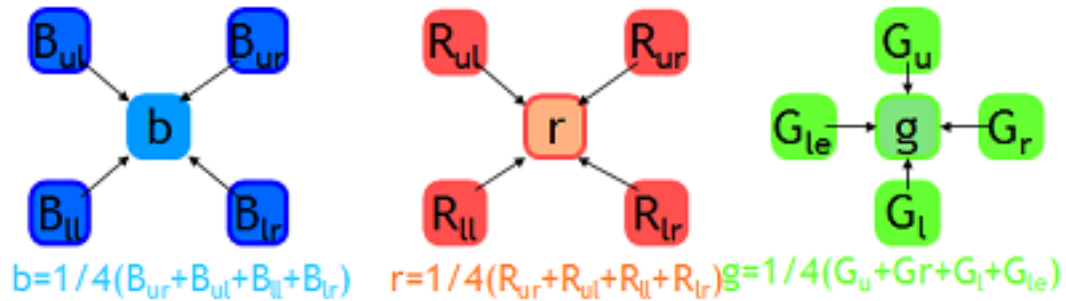
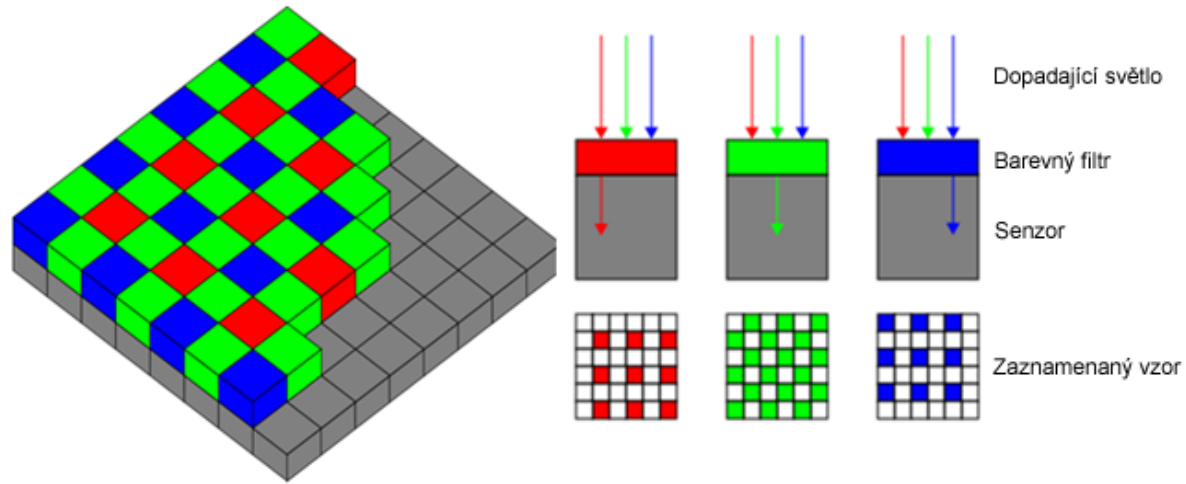
Vnímání barvy - Bayerova maska



Pixel (image sensor)



Vnímání barvy - Bayerova maska



Kapacita buňky



Maximální kapacita →

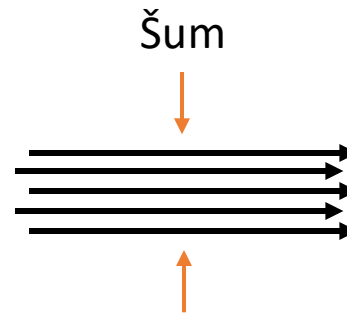
Saturační kapacita →

Odstup signálu od šumu (SNR)

$$\text{SNR} = \frac{\textit{signál}}{\textit{šum}}$$

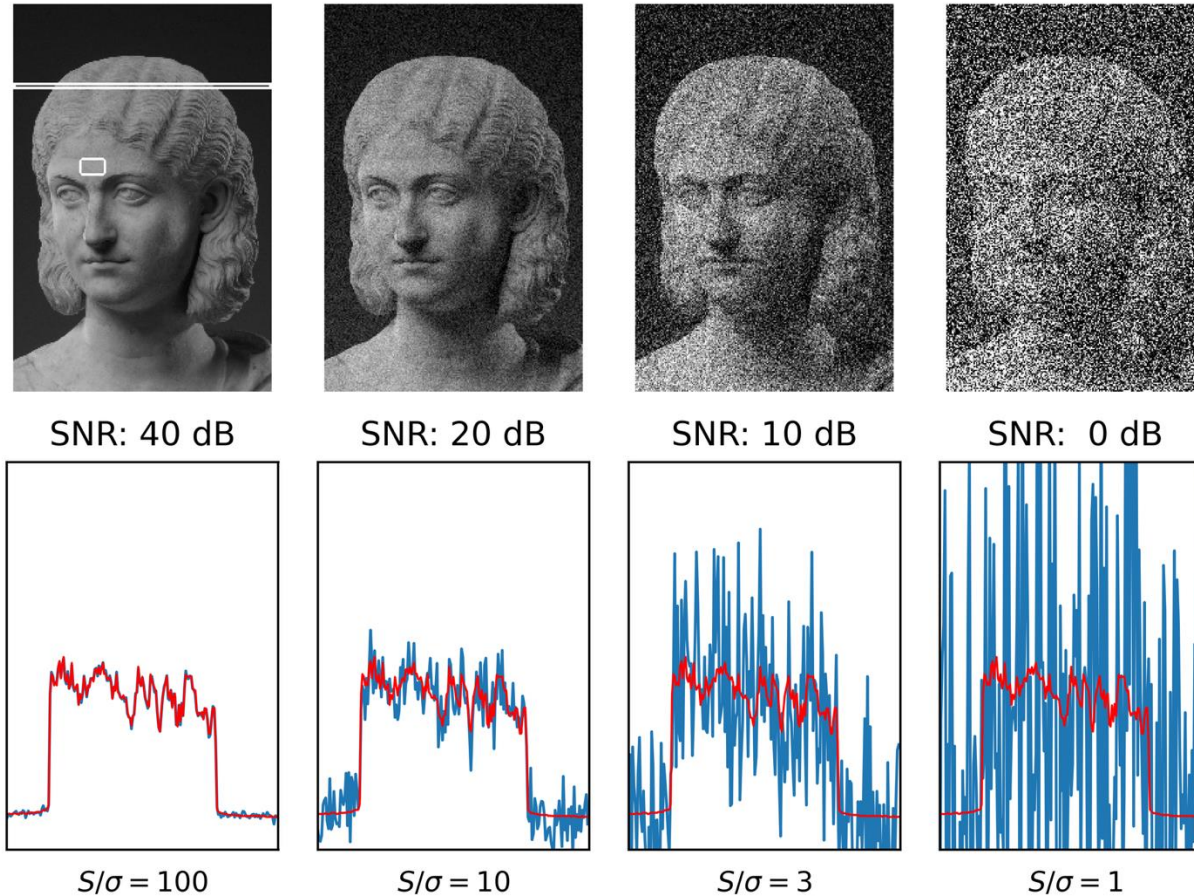


Znovunaplnění



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

Odstup signálu od šumu (SNR)



„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

Maximální kapacita →

Saturační kapacita →

temný šum = obvykle 8 – 100 elektronů

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)*



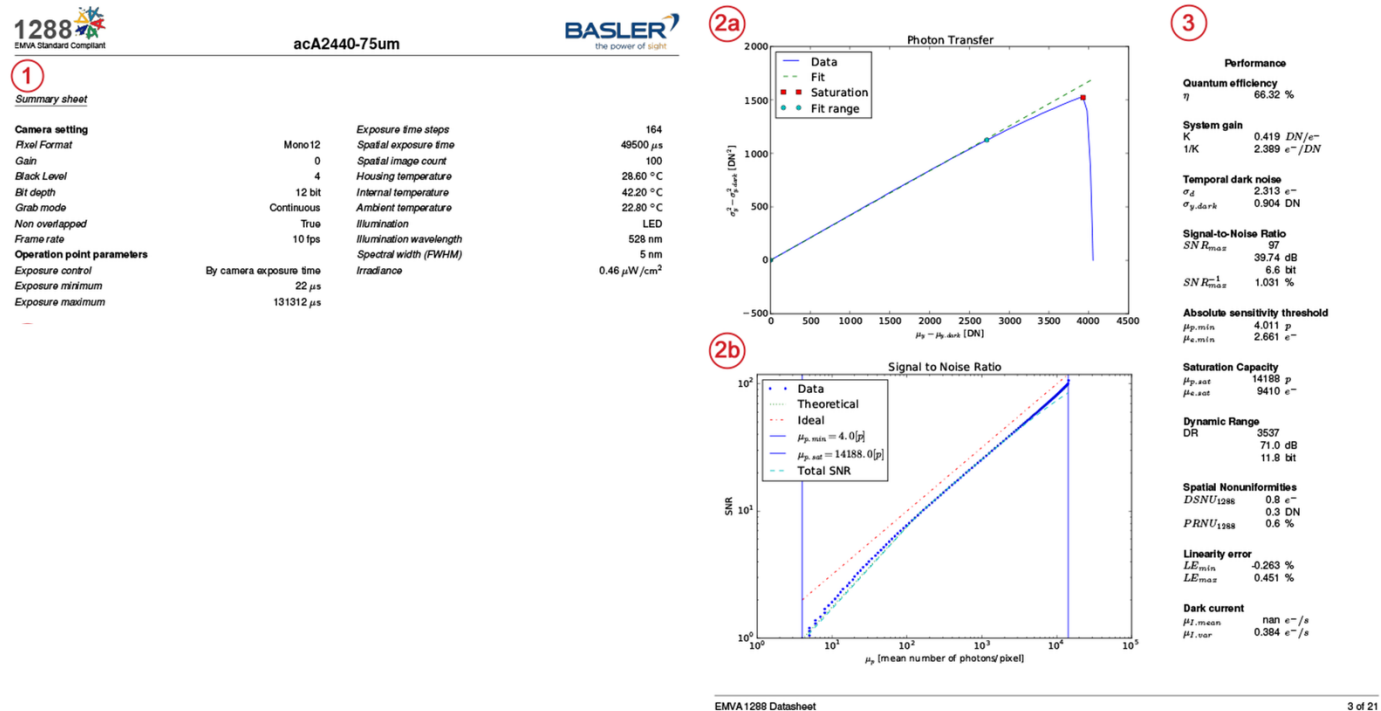
Dynamický rozsah



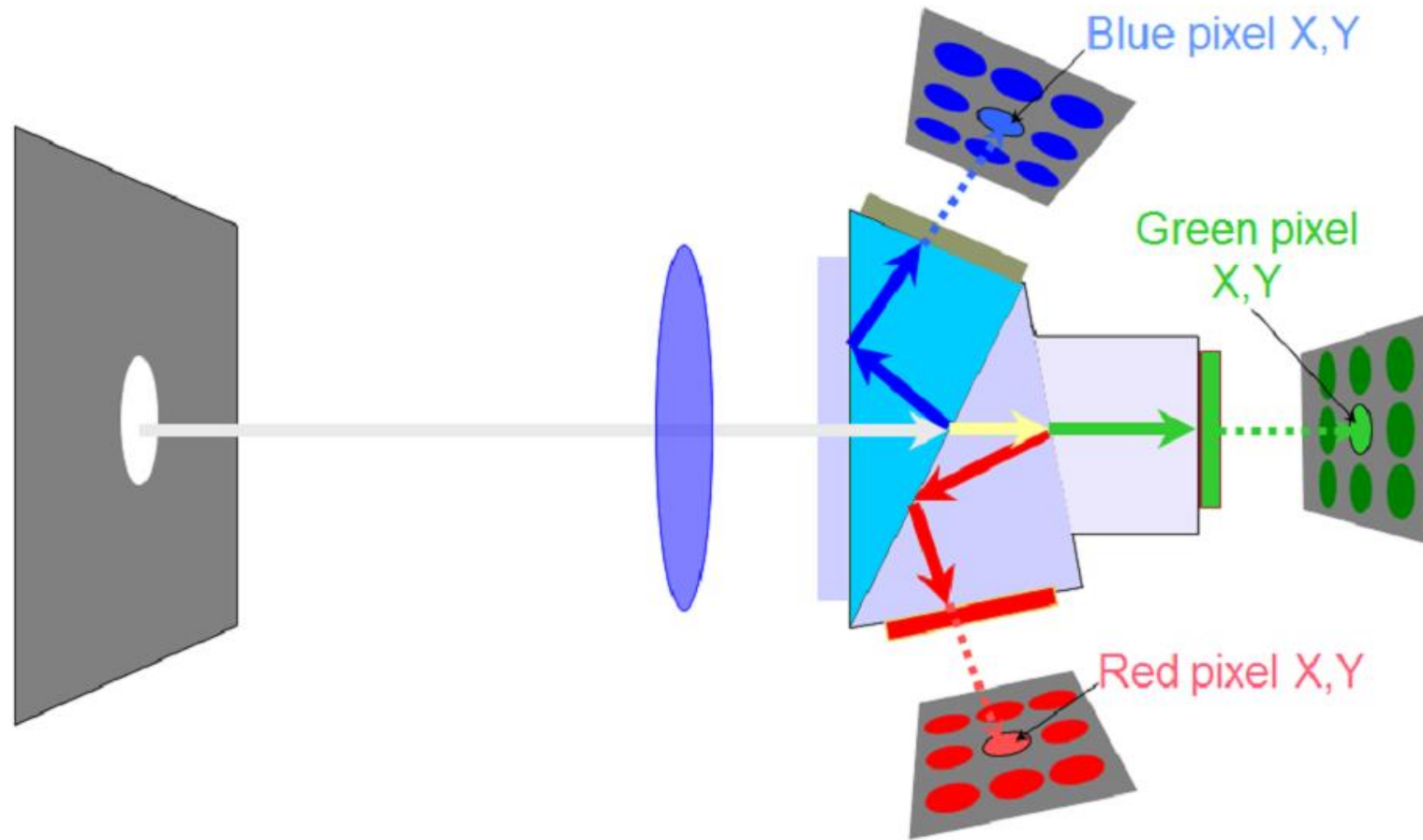
Proč nás tyto parametry zajímají?

Proč nás tyto parametry zajímají?

- EMVA 1288
 - Standard umožňující srovnat kamery mezi sebou



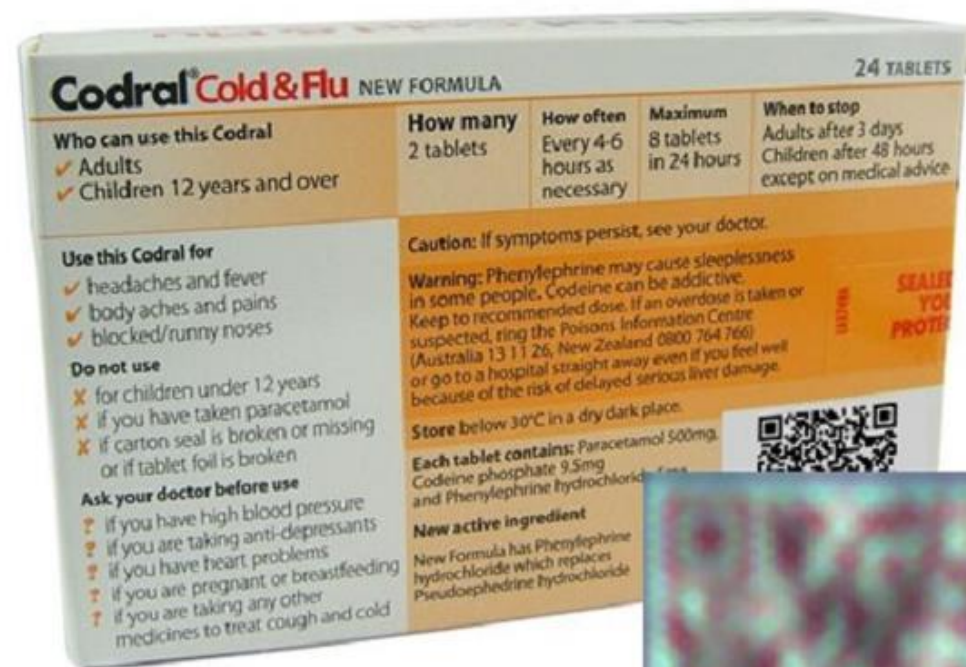
Vícečipové kamery – 3CCD, 3CMOS



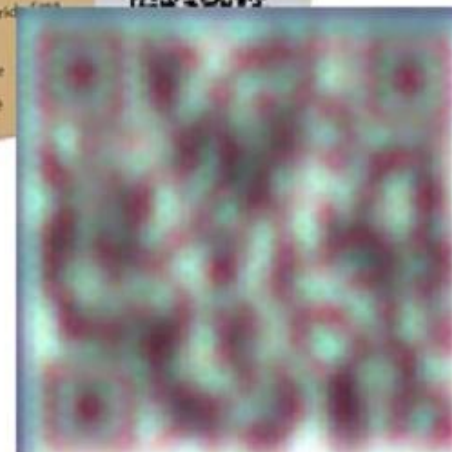
Vícečipové kamery – 3CCD, 3CMOS



3CCD
2 MP



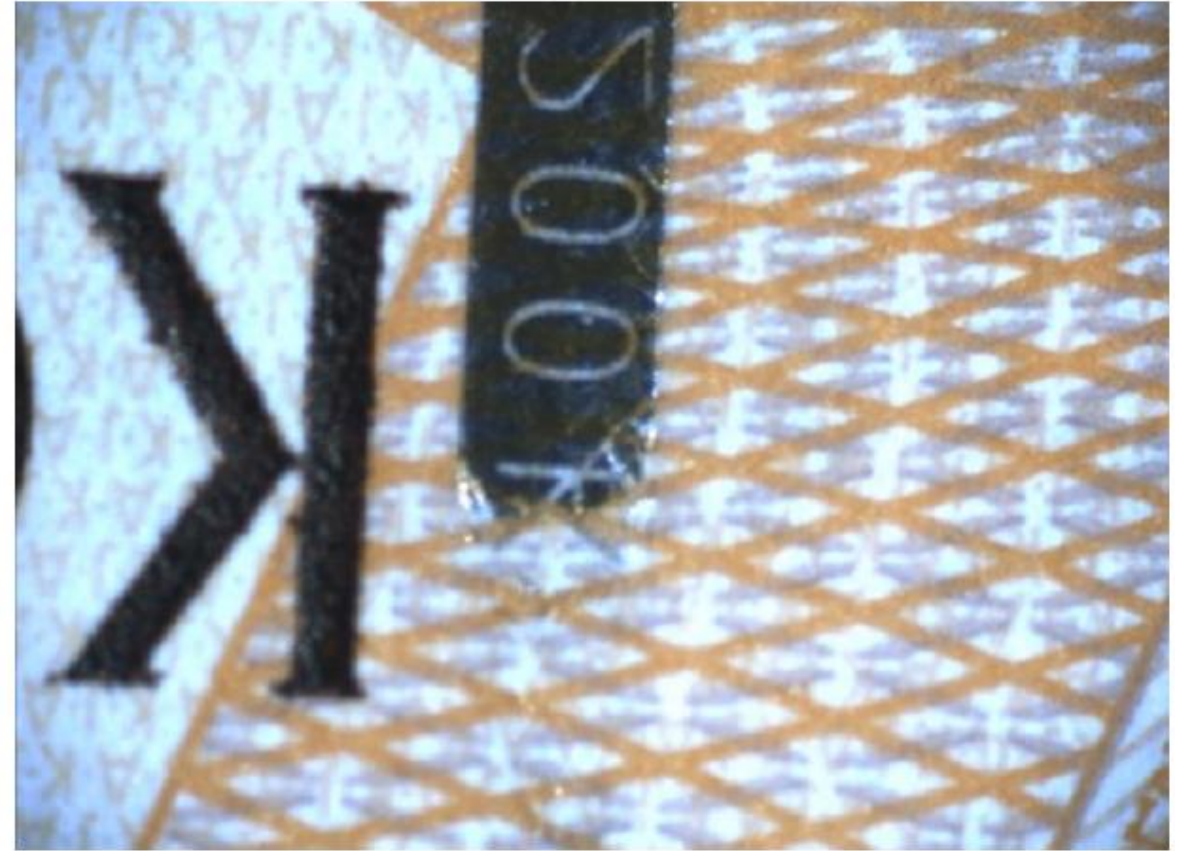
Bayer
2 MP



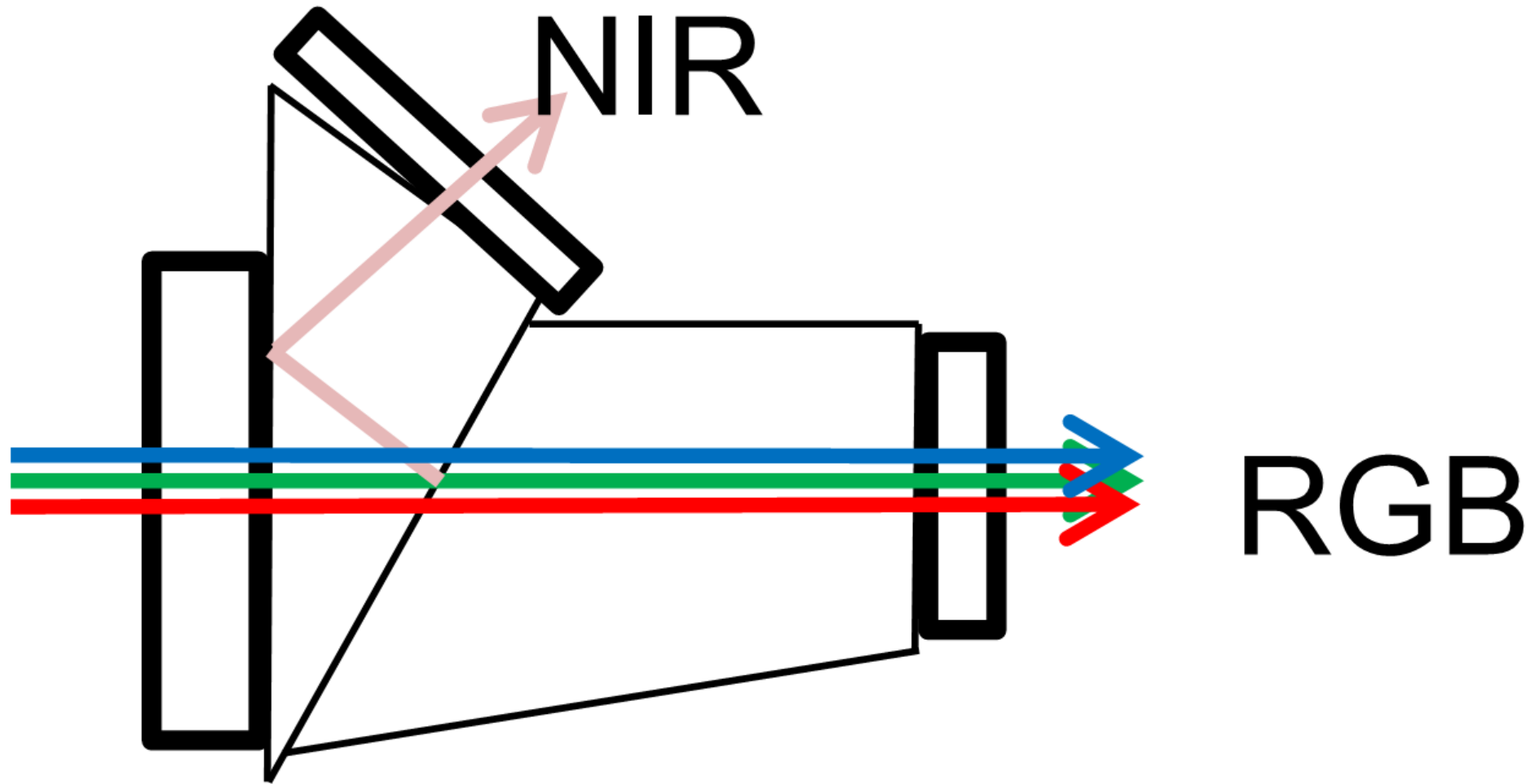
Vícečipové kamery – 3CCD, 3CMOS



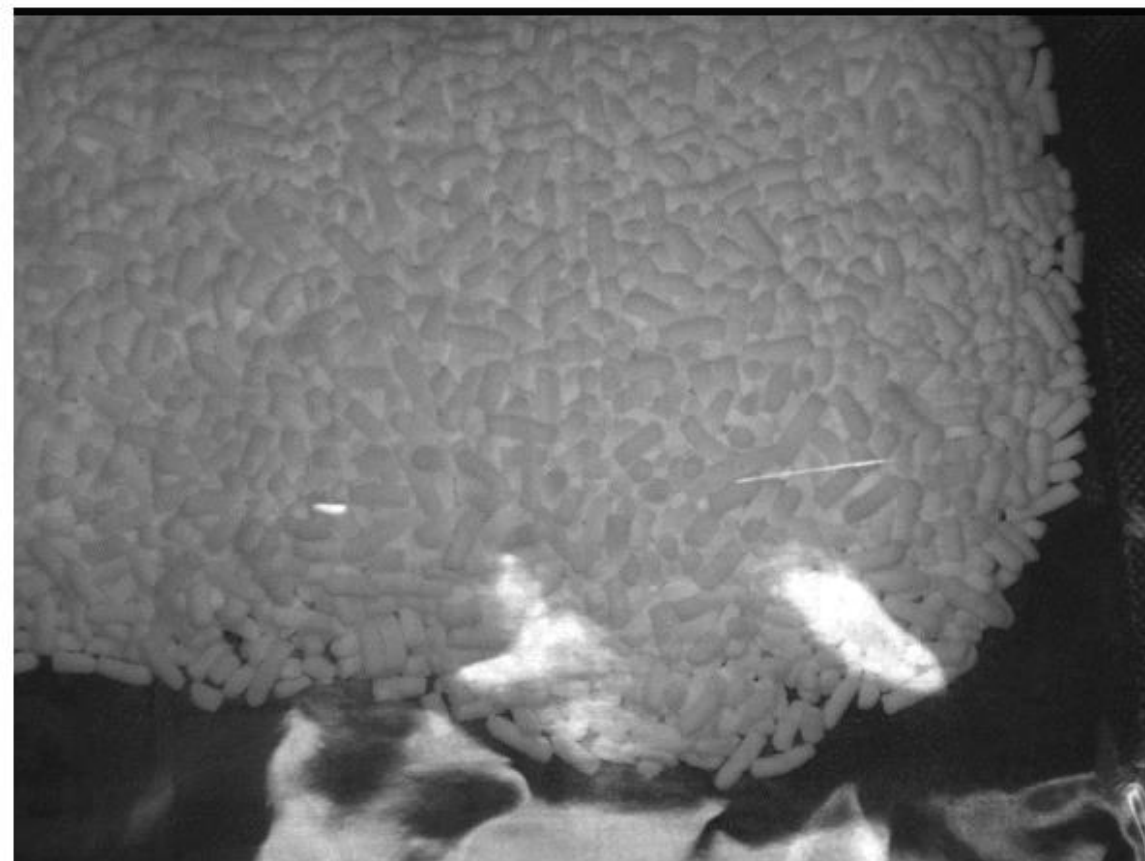
Vícečipové kamery – 3CCD, 3CMOS



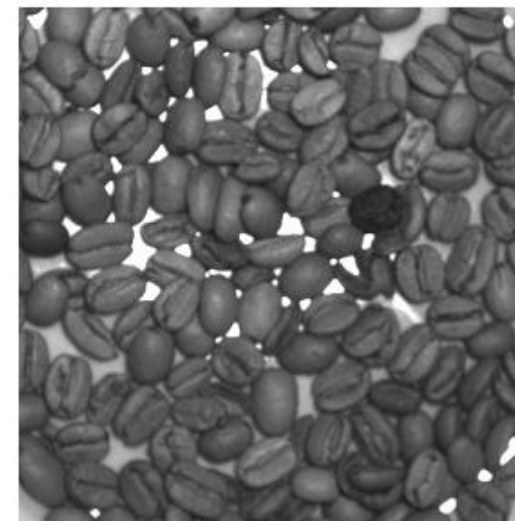
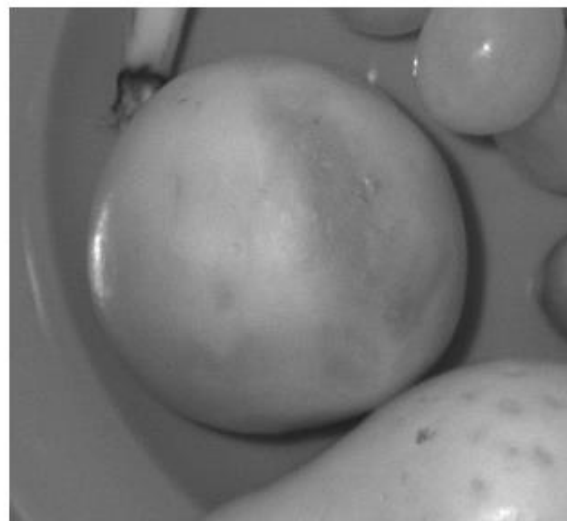
Multispektrální kamery – NIR



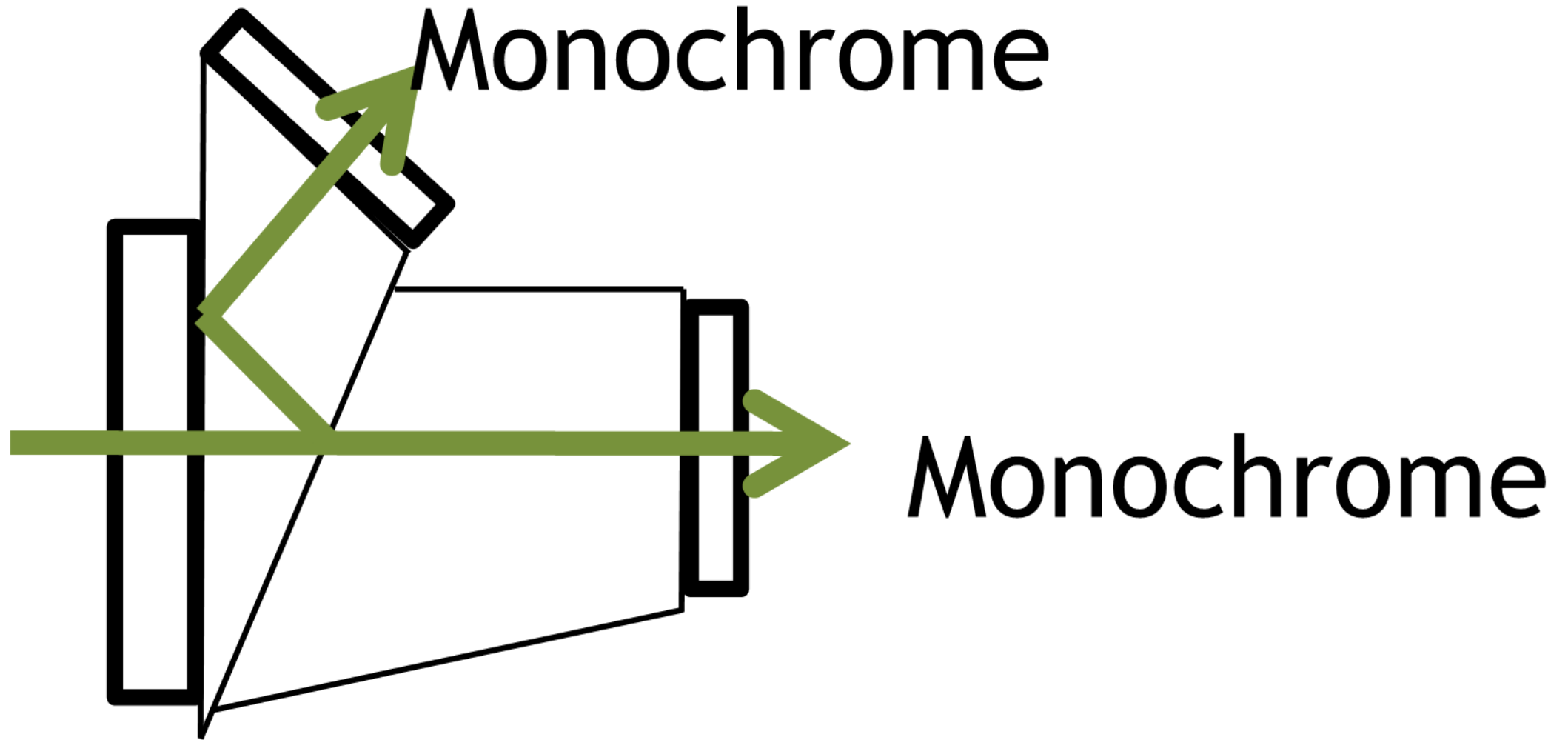
Multispektrální kamery



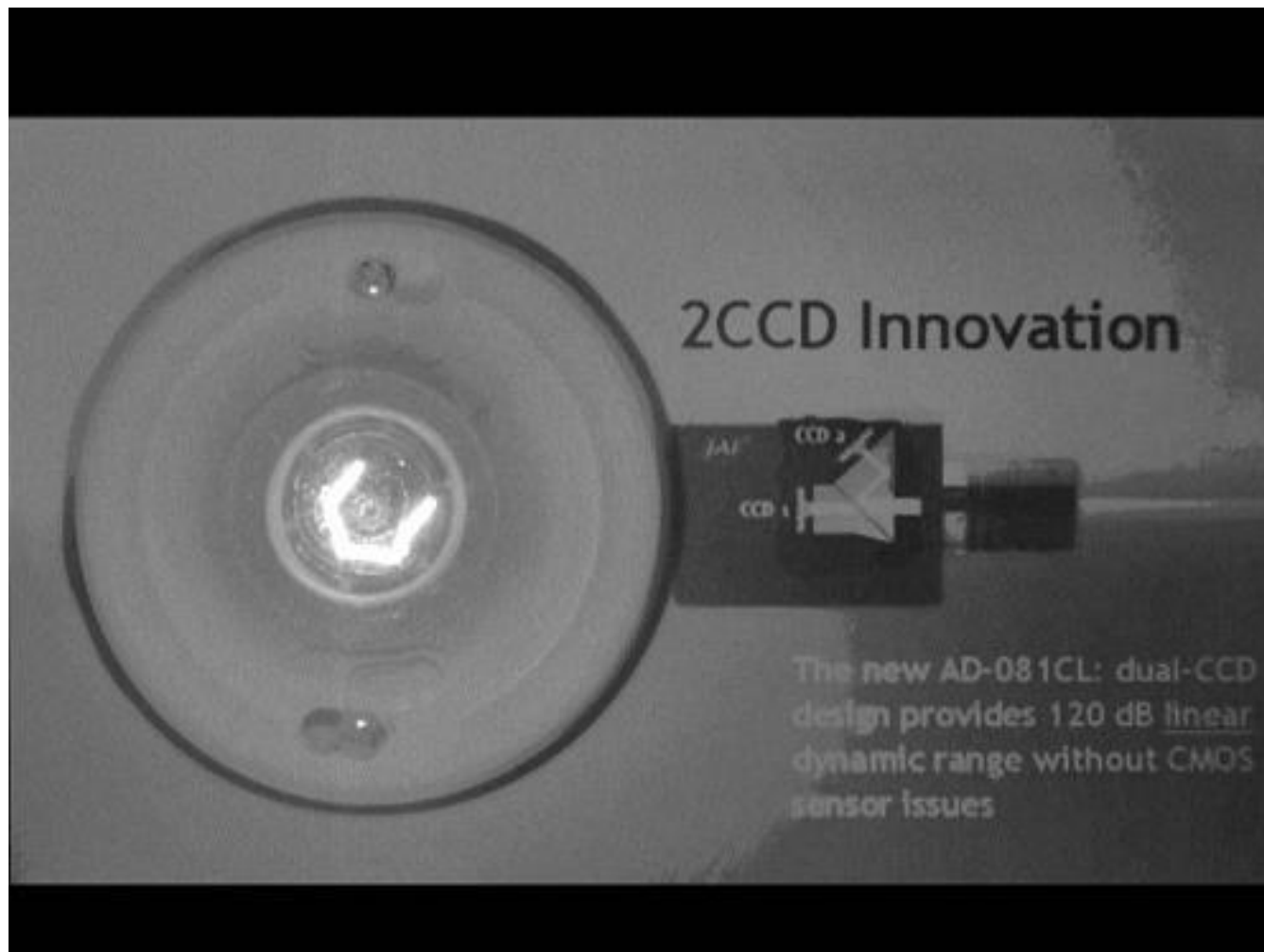
Multispektrální kamery



2CCD HDR



2CCD HDR



2CCD HDR



Intelligentní kamery

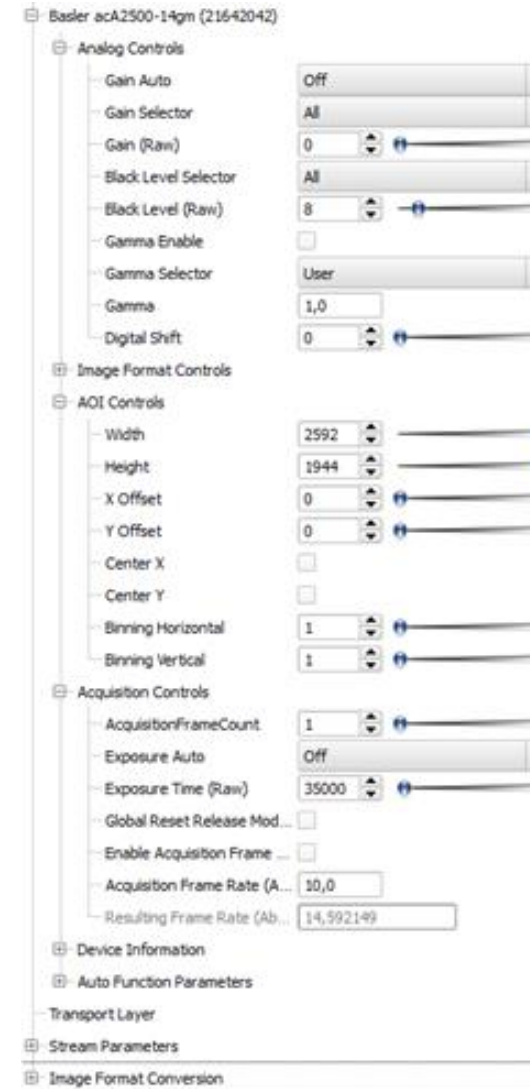
- 360° kamery
 - Bar & QR readery
 - Face recognition
 - License plate readery
-
- Obecně kamery s algoritmy zpracování obrazu
 - Jednoúčelové
 - Zpracování na čipu kamery



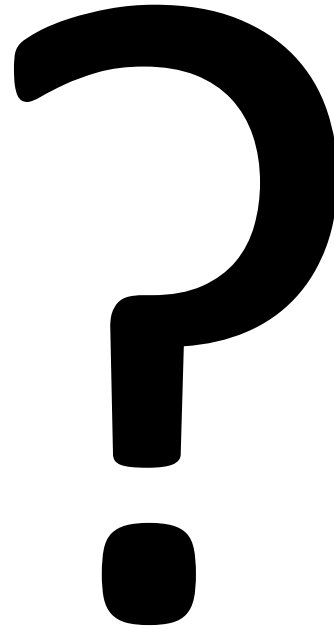
<https://www.deviantart.com/pansasunavee/art/Camera-man-162001348>

Vlastnosti kamery

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



Zvýšení citlivosti kamery

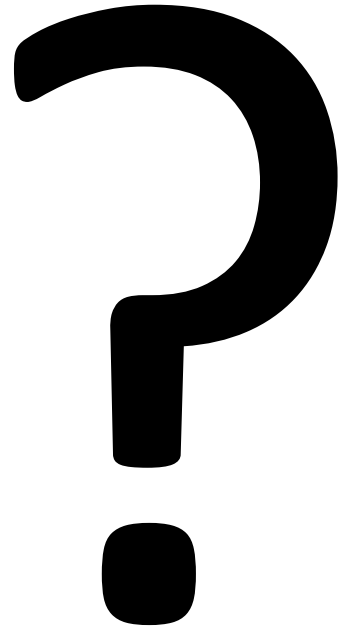


Zvýšení citlivosti kamery

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



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

