



Podatkovni višemedijski prijenos i računalne mreže

Branko Jeren i Predrag Pale

Fakultet elektrotehnike i računarstva
Zavod za elektroničke sustave i obradbu signala

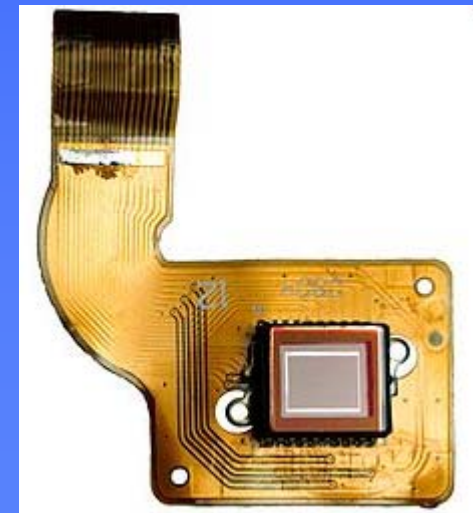
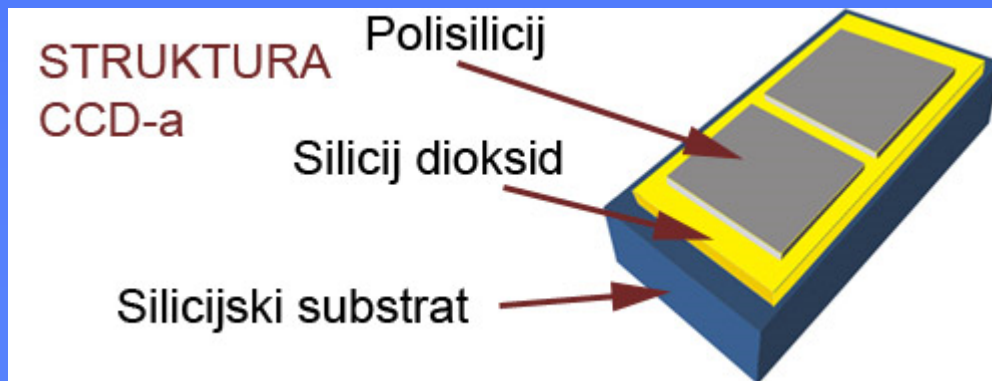


Digitalna fotografija

kako nastaje i svojstva

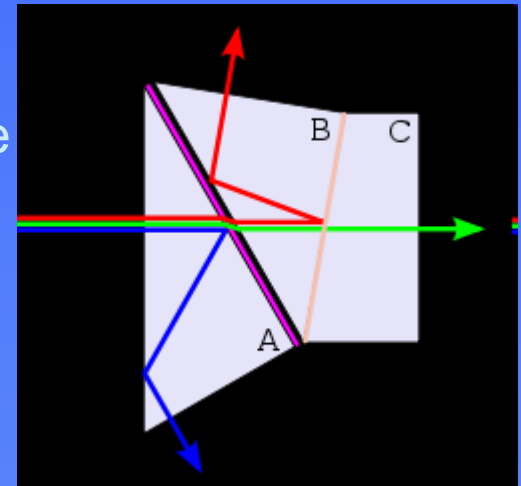
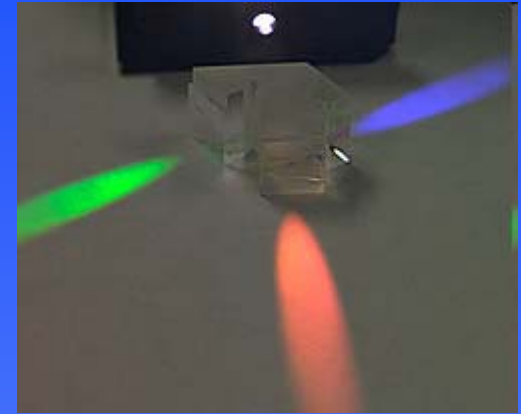
Osjetilo digitalnog fotoaparata

- matrica foto-osjetljivih poluvodiča
 - koji fotone pretvaraju u električni naboj
 - dvije tehnologije
 - CCD – Charge Coupled Devices
 - analogni,
digitalnu pretvorbu radi poseban sklop
 - CMOS
 - digitalni, pretvorba već na sklopu
 - podjednako se koriste



No, treba nam boja

- svjetlo u boji rastavljamo
 - na tri komponente: RGB
- mogućnosti realizacije su:
 - **tri senzora**
 - svaki za jednu komponentu (boju)
 - prizma razdvoji svjetlo na tri komponente
 - češće se koristi u video kamerama
 - jer se brže obrađuje pojedini okvir slike
 - **samo jedan senzor**
 - češće se koristi u foto aparatima
 - jer je jeftinije

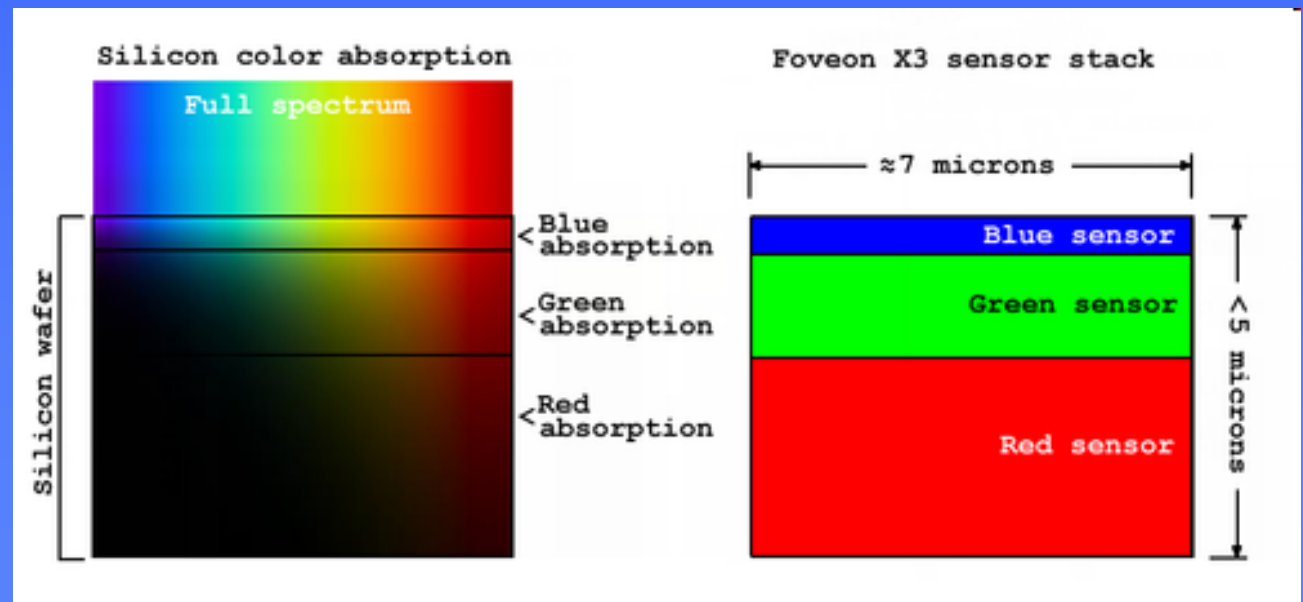


Kako jedan senzor može čitati tri boje?

- filtrima za svaku boju posebno
- dvije tehnologije
 - Foveon X3
 - Bayerov filter

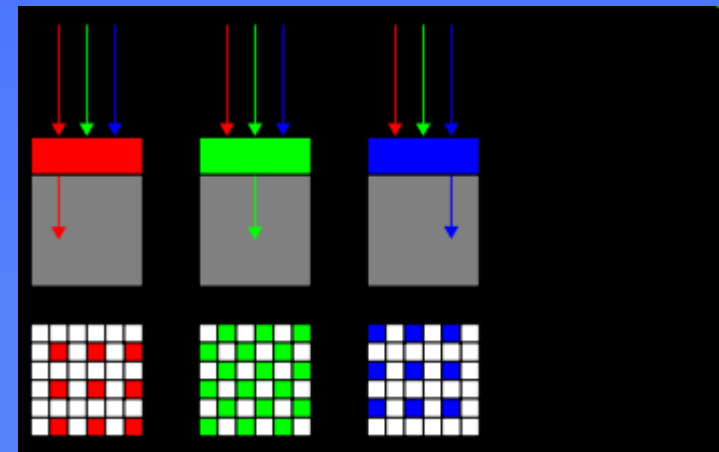
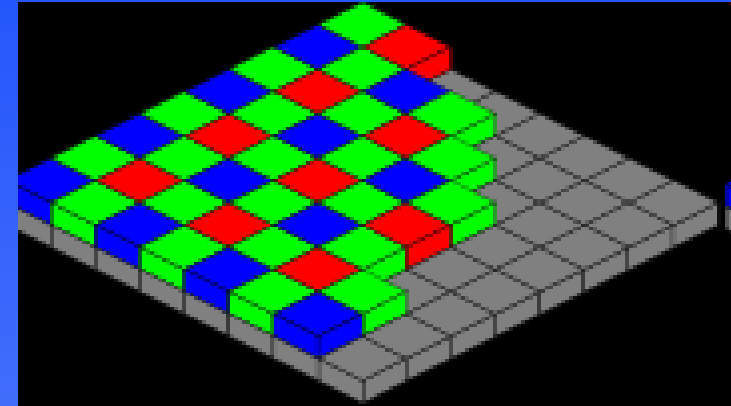
Foveon X3

- tri fotodiode jedna iznad druge
 - svaka podešena da je osjetljiva na svjetlo druge valne duljine
 - jer različite valne duljine
 - se apsorbiraju na različitim dubinama silicija
 - nova tehnologija: 2008. prvi fotoaparati



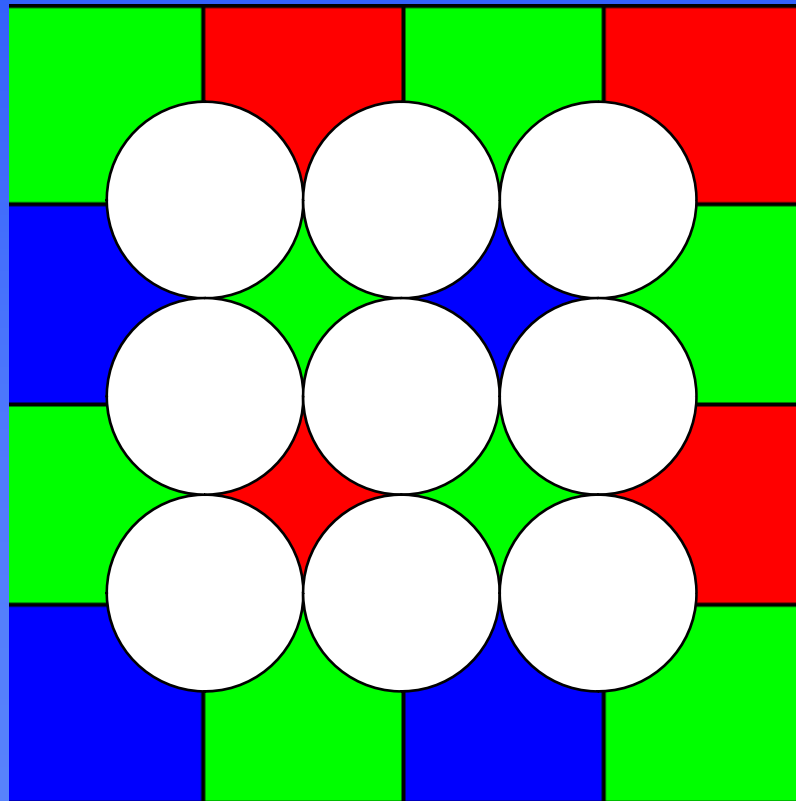
Bayеров filter

- color filter array (CFA)
- color filter mosaic (CFM)
- filter iznad senzora
- svaka fotodioda prima svjetlo samo jedne boje
- koristi se interpolacija
 - “demosaicing algorithm”



Kolika je rezolucija senzora?

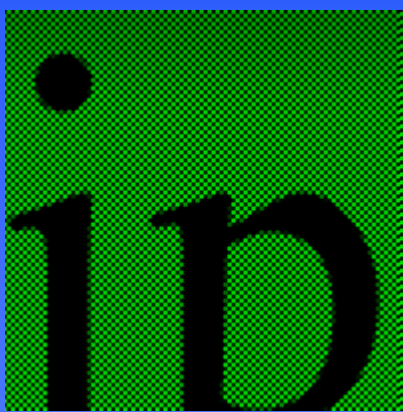
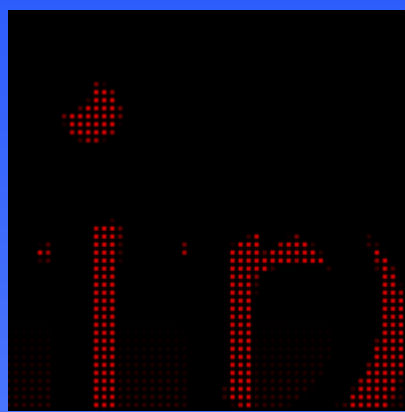
- cca 75% fizičkog broja pixela



Demosaicing



Bayer filter

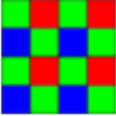
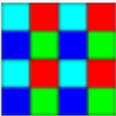








Original



Rekonstrukcija

GRGB nije jedina moguća matrica

Image	Name	Description	Pattern size (pixels)
	Bayer filter	Very common RGB filter. With one blue, one red, and two green.	2×2
	RGBE filter	Bayer-like with one of the green filters modified to "emerald"; used in a few Sony cameras.	2×2
	CYYM filter	One cyan, two yellow, and one magenta; used in a few cameras of Kodak.	2×2
	CYGM filter	One cyan, one yellow, one green, and one magenta; used in a few cameras.	2×2
	RGBW Bayer	Traditional RGBW similar to Bayer and RGBE patterns.	2×2
	RGBW #1	Three example RGBW filters from Kodak, with 50% white. (See Bayer filter#Alternatives)	4×4
	RGBW #2		
	RGBW #3		

Digitalni podaci

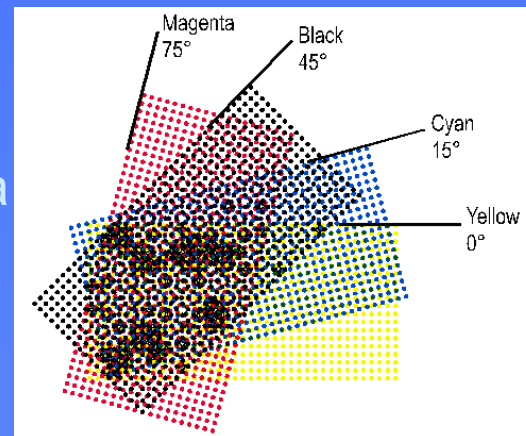
- naboj u ćelijama se očitava
 - i AD pretvorbom nastaju brojevi
 - tipično 12 bita ADC
- takva je slika “sirova” (RAW) tj. sadrži sve podatke sa senzora prije bilo kakvih obrada
 - većina aparata može pohraniti i takav format
 - svaki proizvođač ima svoj
 - RAW fotografija traži puno prostora za pohranu
- nakon interpolacije se za svaku točku
 - dobivaju tri 8-bitna broja: R-G-B
 - takva se slika može pohraniti u TIFF formatu
 - manji je od RAW, ali još uvijek velik
- zato se nakon toga obično radi kompresija
 - u JPEG format

Aliasing i Moare

- greške zbog diskretne prirode senzora
- aliasing
 - ako fotografiramo scenu visoke prostorne frekvencije
 - pred senzor se stavlja antialiasing filtar
 - niskopropusni
 - optički



- moare
 - interferencija
 - kad je prostorna frekvencija slična senzoru
 - nema rješenja



White balance – referentna bjelina

- svako svjetlo ima boju
 - oko se prilagođava
 - fotoapararat snima vjerno
 - treba mu reći, koja je temperatura bijelog
- temperatura svjetla
 - univerzalno, pojednostavnjeno opisivanje svjetla
 - za kontinuirane izvore
 - misli se na temperaturu izvora svjetla

White balance



Automatic White Balance

Daylight

Shady

Cloudy

Fluorescent

Incandescent Tungsten

Temperature svjetla

Umjetni izvori

- 1800 – plamen svijeće
- 2900 - kućna žarulja 100W
- 3000 – halogenka niskog napona
- 3200 – fotografska Nitraphot A žarulja

OSRAM Daylight fluo cijevi

- 5400 - br. 12
- 6000 – br. 11
- 6500 – br. 10

Elektronička bljeskalica

- 5400 – korigirana
- 6000 – nekorrigirana

Prirodni izvori

Sunčevo svjetlo










- 2000 – izlazak i zalazak Sunca
- 3500 – sat poslije izlaska / prije zalaska
- 4500 – prijepodne i poslijepodne
- 5600 – oko podneva (ljetno, ekvator)
- 6000 – kroz maglicu
- 6500 – kroz oblak

Svjetlo nebeskog svoda

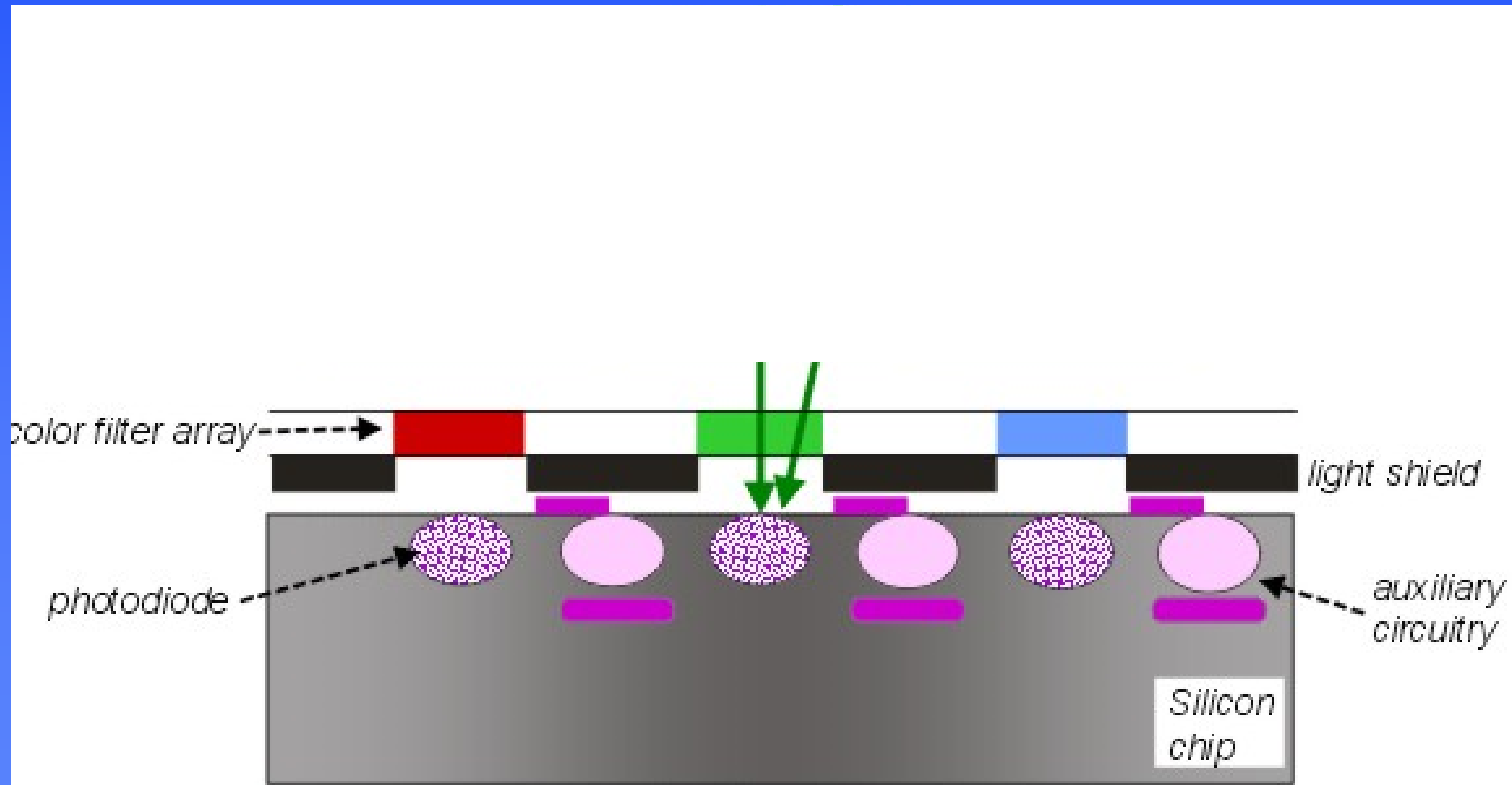
- do 8000 – otvorena prozirna sjena
- do 12000 – duboka sjena
- do 20000 – čisto plavo nebo

Tipično podešavanje white balance

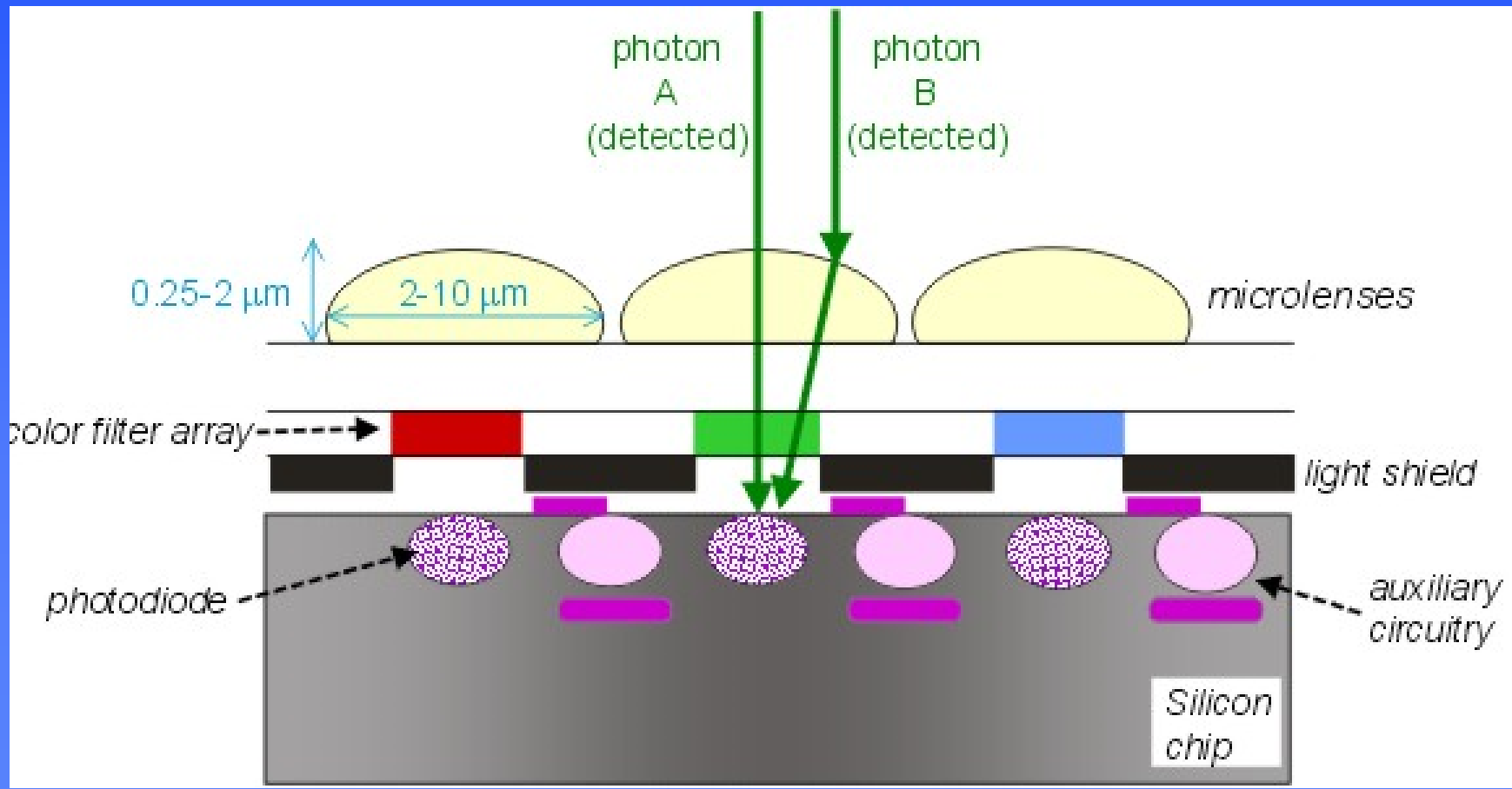
- obavlja SW u fotoaparatu
- može se i naknadno korigirati (Photoshop)

Display	Mode	Color temperature (Approx. K)
	Auto	3000 - 7000
	Daylight	5200
	Shade	7000
	Cloudy, twilight, sunset	6000
	Tungsten	3200
	White fluorescent light	4000
	Flash	6000
	Custom*	2000 - 10000
	Color temperature	2800 - 10000

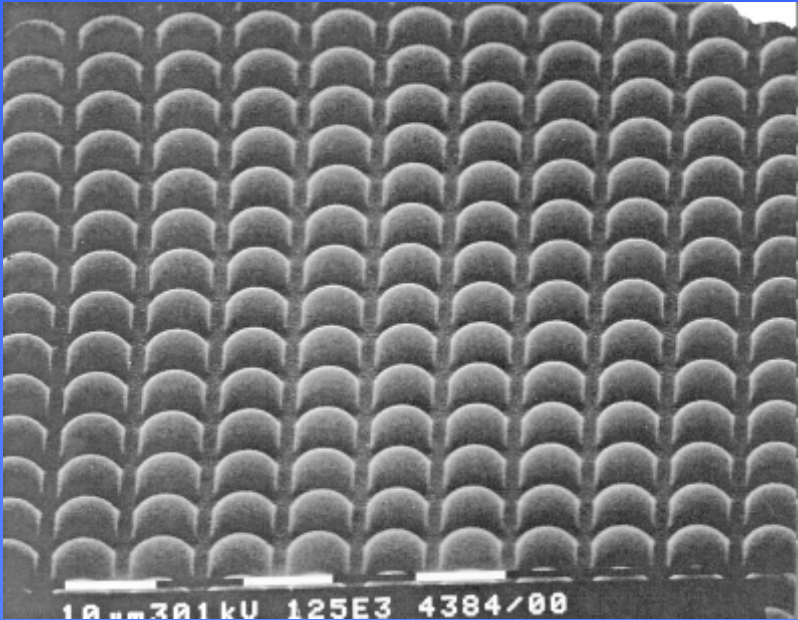
Konstrukcija senzora



Konstrukcija senzora

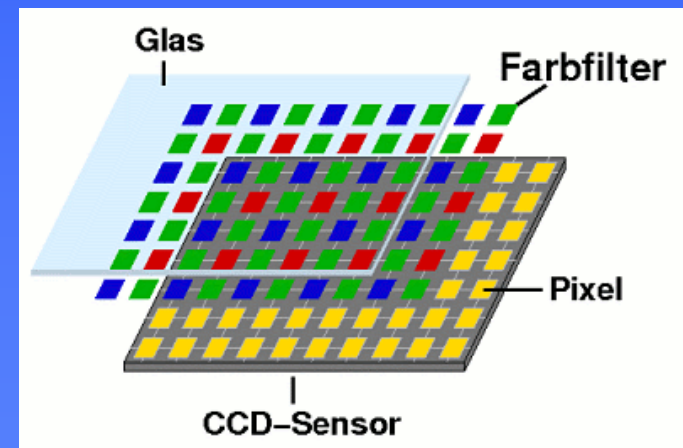


Mikroleće



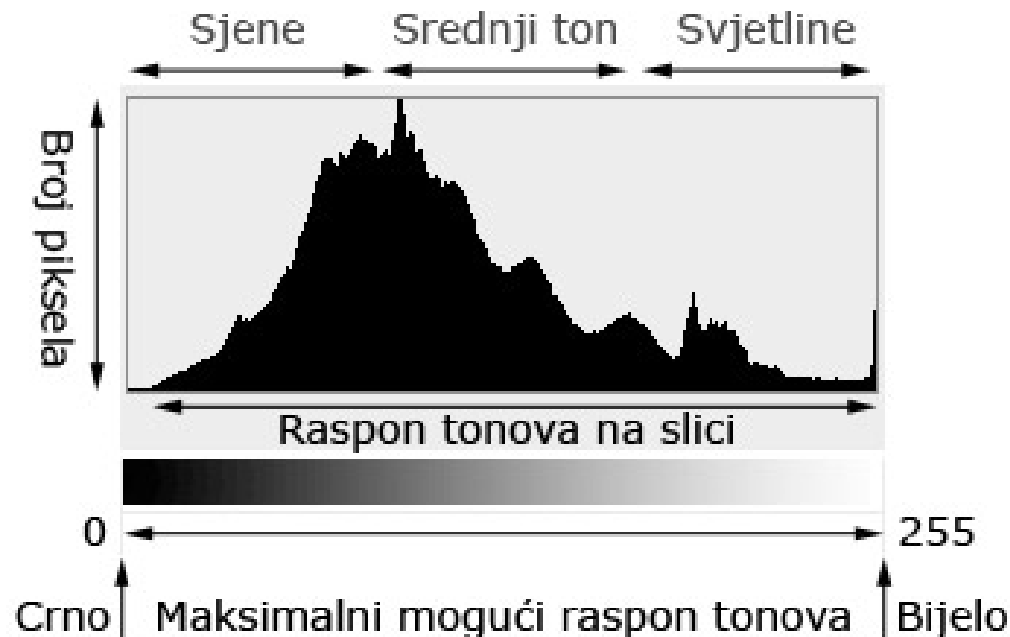
Šum u fotografiji

- ako je svjetlo jako slabo
- možemo signal ćelije elektronički pojačati (prije ADC)
- ALI time pojačavamo i šum
- **inherentni** šum – šum elektronike
 - Poissonova raspodjela: šum je korijen od signala
 - što je manji signal, lošiji je omjer signal/šum
 - treba nastojati povećati signal - optički
- **tamni** šum – termički
 - rub senzora se trajno prekrije
 - pa njegov signal predstavlja tamni šum
 - može se kasnije u SW koristiti za korekciju
- **“fixed pattern”** – greške u poluvodiču
 - napravi se još jedna snimka
 - ali zatvorene blende – fotografija mraka
 - svi signali predstavljaju trajne greške u senzoru
 - može se kasnije u SW koristiti za korekciju



Histogram

- pokazuje statistiku zastupljenosti točaka određenog intenziteta
- po dogovoru lijevi rub su pixeli bez svjetla (crno)
 - a desno pixeli maksimalno osvjetljeni (bijelo)
- može prikazivati ukupno osvjetljenje (iluminaciju)
 - ili po RGB komponentama





Podatkovni višemedijski prijenos i računalne mreže

www.zesoi.fer.hr/PVPRM

PVPRM@zesoi.fer.hr