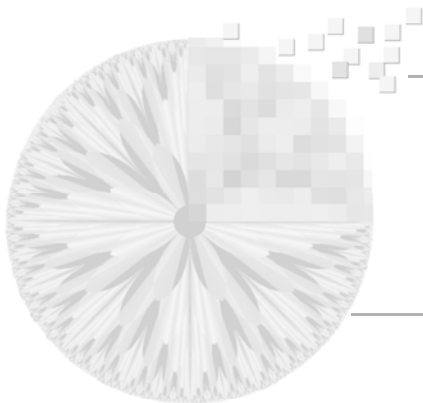
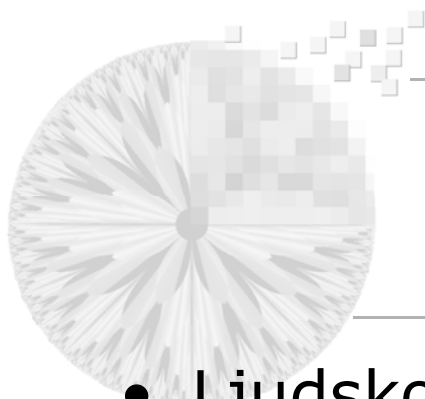




OBRADA SLIKE U BOJI

POGLAVLJE 6

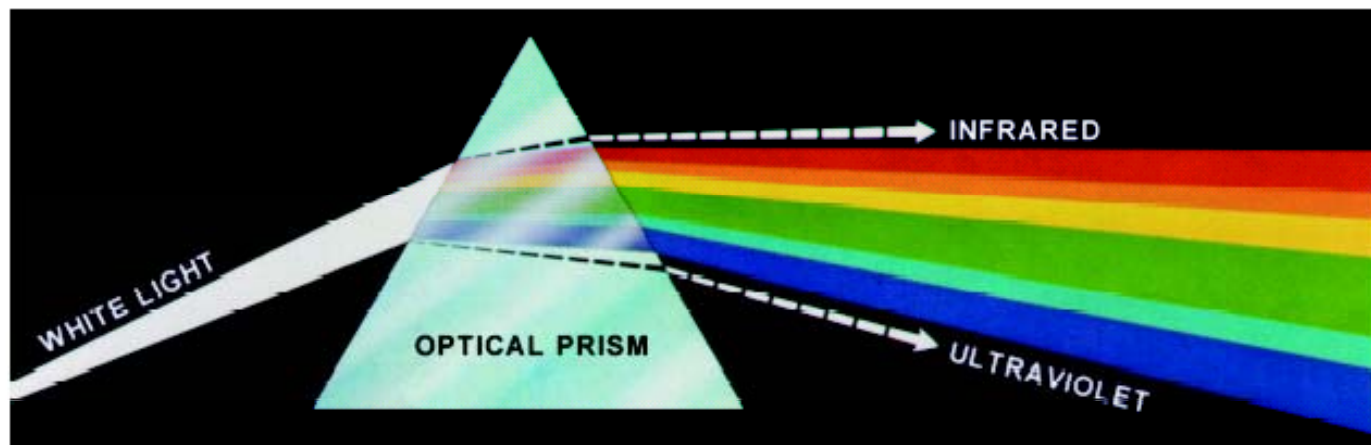


OBRADA SLIKE U BOJI

- Ljudsko oko razlikuje hiljade nijansi boja, a svega 20-30 nijansi sivog
- Obrada slike u boji deli se na dve oblasti
 - Pseudo-color
 - Obrada slike koja je dobijena kolor senzorom
 - Full-color
 - Obrada slike koja je dobijena od monohromatske slike dodeljivanjem boja određenim nijansama ili opsezima nijansi
- Algoritmi za obradu slike u boji
 - Veliki broj algoritama koji su razvijeni za obradu monohromatske slike može se direktno primeniti na sliku u boji
 - Neki algoritmi zahtevaju adaptaciju kako bi se mogli primeniti na sliku u boji

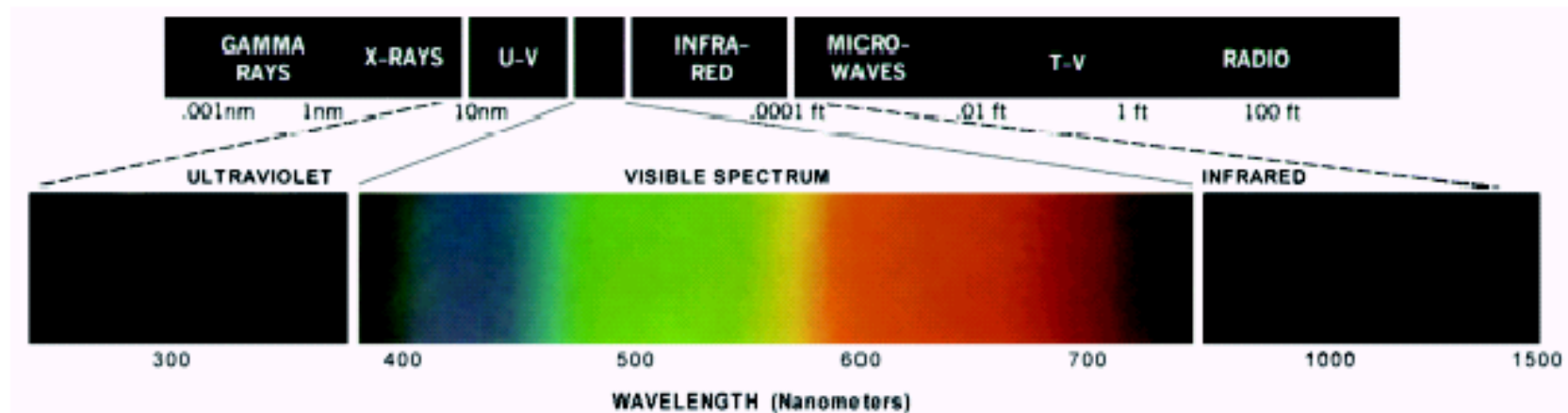
SPEKTAR BOJA

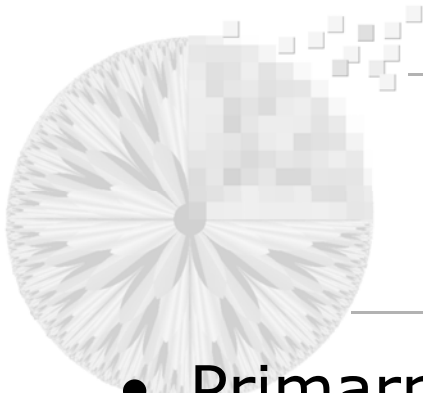
- *Newton* je otkrio da se bela svetlost preko prizme razlaže na spektar boja – od ljubičaste do crvene
- Spektar boja može se podeliti na 6 oblasti:
ljubičasta, plava, zelena, žuta, narandžasta i crvena
 - Oblasti spektra postepeno prelaze jedna u drugu



SPEKTAR BOJA

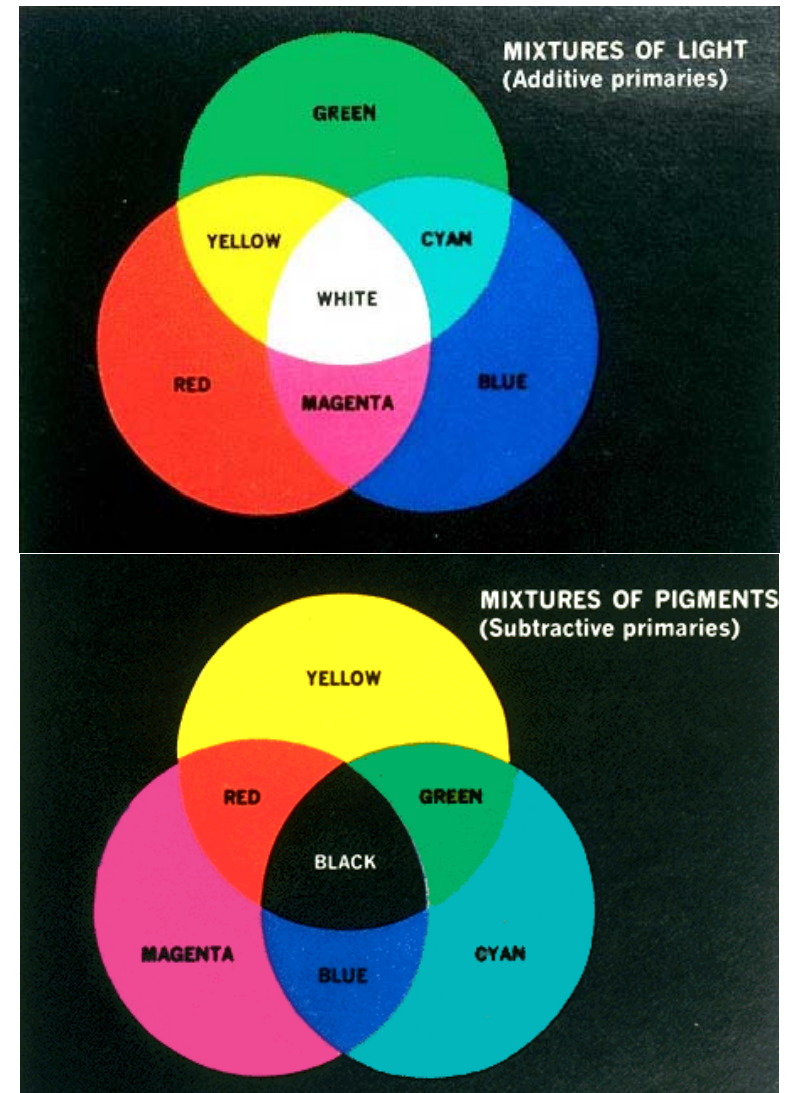
- Doživljaj boje nekog objekta zavisi od svetlosti koju taj objekat reflektuje
 - Svetlost koja sadrži sve talasne dužine vidljivog dela spektra opaža se kao bela
 - Svetlost koja ima samo uzak opseg vidljivog spektra imaće određenu boju (npr. zelena 500-570 nm)





PRIMARNE I SEKUNDARNE BOJE

- Primarne boje svetlosti
 - Crvena (*Red*), zelena (*Green*) i plava (*Blue*)
- Primarne boje pigmenta
 - Cijan (*Cyan*), magenta (*Magenta*) i žuta (*yellow*)
 - Primarne boje pigmenta su sekundarne boje svetlosti i obrnuto
 - Sabiranjem svih primara svetlosti dobija se bela boja
 - Sabiranjem svih primara pigmenta dobija se crna boja
 - Zbir dva primara daje sekundar



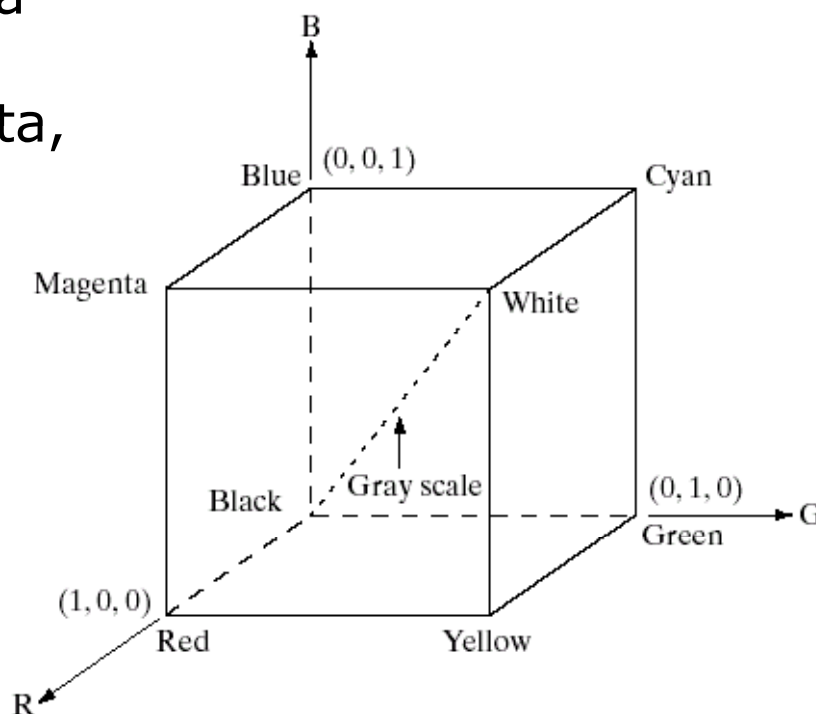
KOLOR MODELI

- Omogućavaju standardizaciju u definisanju boja
- Definišu koordinatni sistem u kojem je boja tačka
- Postoji više modela koji se koriste u zavisnosti od namene (hardverska platforma ili aplikacija)
- RGB (*Red, Green, Blue*)
 - Monitori i široka klasa video kamera – generisanje svetlosti
- CMY (*Cyan, Magenta, Yellow*)
 - Štamparska delatnost – nanošenje boja na objekat
 - Kada je dodata i crna boja tada je to CMYK kolor model
- HSI (*Hue, Saturation, Intensity*)
 - Model blizak ljudskoj interpretaciji boje
 - Razdvaja kolor i monohromatsku komponentu, pa omogućava primenu algoritama razvijenih za sivu sliku

KOLOR MODELI

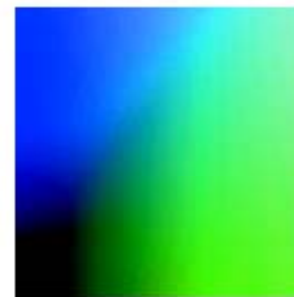
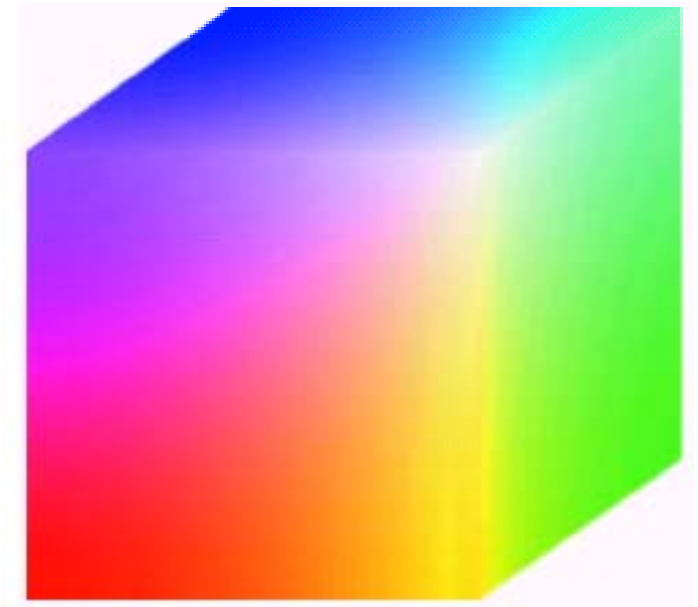
- RGB model

- Zasnovan na Dekartovom koordinatnom sistemu gde ose predstavljaju normalizovane primarne komponente spektra: Crvena (*Red*), Zelena (*Green*), Plava (*Blue*)
- Prostor boje je jedinična kocka čije ćoškove pored osnovnih boja čine: Cyan, Magenta, Žuta, Crna i Bela
- Skalu sivog predstavlja dijagonala kocke od crnog do belog: $(0,0,0) \rightarrow (1,1,1)$

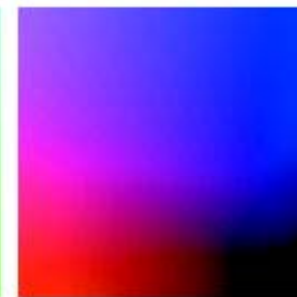


KOLOR MODELI

- RGB kocka
 - Uobičajeno je da se svaka boja koduje sa 8 bita
 - Ukupno 16,777,216 boja (24 bita)
 - Dubina piksela (*pixel depth*) – broj bita kojim se predstavlja piksel u RGB prostoru
 - Termin *full-color* obično označava 24-bitnu reprezentaciju
 - Fiksiranjem jedne RGB komponente dobijaju se ravni boje (kvadrati koji odgovaraju presecima kocke)
 - Primer:
skrivenne strane kocke



($R = 0$)



($G = 0$)



($B = 0$)

KOLOR MODELI



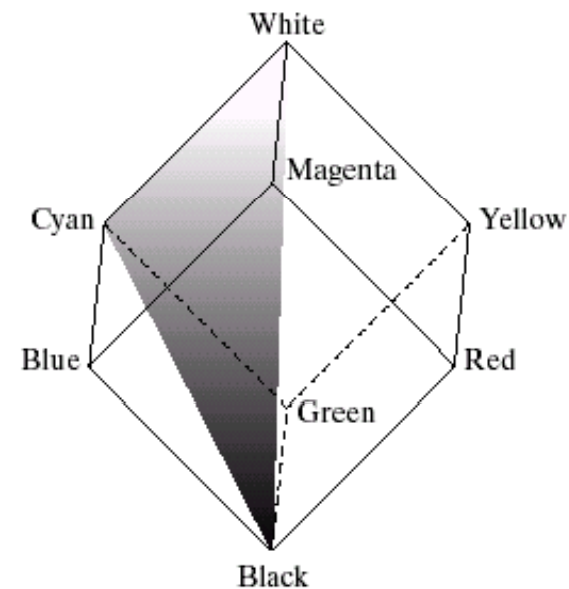
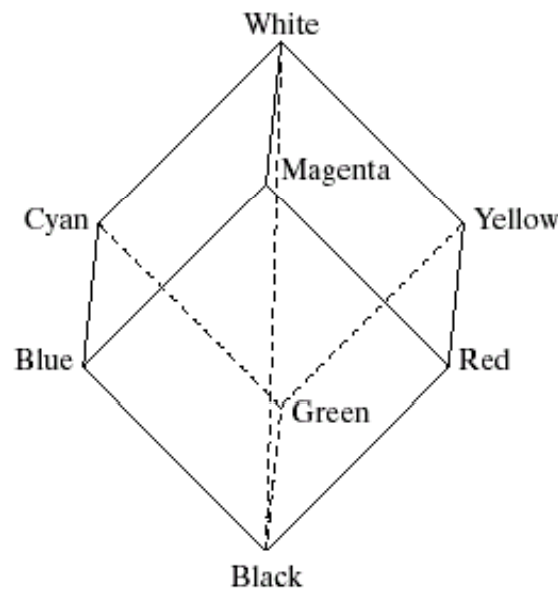
- RGB model
 - Svaka slika predstavljena u RGB sistemu može se razložiti na tri monohromatske slike
 - Obrnuto, RGB slika se može generisati na osnovu tri RGB monohromatske slike
 - Kolor monitor pomoću tri različite boje fosfora na ekranu generiše kolor sliku od tri monohromatske

KOLOR MODELI

- HSI model
- Boja (*Hue*) određuje nijansu boje onako kako bi je ljudi definisali: teget, narandžasta, ljubičasta
- Zasićenost (*Saturation*) određuje čistoću date boje, tj. koliko ima sive (ahromatske) komponente u sebi
 - Roza je mešavina bele i crvene (definisane sa *Hue*)
 - Što je manje prisustvo ahromatske komponente, zasićenost je veća – čistija boja
- Intenzitet (*Intensity*) predstavlja osvetljaj tačke sa datom bojom (definisanom sa *Hue*)
 - Odgovara monohromatskoj predstavi (skali sivog)
- Postoji konverzija između RGB i HSI modela
- HSI se još označava i kao HSV (*Hue-Saturation-Value*)

KOLOR MODELI

- RGB i HSI modeli
 - HSI razdvaja luminentne i hrominentne komponente
 - Postavljanjem RGB kocke na teme (0,0,0) horizontalne ravni imaju konstantan osvetljaj koji raste po vertikali
 - Udaljavanjem od dijagonale kocke zasićenost raste
 - Boju definiše ugao u ravni u odnosu na dijagonalu (centar)



KOLOR MODELI

- Konverzija RGB u HSI

$$H = \begin{cases} \theta, & B \leq G \\ 360^\circ - \theta, & B > G \end{cases}$$
$$\theta = \arccos \left\{ \frac{\frac{1}{2} [(R - G) + (R - B)]}{\sqrt{[(R - G)^2 + (R - B)(G - B)]}} \right\}$$
$$S = 1 - \frac{3}{(R + G + B)} [\min(R, G, B)]$$
$$I = \frac{1}{3}(R + G + B)$$

KOLOR MODELI

- Konverzija HSI u RGB
 - Različite transformacije za tri različita sektora boje (*Hue*): RG, GB, BR

RG sektor ($0^\circ \leq \theta \leq 120^\circ$)

$$B = I(1 - S)$$

$$R = I \left[1 + \frac{S \cos H}{\cos(60^\circ - H)} \right]$$

$$G = 3I - (R + B)$$

GB sektor ($120^\circ \leq \theta \leq 240^\circ$)

$$H = H - 120^\circ$$

$$R = I(1 - S)$$

$$G = I \left[1 + \frac{S \cos H}{\cos(60^\circ - H)} \right]$$

$$B = 3I - (R + G)$$

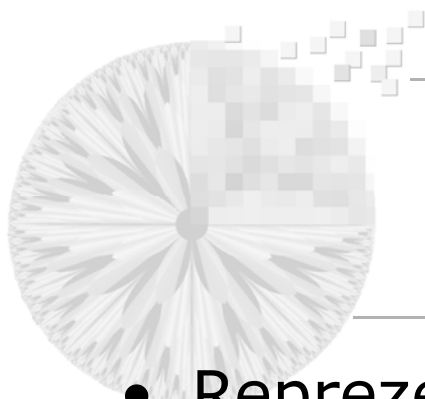
BR sektor ($240^\circ \leq \theta \leq 360^\circ$)

$$H = H - 240^\circ$$

$$G = I(1 - S)$$

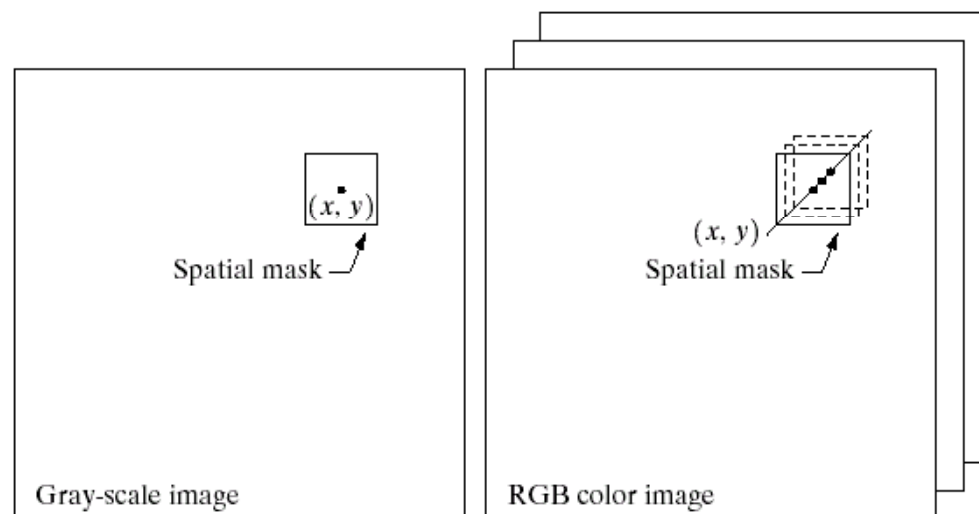
$$B = I \left[1 + \frac{S \cos H}{\cos(60^\circ - H)} \right]$$

$$R = 3I - (G + B)$$



OBRADA SLIKE U BOJI

- Reprezentacija slike u boji
 - Ista reprezentacija kao i u slučaju sive slike, s tim što se svakom pikselu u slici asociraju 3 vrednosti (4 CMYK)
 - Piksel je vektor u prostoru boja
 - Svaki piksel $\mathbf{c}$ sa prostornim koordinatama (x, y) okarakterisan je sa najmanje 3 koordinate boje (4 CMYK)
 - Obrada se može izvoditi vektorski i skalarano (po komponentama)



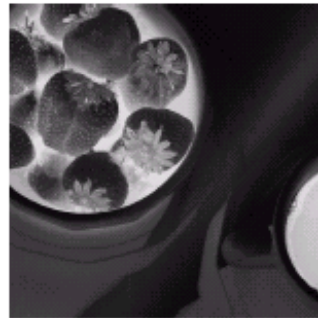
$$\mathbf{c}(x, y) = \begin{bmatrix} c_R(x, y) \\ c_G(x, y) \\ c_B(x, y) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R(x, y) \\ G(x, y) \\ B(x, y) \end{bmatrix}$$



- Originalna kolor slika i njene komponente u različitim sistemima boja



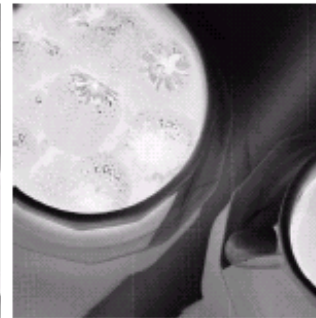
Full color



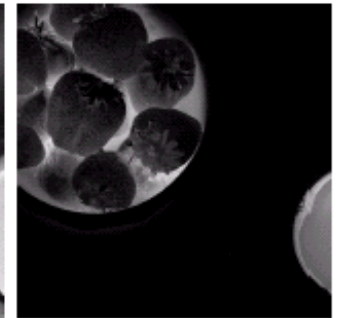
Cyan



Magenta



Yellow



Black



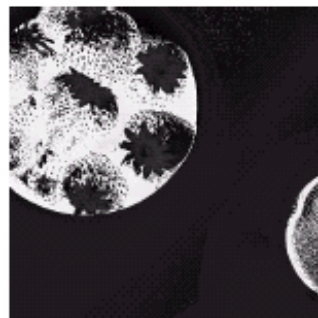
Red



Green



Blue



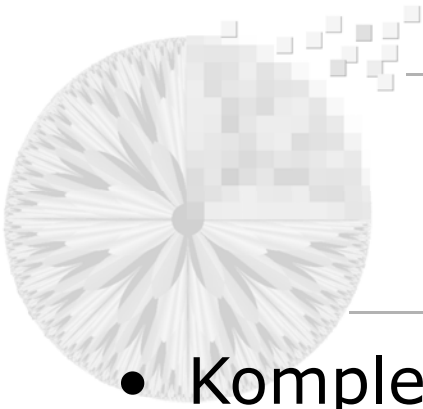
Hue



Saturation

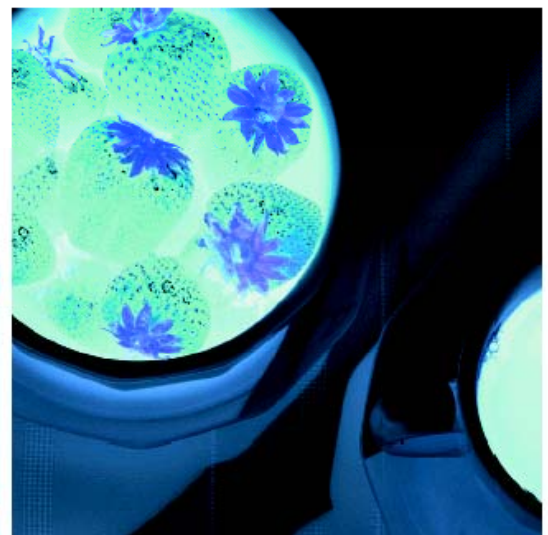
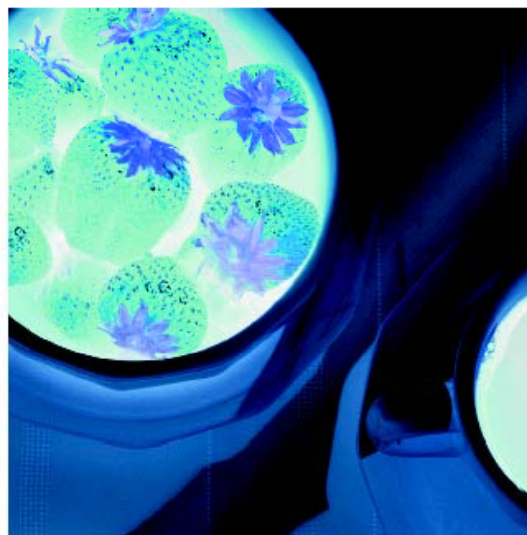
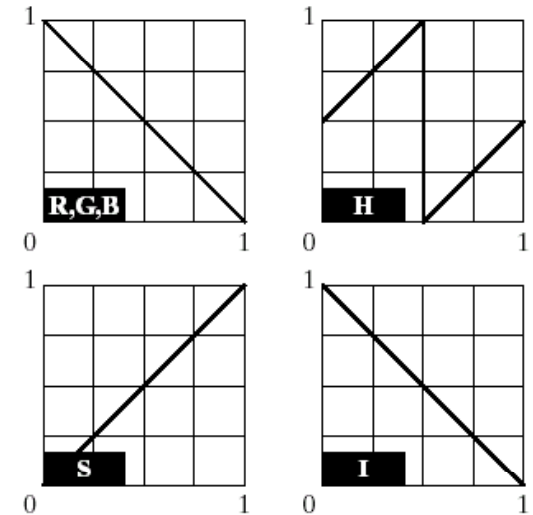
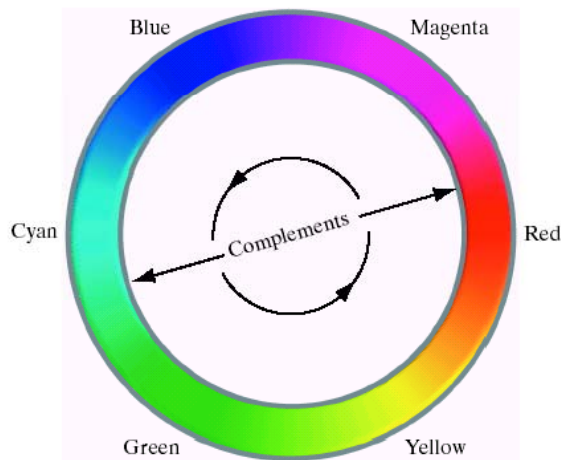


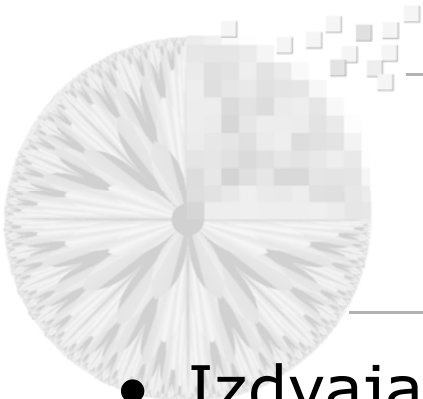
Intensity



KOLOR TRANSFORMACIJE

- Komplementi
 - Naspramne boje (*Hue*) u krugu boja
 - Transformacija zamenjuje boju komplementom
 - Odgovara negativu u sivoj slici





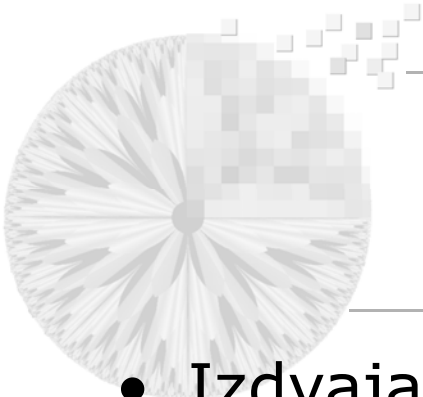
KOLOR TRANSFORMACIJE

- Izdvajanje boja
 - Naglašavanje određenog opsega boja u cilju definisanja regiona od interesa i njegovog razdvajanja od okoline
 - Ako boja datog piksela pripada definisanom opsegu u prostoru boja, tada piksel zadržava originalnu boju – u suprotnom dodeljuje mu se neka neutralna boja (siva)
 - Definicija opsega boja kao hiperkocke stranice w

$$s_i = \begin{cases} 0.5, & [|r_j - a_j| > \frac{W}{2}]_{1 \leq j \leq n} \\ r_i, & \text{inače} \end{cases}, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

- Definicija opsega boja kao sfere poluprečnika R_0

$$s_i = \begin{cases} 0.5, & \sum_{j=1}^n (r_j - a_j)^2 > R_0^2 \\ r_i, & \text{inače} \end{cases}, \quad i = 1, 2, \dots, n$$



KOLOR TRANSFORMACIJE

- Izdvajanje boja
 - Definisanjem opsega oko prototipa crvene boje, izdvojiće se regioni slike koji imaju boju blisku datoj crvenoj

Hiperkocka $W=0.2549$

Sfera $R_0=0.1765$

