

Većina digitalnih slika je korisniku predstavljena na nekakvom rasterskom ekranu. Rasterski ekrani prikazuju slike kao pravougaone matrice piksela. Uobičajeni primer je flat-panel televizijski ili kompjuterski ekran. On sadrži pravougaonu matricu malih piksela koji emituju svetlost različitih boja i tako stvaraju željenu sliku. Različite boje se dobijaju mešanjem različitog intenziteta crvene, zelene i plave svetlosti. Većina štampača, poput laserskih štampača i ink-jet štampača, su takođe rasterski uređaji. Kod njih ne postoji fizička mreža piksela, već se slika formira nanošenjem boje redom na određenim tačkama imaginarne mreže.

Rasteri preovlađuju i kao ulazni uređaji za kreiranje digitalnih slika. Digitalni fotoaparat sadrži senzor slike koji se sastoji od mreže piksela osetljivih na svetlost, od kojih svaki beleži boju i intenzitet svetlosti koja pada na njega. Skener sadrži liniju piksela koja se prevlači preko stranica koju skeniramo, čineći mnoga merenja u sekundi da bi se kao rezultat proizvela mreža piksela.

S obzirom na to da su rasterski uređaji primarni izvor digitalnih slika, i sredstvo za njihovo prikazivanje, rasterske slike su najčešće korišćeni oblik digitalnih slika. Rasterska slika koja se čuva u memoriji, može se prikazati na ekranu tako što će svaki piksel sačuvane slike biti iskorišćen za kontrolu tačno jednog piksela na displeju.

Ali, ne želite uvek da prikažete sliku na ovaj način. Možda će te želeti da promenite veličinu ili orijentaciju slike, ispravite boje... Na televizoru, displej retko ima isti broj piksela kao i slika koja se na njemu prikazuje. Razmatranja poput ovih prekidaju direktnu vezu između piksela slike i piksela displeja. Zato je najbolje da o raster slikama razmišljamo kao opisu slike koji je nezavisan od uređaja na kojima će slike biti prikazane, a o uređajima kao načinu za prikazivanje približno idealne slike.

Pored korišćenja matrice piksela, postoje i drugi načini za opisivanje slike. Vektorske slike se predstavljaju i čuvaju kao kolekcija figura, zajedno sa njihovim podacima (parametrima) koji definišu kako će figura biti iscrtana i gde će biti locirana. U suštini, umesto čuvanja piksela potrebnih za prikaz slike, kod vektorskih slika se skladište uputstva za prikaz slike. Osnovna prednost vektorskih slika je da ne zavise od rezolucije uređaja na kome se prikazuju. Nedostatak je da se moraju rasterizovanom pre nego što mogu biti prikazani na rasterskom uređaju. Vektorske slike se često koriste za tekst, dijagrame, mehaničke crteže, i druge slike kod kojih su jasnost i preciznost bitni.

Rasterski uređaji se mogu kategorizovati na sledeći način:

❖ Izlazni uređaji

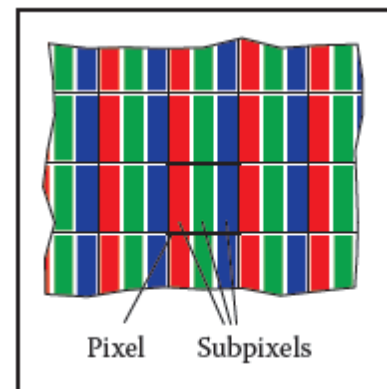
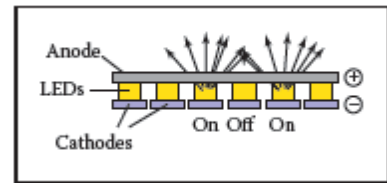
Digitalna slika je slika koja se čuva na računaru. Ona je digitalizovana, što znači da je pretvorena u niz brojeva koji kompjuteri mogu da razumeju.

Piksel je skraćenica od "picture element"

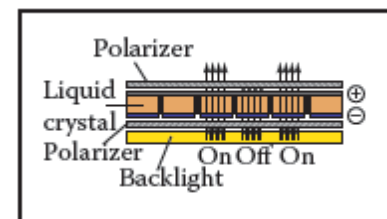
Rasterska slika predstavlja 2D matricu koja za svaki piksel čuva njegovu vrednost – najčešće boju, u vidu tri broja za crvenu, zelenu i plavu.

- Displej uređaji su trenutno većinski zasnovani na fiksnom nizu piksela.

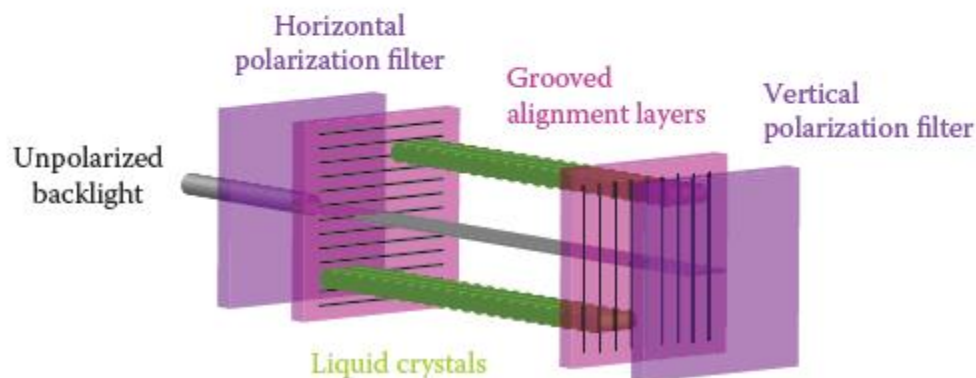
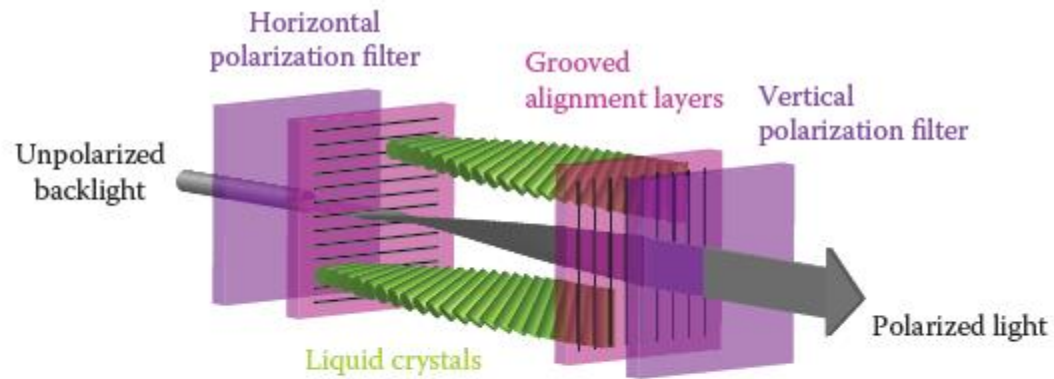
- **Emisioni:** koriste piksele koji direktno emituju kontrolisanu količinu svetlosti. Primer su light-emitting diode (LED) displeji, kod kojih se svaki piksel sastoji od jedne ili više LED-ova, koje emituju svetlost u intenzitetu koji zavisi od električne struje koja im se dovodi. Pikseli kod displeja u boji se sastoje od 3 LED-a napravljenih od različitih materijala, tako da svaka od njih može da emituje crvenu, zelenu ili plavu boju. Kada se posmatra displej, oko ne vidi pojedinačne delove piksela, već kombinaciju različitih intenziteta ove tri boje kao jednu boju.



- **Transmisioni:** koriste piksele koji variraju količinu svetlosti koja može proći kroz njih. Oni zahtevaju poseban izvor svetlosti da ih osvetli. Primer su liquid crystal display (LDC). Tečni kristal ima molekularnu strukturu koja mu omogućava da rotira polarizovanu svetlost, i da u zavisnosti od stepena rotacije obezbedi različit intezitet svetlosti koja prolazi kroz filter koji se nalazi iza piksela, pa samim tim neki pikseli bivaju jače, a neki slabije osvetljeni.

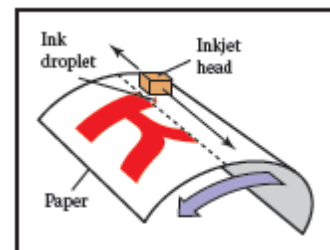


Svaki displej ima rezoluciju određenu veličinom mreže piksela koja se u njemu koristi. Ako monitor ima rezoluciju od 1920 x 1200 piksela, to znači da on poseduje 2304000 piksela u 1920 kolona i 1200 redova. Rezolucija displeja se nekada naziva i "native resolution", jer displeji mogu da prikazuju is like drugih rezolucija pomoću ugrađenih konverzija.

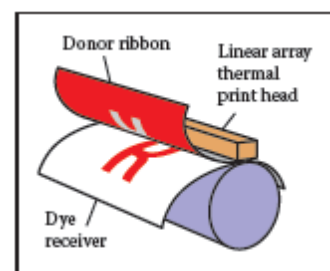


- Printer

- Binarni: ink-jet printer ima glavu koja sadrži tečno mastilo koje se kontrolisano raspršuje na papir u veoma maloj količini. Glava se pomera po papiru i dok prolazi preko pozicija u zamišljenoj mreži koje treba da budu obojene, ona na papir ispušta kapi boje, formirajući sliku. Kolor ink-jet printer koriste više printajućih glava, tako da svaka izbacuje mastilo sa drugačijim pigmentom. S obzirom na to da su sve kapi koje nanose ink-jet printeri jednake i da se na svaku tačku mreže ili spušta kap boje ili ne, ovi printer ne parve među-senke. Ink-jet printer ne poseduju fizičku mrežu piksela. Različite rezolucije se dobijaju korišćenjem različitih veličina kapi mastila i pomerajem papira nakog svakog prolaska glave preko njega.



- Kontinualni. Termalni transfer mastila je primer procesa kontinualnog nanošenja mastila, što znači da različite količine mastila mogu biti spuštene na svaki piksel. Donorska traka koja sadrži mastilo se nalazi između papira i printerske glave. Glava sadrži niz "grejača", po jedan za svaku kolonu matrice piksela. Kako traka i papir prolaze ispod glave, tako se grejači uključuju i isključuju, kako bi traku zagrejali

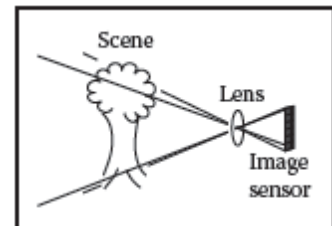


na onim mestima na kojima je potrebno naneti boju na papir. Ovaj process se ponavlja za svaku od nekoliko boja mastila. Kako se toplota grejača može varirati, tako se može nanositi i boja u različitom intezitetu. Broj grejača u redu određuje fiksnu rezoluciju po jednoj dimenziji, dok se rezolucija po drugoj dimenziji određuje odnosom grejanja i hlađenja u poređenju sa brzinom kretanja papira.

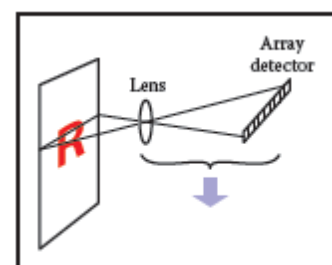
Za razliku od displeja rezolucija printera se opisuje u terminima gustine piksela umesto ukupnog broja piksela. Na primer, kontinualni printer koji ima 300 grejača po inču glave, ima rezoluciju od 300 piksela po inču (*pixel per inch, ppi*). Ako se može odabrati i ista gustina piksela po drugoj dimenziji, onda kažemo da je rezolucija printera 300 ppi. Ink-jet štampač koji “spušta” boju na mrežu sa 1200 tačaka po inču, ima rezoluciju od 1200 tačaka po inču (*dots per inch, dpi*). Pošto je inkjet štampač binarni uređaj, ivice su oštre crno/bele granice, pa je veoma visoka rezolucija je neophodna da bi se izbegao stepenast izgled ili aliasing. Kada se štampaju slike sa kontinuiranim tonom, visoka rezolucija je potrebna da bi se simulirale međubojne štampanjem različito gustih obrazaca tačaka koji se zovu polutonovi.

#### ❖ Ulazni uređaji

- 2D niz senzora: digitalna kamera. Senzor za sliku u digitalnoj kameri sadrži mrežu piksela osetljivih na svetlost. Sočivo kamere projektuje sliku na sensor i svaki piksel meri energiju svetlosti koja je na njega pala, što rezultuje odgovarajućim brojem. Rezolucija kamere je određena fisknim brojem piksela u mreži i najčešće se navodi kao ukupni broj piksela: kamera sa 3000 kolona i 2000 redova stvara sliku rezolucije 3000 x 2000, koja ima 6 miliona piksela i za nju se kaže da je kamera od 6 megapiksela (MP).



- 1D niz senzora: skener takođe meri crvene, zelene i plave vrednosti za svaki piksel u mreži, ali koristi 1D niz kojim prelazi preko strane koja se skenira, praveći mnogo merenja u sekundi. Rezolucija je fiksirana po jednoj dimenziji i zavisi od veličine niza, a rezolucija duž strane je određena učestalošću merenja u odnosu na brzinu kojom se kreće glava za skeniranje. Skener ima  $3 \times n_x$  niz gde je  $n_x$  broj piksela u nizu, pri čemu svaki piksel ima crveni, zeleni i plavi filter. Uz odgovarajući zastoj između trenutaka u kojima se meri intenzitet svake od ovih boja, za svaku tačku u mreži se mere tri nezavisne vrednosti boje. Rezolucija skenera se izražava na isti način kao i rezolucija printera sa kontinuiranim nanosom mastila. Ponekad se



rezolucija skenera naziva optička rezolucija pošto većina skenera može da proizvede slike proizvoljne rezolucije pomoću ugrađenih metoda konverzije.

Znamo da je rasterska slika je veliki niz piksela, od kojih svaki skladišti informacije o boji slike na svojoj mrežnoj tački. Videli smo šta različiti izlazni uređaji rade sa slikama koje šaljemo na njih i kako ulazni uređaji proizvode slike. Ali, za izračunavanja u računaru, potrebna nam je pogodna apstrakcija koja je nezavisna od specifičnosti bilo kog uređaja, i koja se može koristiti da se proizvedu ili tumače vrednosti pohranjene u slikama. Slike možemo apstrahovati kao jedno dimenzione nizove (u slučaju grayscale i crno-belih slika) ili tro-dimenzione nizove (za čuvanje RGB vrednosti kod slika u boji) realnih brojeva. U slučaju korišćenja 32-bitnih brojeva zapisanih u pokretnom zarezu sa čuvanje vrednosti boja u pikselu, dobija se jako veliki opseg mogućih intenziteta svake od boja. To su takozvane *HDR – high dynamic range* slike. Ako se za zapis brojeva kojima se opisuju intenziteti boje koriste celi brojevi, dobijamo *LDR – low dynamic range* slike. Dinamički raspon je u dakle razlika između najsvetlijeg i najtamnijeg tona koji se može pohraniti na slici.

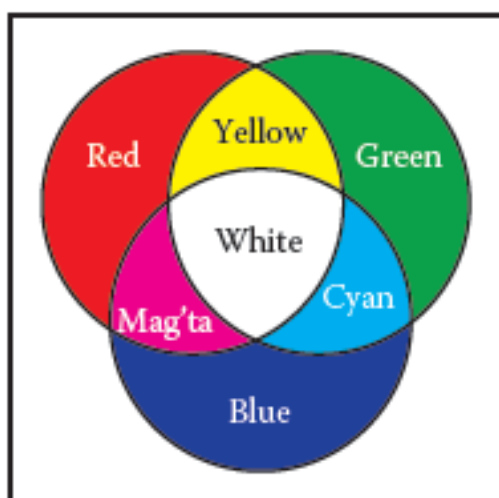
Neki od piksel formata i njihova uobičajena upotreba:

1-bitne grayscale – tekst i slike kod kojih međunijanse sive nisu poželjne, a zahteva se visoka rezolucija.

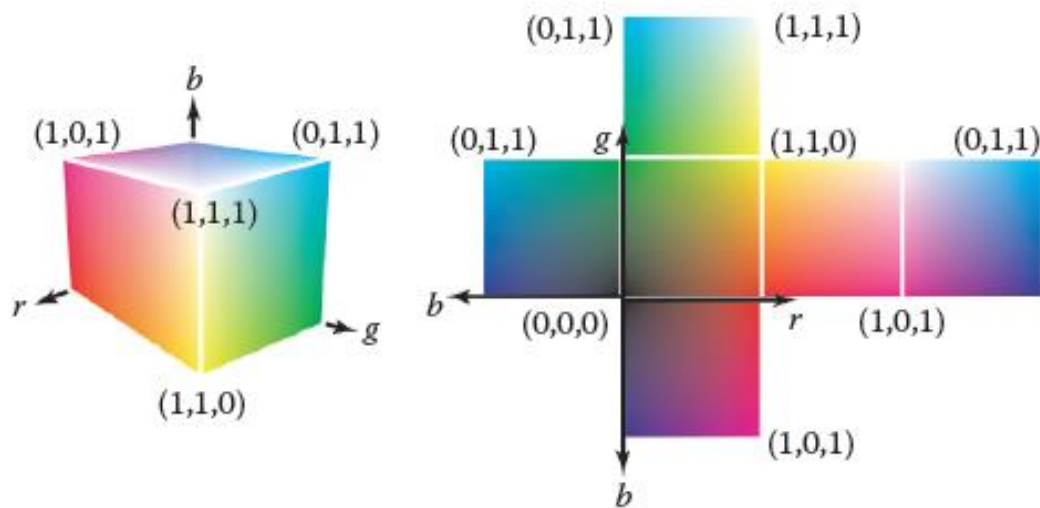
8-bitne RGB slike sa fiksiranim rasponom (ukupno 24 bita po pikselu) – web, email

#### RGB sistem boja

Većina digitalni slika se definiše u terminima red-green-blue (RGB) sistema boja. Osnovna ideja ovog sistema je da se svaka boja može prikazati mešanjem tri primarne svetlosti: jedne crvene, jedne zelene i jedne plave. Ovo je aditivno mešanje svetlosti:



Crvena, zelena i plava vrednost piksela formiraju trodimenzionu RGB kocku, čije su ose crvena, zelena i plava:



black =  $(0, 0, 0)$ ,  
 red =  $(1, 0, 0)$ ,  
 green =  $(0, 1, 0)$ ,  
 blue =  $(0, 0, 1)$ ,  
 yellow =  $(1, 1, 0)$ ,  
 magenta =  $(1, 0, 1)$ ,  
  
 cyan =  $(0, 1, 1)$ ,  
 white =  $(1, 1, 1)$ .

Najčešće se po jedan bajt koristi za opisivanje svake RGB vrednosti, tako da sistem koji ima 24-bitne boje ima 256 mogući nivoa za svaku od tri primarne boje.