

RAČUNARSKA GRAFIKA

Oznaka predmeta: RAG

Predavanje broj: 4

Nastavna jedinica: Stereoskopija. Boje. Tehnologije ulaznih uređaja.
Formati datoteka slika.

Nastavne teme:

Stereoskopija. Stereovizija na filmu. Stereovizija u grafici. TFT 3D stereo ekran. Boje opažanje boje. Tetrachromacija. RGB. CMY. HSV. HSL. Optičke varke. Grafički ulazni uređaji. Tastatura. Prepoznavanje rukopisa, znakva. Računarski miš. Digitajzer. Dodorni ekran. 3D zvučne grafičke table. Svetosna olovka. Skeneri (ravni, doboš). Digitalni fotoaparati. Formati slika (BMP, GIF, TIFF, JPEG, PNG).

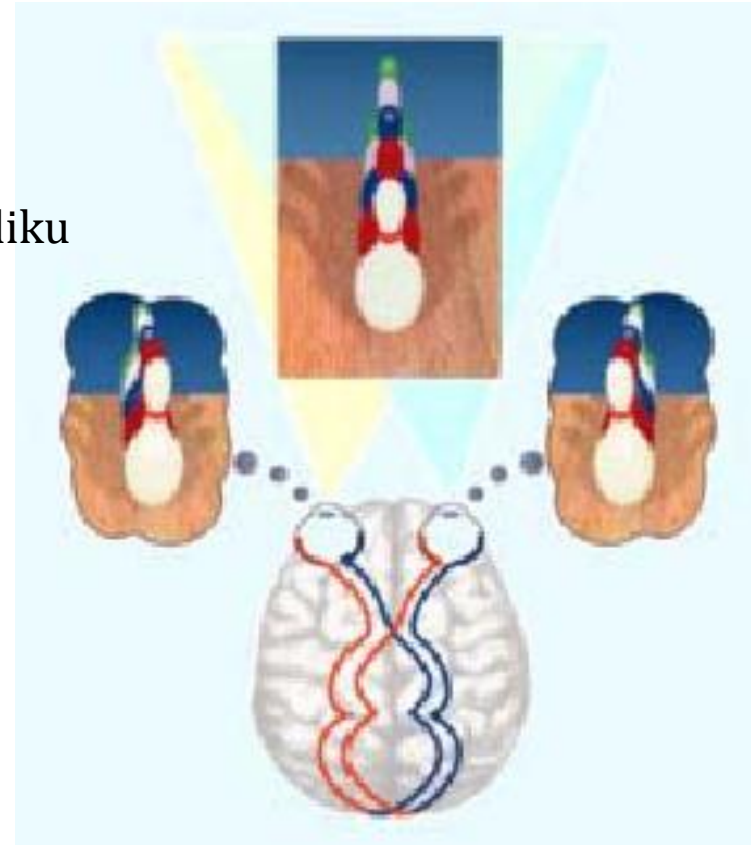
Predavač: prof. dr Perica S. Štrbac, dipl. ing.

Literatura:

James D. Foley, Andries van Dam, Steven K. Feiner, John F. Hughes: "Computer Graphics: Principles and Practice", 2nd ed. in C, Addison-Wesley Internet.

Stereoskopija

- Princip stereoskopije:
 - dve kamere (oka)
 - na malom rastojanju
 - orijentacije zaklapaju mali ugao
 - dve slične 2D slike scene
 - svaku sliku prihvata po jedno oko
 - mozak kombinuje dve 2D slike u jednu 3D sliku
 - mozak dodaje i iskustvene efekte
 - perspektivno smanjenje
 - zamagljivanje udaljenih objekata
 - senke



Stereovizija na filmu

- Stereo film (1915)
 - plavo-crvena jedinstvena slika
 - plava slika za jedno oko,
 - crvena slika za drugo oko
 - plavo-crvene naočare filtriraju slike
 - 1950-1955 uspon i pad tehnologije
 - filmska industrija nije podržala
- Savremeni stereo-film
 - stereo-kamera snima 2 slike
 - slika se emituje sa 2 projektora
 - jedan ima filter sa horizontalnom, drugi sa vertikalnom polarizacijom
 - naočare: na jednom oku horizontalna, na drugom vertikalna polarizacija



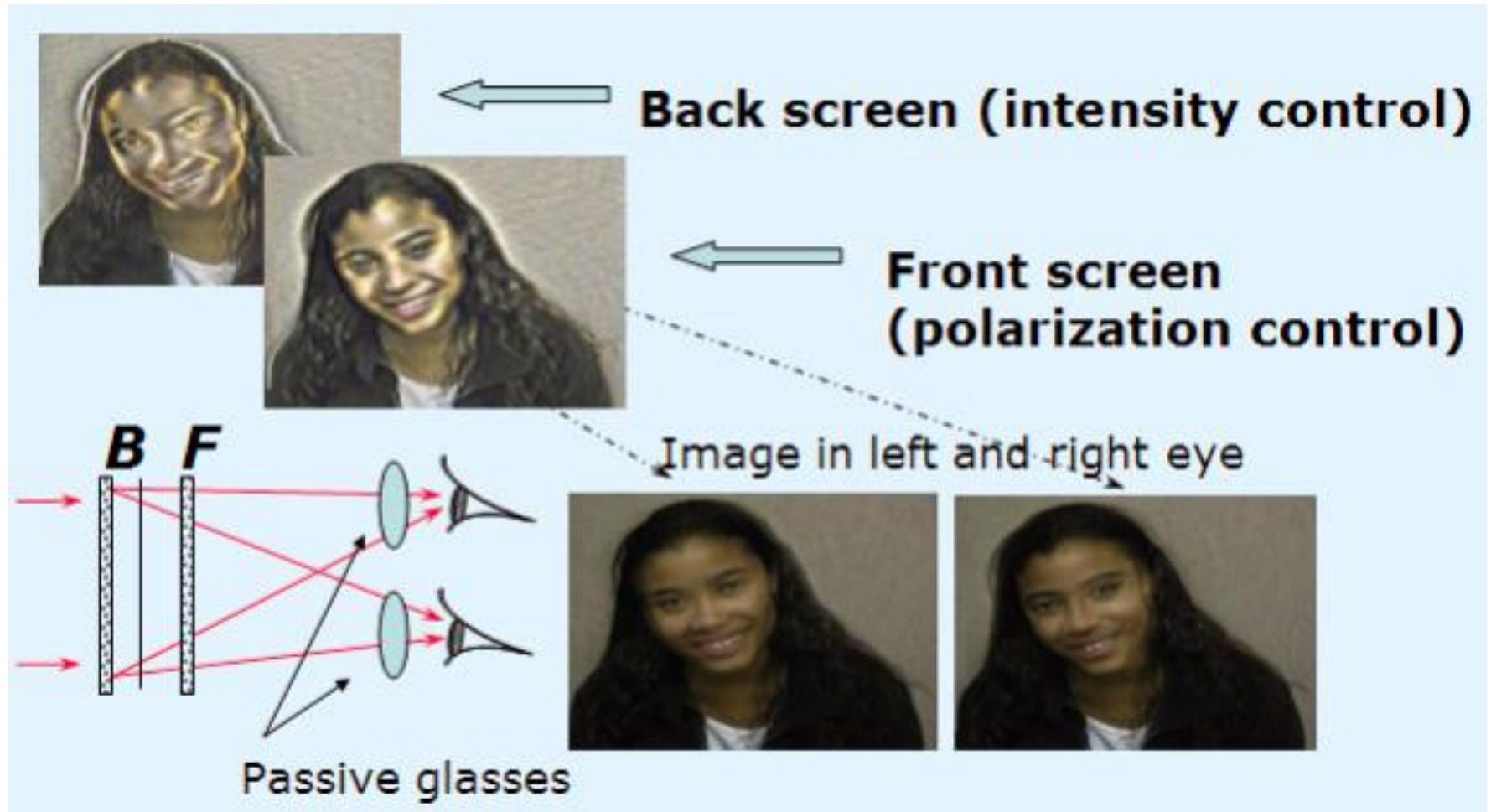
Stereovizija u grafici

- LCD prikazivači na naočarama
 - relativno mala rezolucija
 - teške naočare za nošenje
- Kontroleri sa 4 bafera i naočare sa zamračenjem (**shutter-glasses**)
 - kontroler:
 - dve slike sa dvostrukim baferisanjem
 - sinhronizacija za naočare
 - naočare su sinhronizovane sa slikom koja se prikazuje
 - levo oko je zamračeno dok se prikazuje slika desnog
 - desno oko je zamračeno dok se prikazuje slika levog
 - potreban CRT sa vertikalnom frekvencijom $>100\text{Hz}$



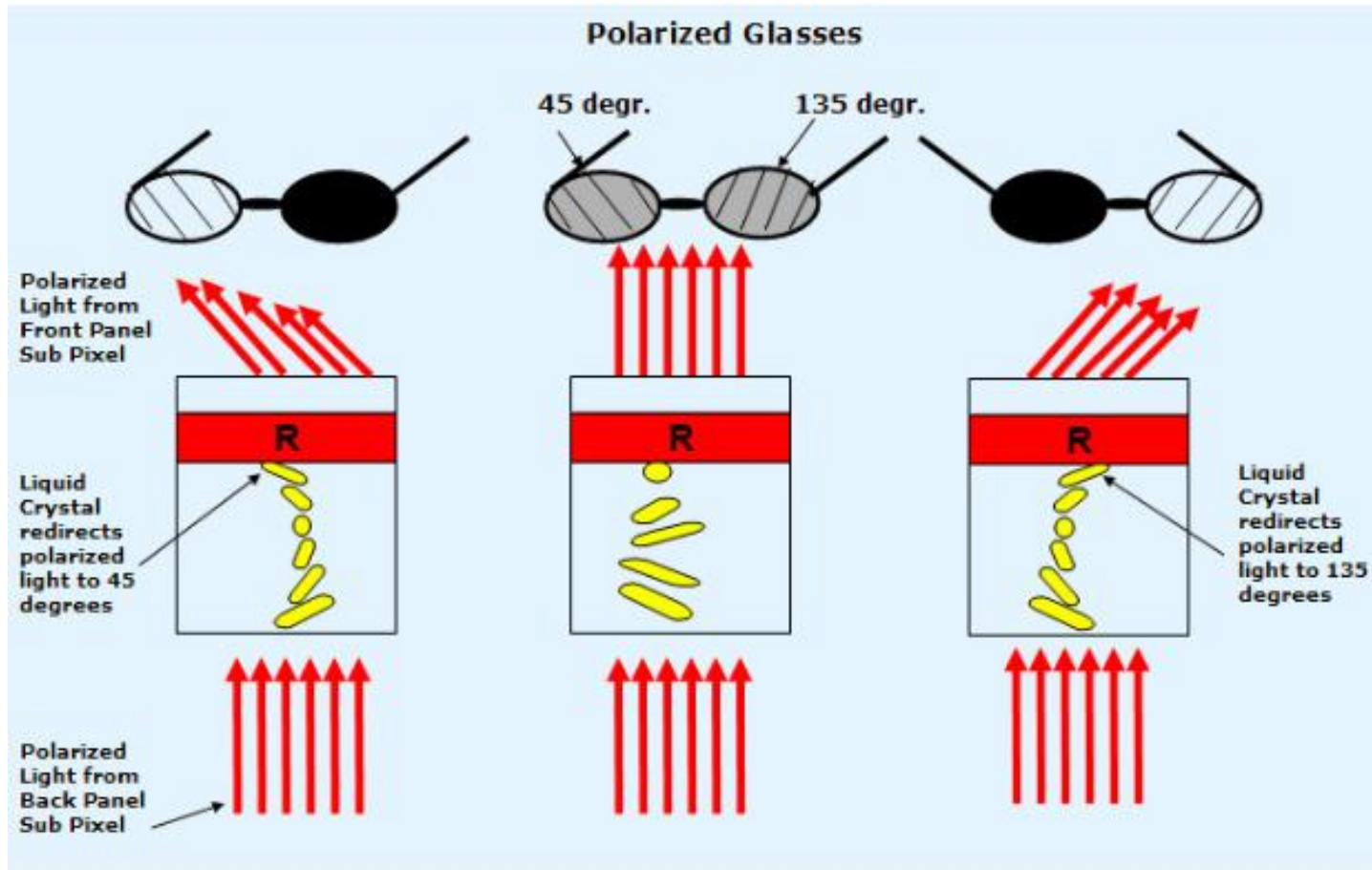
- CRT ekrani sa polarizacionim filterom i polarizacionim pasivnim naočarima
- TFT ekrani sa različitom polarizacijom slika i pasivne naočare

TFT 3D stereo ekran



TFT 3D stereo ekran

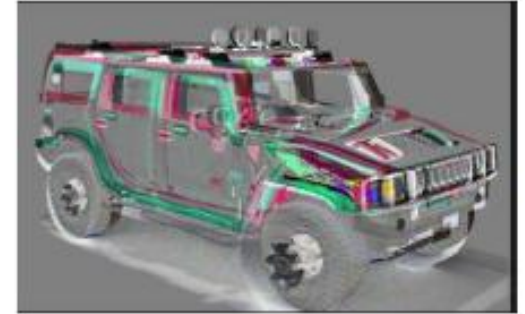
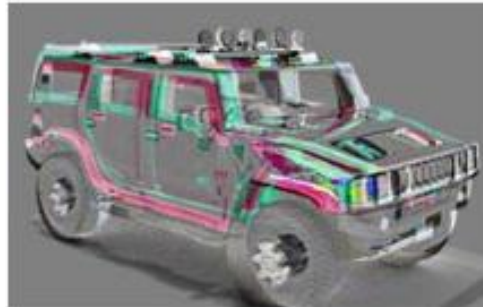
- Polarizacija slike je izvedena tako da sliku registruje:
 - levo oko
 - oba oka delimično
 - desno oko.



TFT 3D stereo ekran



2D slika na zadnjem TFT



Leva i desna slika na prednjem TFT

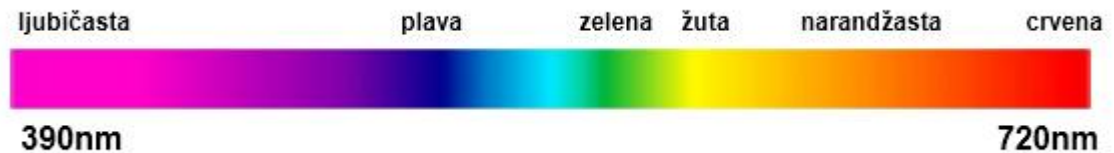


Kombinovana slika bez naočara



Boja

- Boja je određena talasnom dužinom svetla:
 - koje se emituje iz nekog svetlosnog izvora,
 - koje se reflektuje od neke površine
- Sunce (ili sijalica) emituju belo svetlo
 - sadrži zračenje različitih talasnih dužina (deo vidljivog i nevidljivog spektra)



- Prelamanjem kroz prizmu, zbog razlike u uglu prelamanja za pojedine talasne dužine svetla, od bele svetlosti se dobija spektar boja.
- Boja je senzacija koju svetlosna energija izaziva na retini i koji se interpretira u mozgu.
- Mozak formira sliku na osnovu mešavine fotona različitih frekvencija.
- Ljudi poseduju 3 tipa konusnih ćelija, koje reaguju na kratke, srednje i duge talasne dužine (plava, zelena i crvena).

Opazanje boje

- Informacija o boji koje se dobijaju preko nervnih receptora u mrežnjači oka – čepića (**cones**) i štapića (**rodes**)

- čepići:

- SW (plavo),
- MW (zeleno)
- LW (crveno)

- fotosenzitivni pigment rodopsin

- Čulo vida raspoznaje vizuelne informacije:

- primarni centar vida – plavo

- prima informaciju i prosleđuje

- dorzalni tok – zeleno

- raspoznavanje objekata

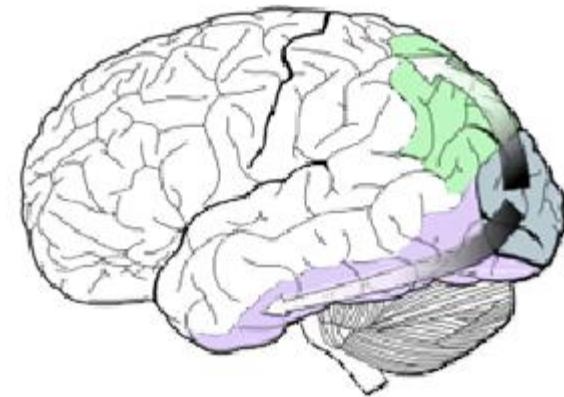
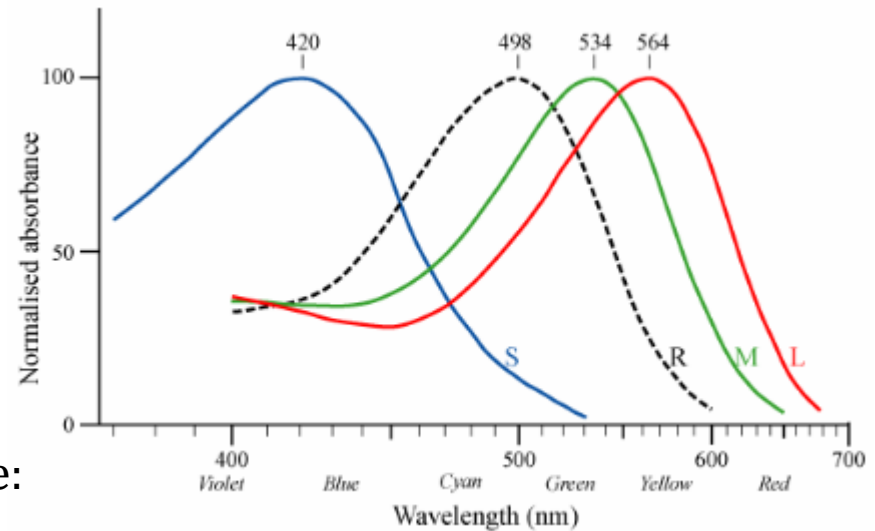
- ventralni tok – ljubičasto

- raspoznavanje boja

- Čovek - trihromat, raspoznaje 3 boje: crvenu, zelenu i plavu i kombinacije

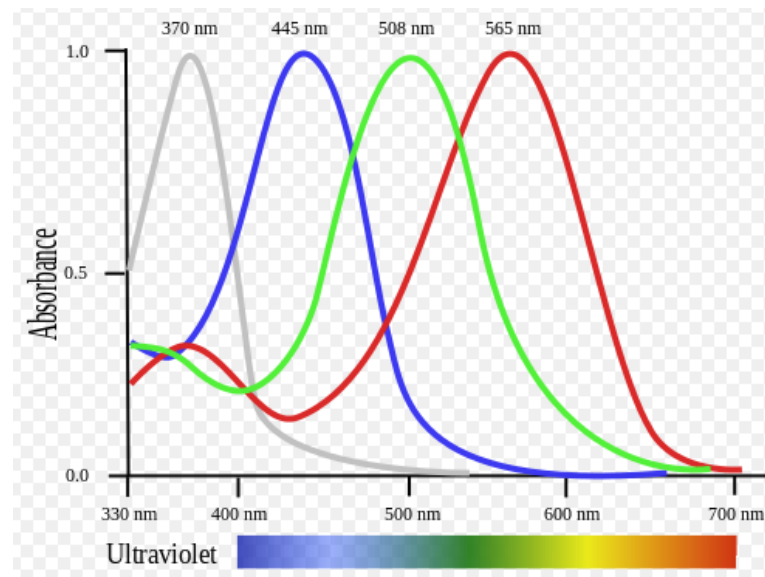
- Neke životinje su tetrahromati

- Daltonizam - slepilo za boje, ne raspoznaju se boje, ili samo neke od njih



Tetrahromacija

- Tetrahromacija postoji i kod ljudi (žena).
- Smatra se da tetrahromacija može da se javi samo kod žena
 - Razlog su geni koji su uzrok vida u boji.
 - Ljudi koji imaju regularan vid u boji imaju tri kupaste ćelije, podešene na talasne dužine crvene, zelene i plave boje.
 - One su povezane za X hromozom
 - muškarci imaju jedan,
 - žene imaju dva.
 - mutacije u X hromozomima uzrokuju da osoba može videti više ili manje boja, zbog čega među muškarcima ima više urođenih daltonista nego među ženama (ukoliko njihov jedan X hromozom ima mutaciju).
 - međutim teorija kaže da ukoliko žena ima mutacije oba X hromozoma, onda će ona imati četiri kupaste ćelije umesto uobičajenih tri.
- Primeri tetrahromata: zlatna ribica (ćelije za: R,G,B i ultraljubičastu svetlost).

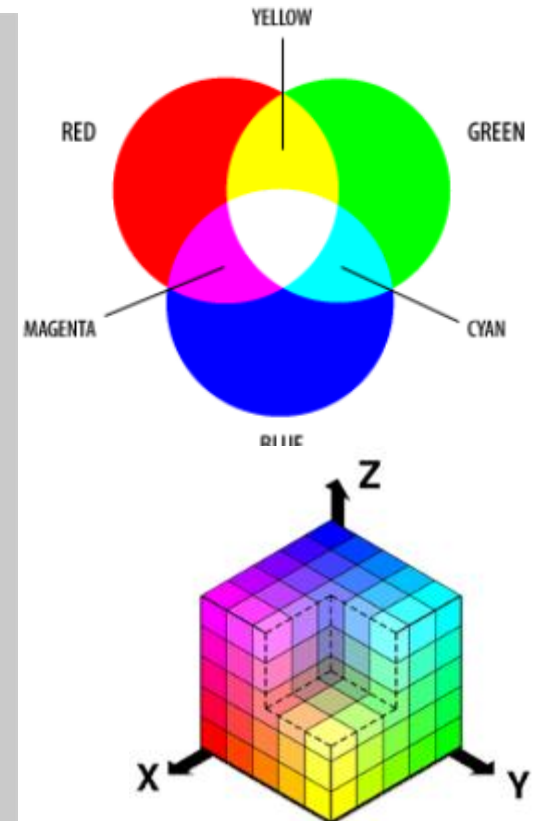
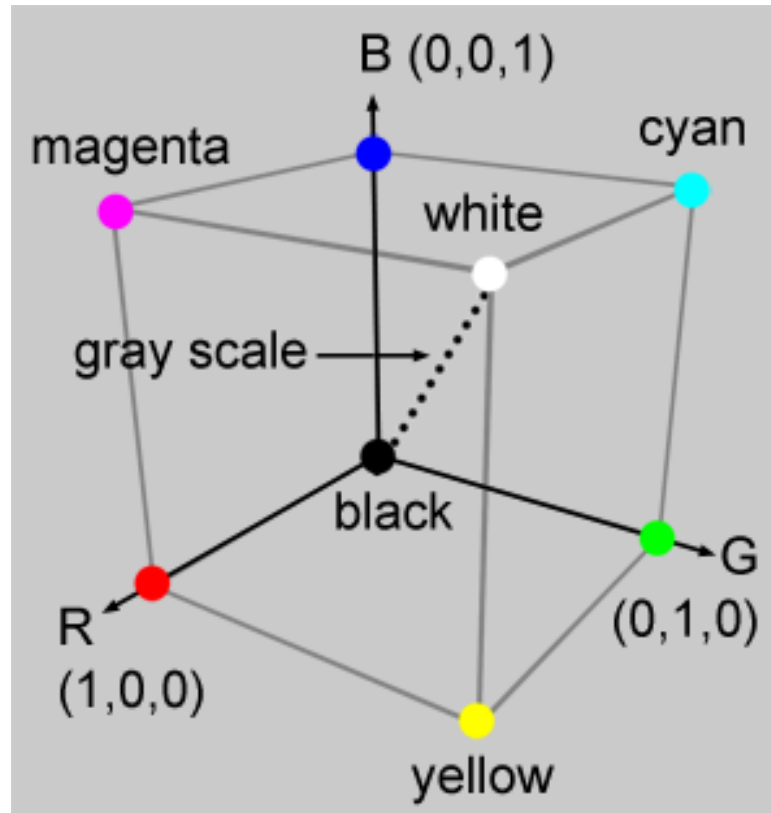
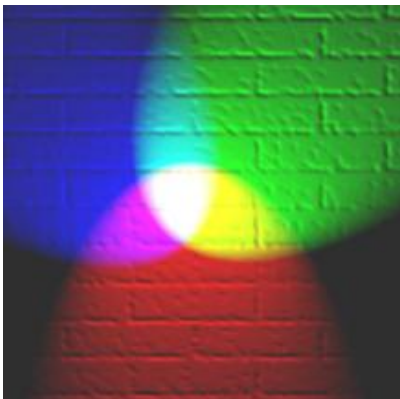
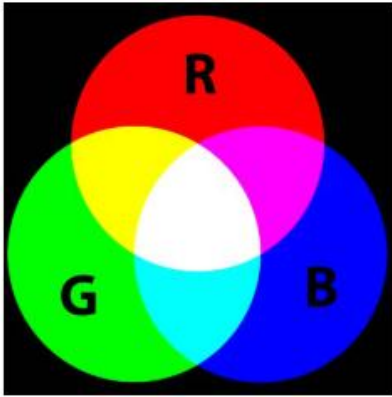


Boje duginog spektra

boja	talasna dužina	frekvencije
crvena	~ 625–740 nm	~ 480–405 THz
narandžasta	~ 590–625 nm	~ 510–480 THz
žuta	~ 565–590 nm	~ 530–510 THz
zeleno	~ 500–565 nm	~ 600–530 THz
tirkiz	~ 485–500 nm	~ 620–600 THz
plava	~ 450–485 nm	~ 670–620 THz
ljubičasta	~ 380–450 nm	~ 790–670 THz

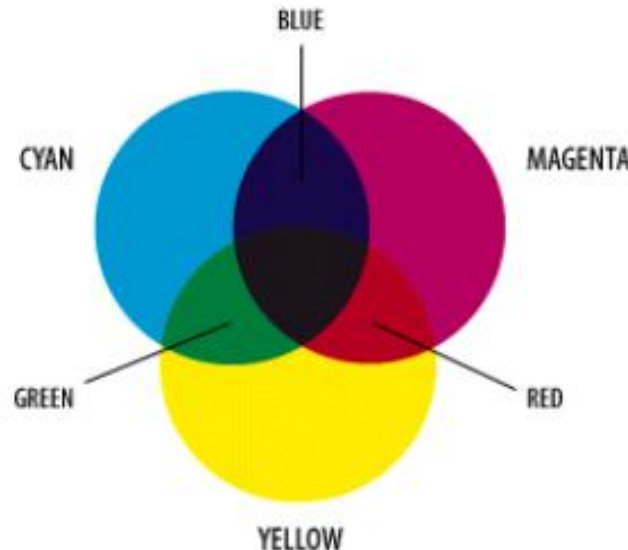
RGB model

- RGB (Red-Green-Blue) - crvena, zelena i plava boja
 - R, G i B boje - emitovana svetla iz svetlosnog izvora
 - aditivni (svetlosni) model – primarne R, G i B boje se mešaju dodavanjem (na crnu)
 - nepostojanje ni jednog svetla – crno, postojanje sva tri svetla – belo

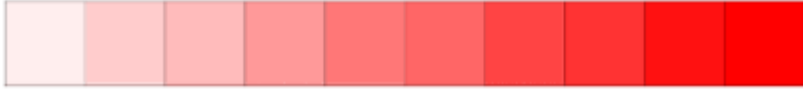


CMY model

- CMY (Cyan-Magenta-Yellow) – tirkiz, ciklama, žuta
 - C, M i Y boje - pigmenti na beloј podlozi
 - pigmenti apsorbujū određene talasne dužine belog svetla
 - subtraktivni (pigmentni) model
 - primarne C, M i Y boje se mešaju oduzimanjem (od bele)
 - nepostojanje ni jednog pigmenta – belo, postojanje sva tri pigmenta – sivo
 - mešanjem neidealnih pigmenata primarnih boja ne može da se dobije crna
 - crna se posebno dodaje za štampu - CMYK model (CMY + black)

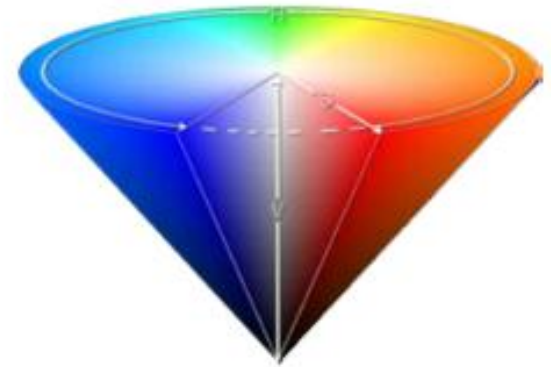
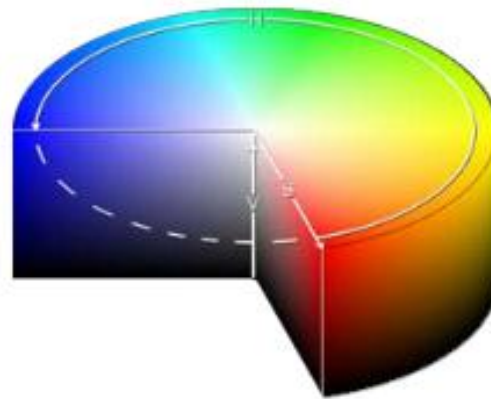
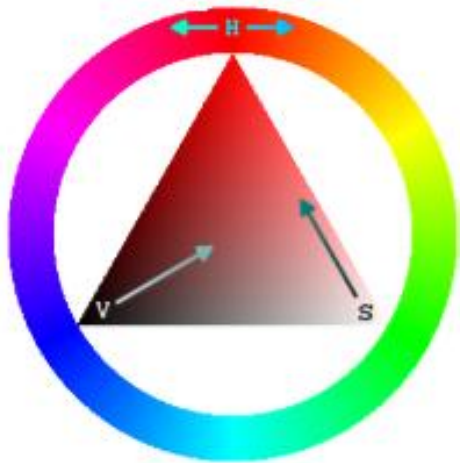


Pojmovi

- Hue – nijansa (**ton**) boje – atribut vizuelnog osećaja po kojem je neka oblast slična nekoj od boja:
 - crvenoj, žutoj, zelenoj ili plavoj ili nekoj kombinaciji dve od njih
- **Saturation** – atribut vizuelnog osećaja zasićenja bojom (**čistoća boje**)
 - zasićenje [0-100]%
za sjaj=100%
- **Value/Brightness** – vrednost/sjaj – atribut vizuelnog osećaja po kome neka oblast izgleda da emituje više ili manje svetlosti
 - subjektivan **intenzitet** svetla
 - sjaj [0-100]%
za zasićenje 100%
- Lightness/Luminance/Luminosity/Intensity – **belina/osvetljenost/osećaj svetline/intenzitet**
 - sjaj oblasti sudeći relativno prema sjaju slično osvetljene bele oblasti
 - skala sivog od crne do bele

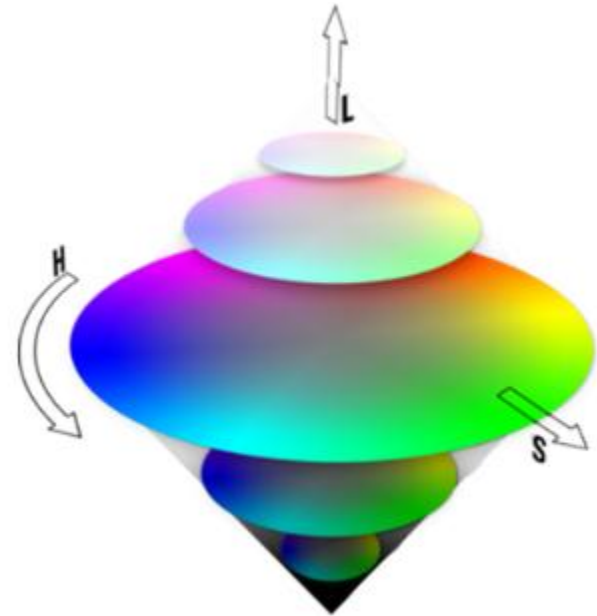
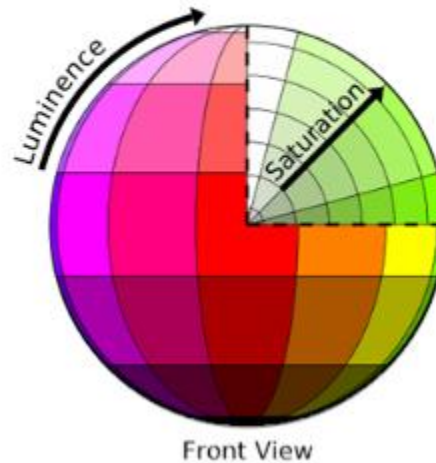
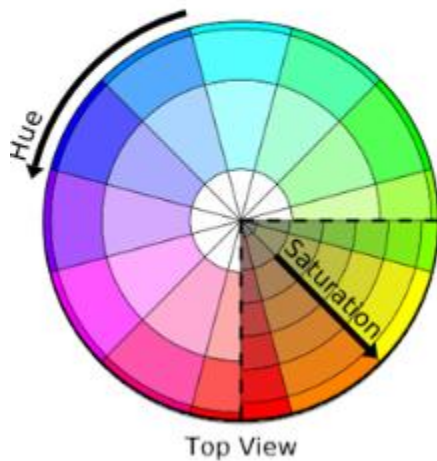
HSV model

- HSV/HSB (Hue-Saturation-Value/Brightness)
 - H-nijansa (0-360°),
 - S-zasićenje (0-100%)
 - S: 0% - nema boje (skala sivog, u zavisnosti od sjaja),
 - S: 100% - zasićena boja
 - V-vrednost/B-sjaj (0-100 °)
 - V/B: 0% - crno,
 - V/B: 100% - skala od belog do čiste boje, u zavisnosti od zasićenja



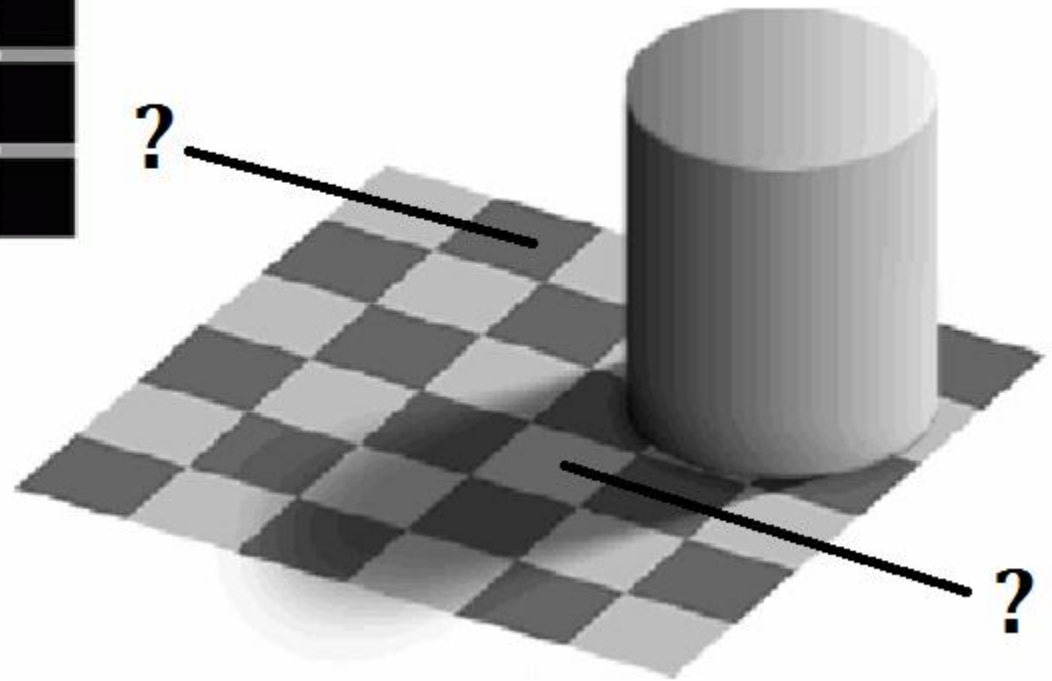
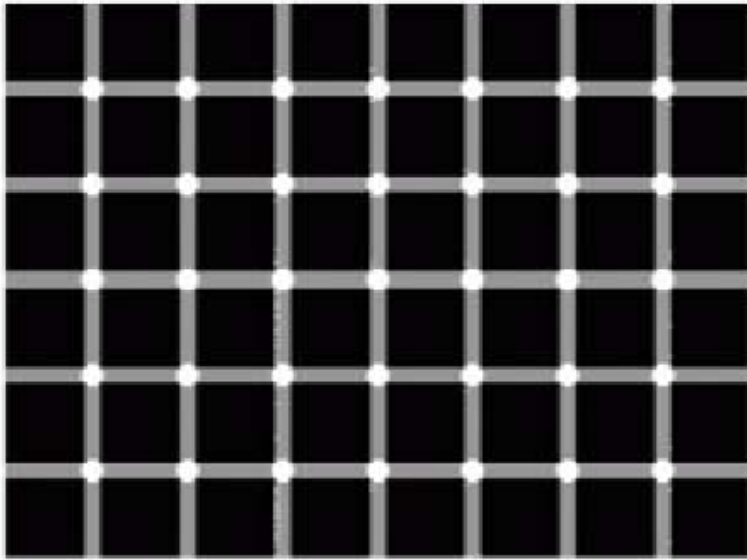
HSL model

- HSL/HLS/HSI (Hue-Saturation-Luminance/Luminosity/Intensity)
 - H-nijansa,
 - S-zasićenje,
 - L/I –osvetljenost/intenzitet
- Luminosity: doživljaj svetline
- Luminance: sjajnost



Optičke varke

- Hermanova mreža:



Optičke varke

- Koje su dve boje na haljini ?



Grafički ulazni uređaji

- Opšti zadatak u većini interakcija između čoveka i računara je potreba da se pozicionira neki entitet u prostoru.
 - Ovo može podrazumevati pomeranje kursora do određene tačke na monitoru.
- Ljudske veštine su važne u izvođenju osnovnog zadatka koji se svodi na kretanje kontrolisanih entiteta, koje nazivamo **kursor**, do destinacije koju nazivamo **meta**.
- Različite kategorije interaktivnih uređaja, koje se koriste za pozicioniranje, mogu se grupisati u dve glavne kategorije:
 - U prvoj kategoriji su **direktno** pozicionirani uređaji
 - (svetlosno pero ili tablet, digitajzer)u kojima položaj ljudske ruke ili prsta direktno odgovara željenoj lokaciji kursora.
 - Druga kategorija sadrži **indirektno** pozicionirane uređaje
 - (miš ili touch-pad)u kojoj promena pozicije kursora ne odgovara i promeni pozicije miša ili touch-pad-a.

Grafički ulazni uređaji

- Za upravljanje računarom korisnici koriste ulazne uređaje koji prihvataju podatke i instrukcije od korisnika i konvertuju ih u formu koju računar može razumeti.

Grafički ulazni uređaji			
Tekstualni uređaji	Pokazivački uređaji	Igrački uređaji	Slikovni , video uređaji
• Tastatura • Prepoznavanje rukopisa i govora • Optičko prepoznavanje karaktera (OCR)	• Računarski miš • Trackball • Džojstik • Ekran osetljiv na dodir • Light pen	• Džojstik • Gamepad • Paddle • Volan	• Skener • 3D skener • Digitalni fotoapararat • Digitalna kamera • WEB kamera

Tastatura

- Kada se taster pritisne, on potisne gumeni deo na kome leži i na kome se sa donje strane nalazi provodni materijal (ranije mikroprekidači), sve do para provodnih linija na štampanom kolu.
 - Na taj način ispod tastera se zatvara strujno kolo i menja se nivo signala.
- Čip preko koga je strujno kolo vezano (**mikrokontroler**) emituje signal koji skenira provodnike ispitujući da li je negde došlo do promene nivoa signala.
 - Pošto prepozna promenu na nekom od provodnika, čip prepoznaje o kom tasteru se radi i obaveštava procesor o tom događaju šaljući mu kod koji odgovara pritisnutom tasteru.
- Taj kod (**key scan code**) je u serijskom formatu (bit po bit), i ima 1 start bit i osam bitova podatka (počevši od najmanje značajnog (LSB) bita do najznačajnijeg bita (MSB)). Dužina prenosa jednog bita je 50 mikrosekundi. Kod se može sastojati od više bajtova.
- Mikroprocesor prihvata kod koji odgovara pritisnutom tasteru, dekodira ga i izvršava odgovarajuću proceduru (šalje zadato slovo na ekran, izvršava odgovarajuću funkciju i dr.)

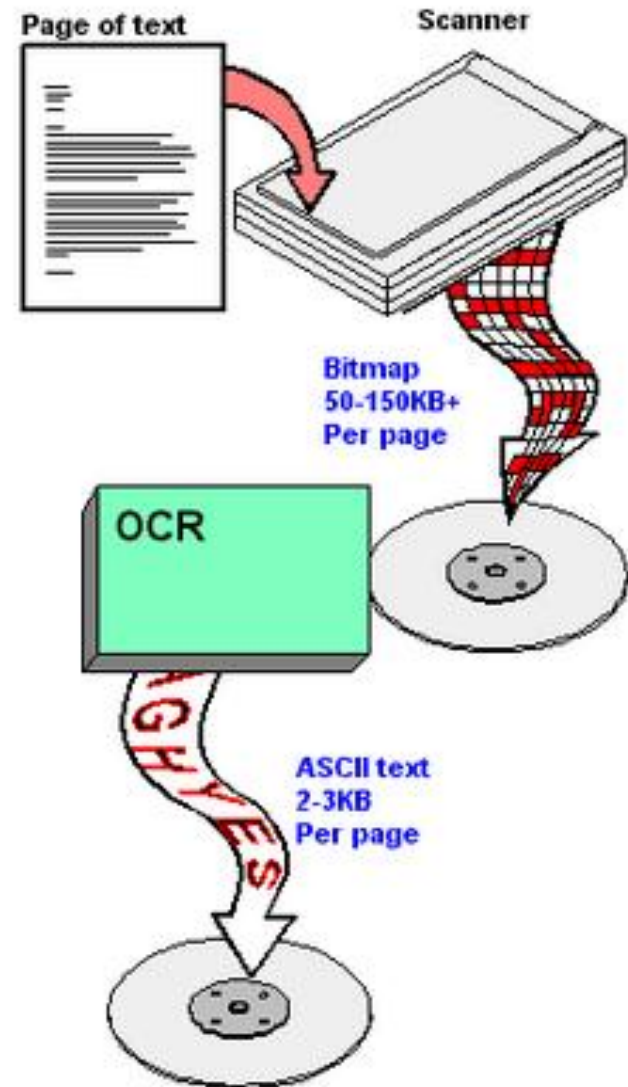
Tastatura

- Poseban kod (**key break signal**) se emituje i pri otpuštanju tastera.
- Kontroler vrši skeniranje tastera (da li je neki pritisnut) dvadeset puta u sekundi, a pamti zadnjih 20 karaktera, tako da ako se slučajno zakoči program u kome kucamo, a mi nismo to primetili, nego nastavili, tastatura upamti zadnjih 20 karaktera i čim se program odglavi, na ekranu će ispisati poslednjih 20 karaktera.
- Većina današnjih tastatura funkcioniše na sličan način.



Prepoznavanje rukopisa, znakova

- **Optičko prepoznavanje znakova** (*Optical Character Recognition, OCR*) ide kao što sledi:
 - skenira se tekst sa papira
 - dobija se slika teksta
 - ova slika je ulaz za softver koji radi OCR
 - slika teksta se analizira u cilju prepoznavanja karaktera npr ASCII ili Unicode karaktera.
- Prepoznavanje **rukopisa** uključuje softver koji analizom slike na kojoj je rukopis prevodi taj rukopis u editabilni tekst.



Računarski miš

- Miš, džojstik i trekbol su ulazni grafički uređaji koji se, za razliku od svetlećeg pera, i tablet digitajzera (koji su namenjeni za direktni način pokazivanja), koriste za indirektno pokazivanje na ekranu.
- Miš je uređaj kojim se ručno upravlja, a konstruisan je od male plastične kutije koja se pomera duž glatke površine.
- Na plastičnoj kutiji miša ugrađuju se obično tri tastera (ili dva + točkić, koji je i taster) koji se pritiskaju sa ciljem da se obave neke funkcije (promena menija, crtanje linija i potvrda ulaza, ...).
- Miš podseća na trekbol koji je okrenut naopako: umesto da se pomera loptica, loptica se koristi kao točak, a pomera se kutija.



- Računarski miš se koristi kao brz i pouzdan uređaj za pozicioniranje.

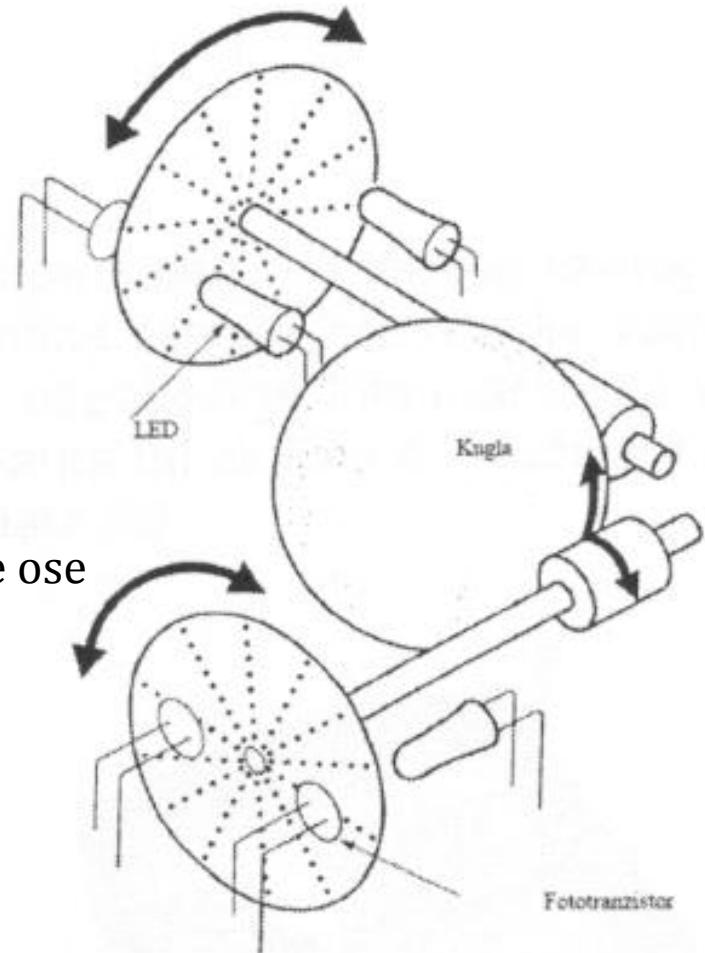
Računarski miš

- Uređaj se rukom pomera po površini stola.
- Meri se relativno kretanje preko površine.
- Mehanizmi implementacije ovog uređaja se razlikuju.
- **Mehanički miš**
 - uređaj odozdo ima kuglu presvučenu gumom
 - kugla se okreće prilikom pomeranja
 - kugla okreće dva valjka:
 - jedan za X, a drugi za Y pravac
 - valjci okreću potenciometre, pa intenzitet napona određuje relativnu poziciju
- **Opto-mehanički miš**
 - takođe se koristi kugla koja mehanički okreće valjke
 - dva su para LED-senzora (fototranzistor), sa vremenskim pomerajem, za detekciju smera
 - valjci imaju na sebi točkiće sa prorezima koji prekidaju svetlosni snop LED dioda



Računarski miš - prikaz detekcije kretanja

- Mehanički miševi koriste točak ili loptu za konverziju kretanja po površini u rotaciono kretanje komutatora ili osovine koda.
- Mehanički miševi su jeftini sklopovi, ali zbog toga što skupljaju nečistoće po površini na kojoj se pomeraju, posle dužeg vremena postaju nepouzdana.
- Kugla i osovine sa optičkim prekidačem:
 - pomeranjem kugle pomeraju se i diskovi sa rupicama
 - fototranzistor inkrementalno odnosno, dekrementalno, registruje svetlo led diode
 - informacija se obrađuje kao pomeraj po dve ose



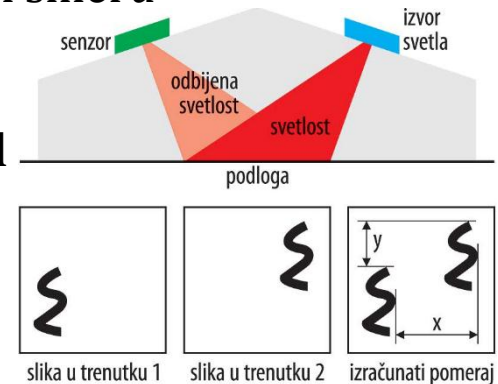
Računarski miš

- **Optički miš sa podlogom**

- kreće se preko podloge koja ima rešetku svetlih i tamnih pruga
- LED dioda na donjoj strani miša zrači svetlost
- tamne pruge apsorbuju svetlost, svetle reflektuju
- odbijena svetlost se detektuje foto diodom
- frekvencija prekidanja svetla određuje kretanje u jednom smeru

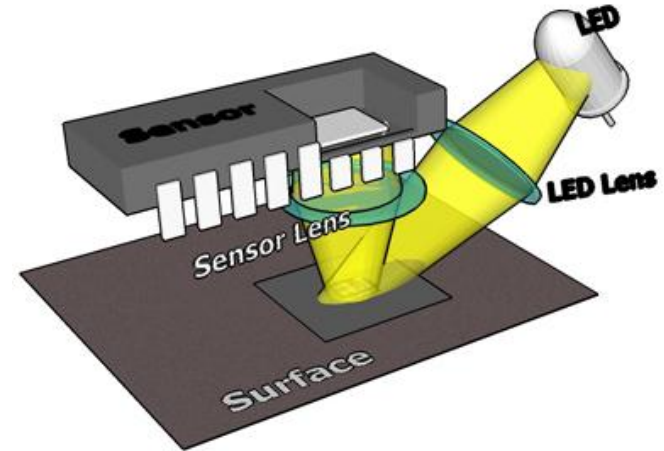
- **Inteligentni optički miš** (Microsoftova *Intellieye*)

- osnovna komponeta je "oko" koje skenira površinu ispod miša
- oko se sastoji od **LED-a**, vrlo male kamere i **DSP-a** (*Digital Signal Processor*)
- svetlost koju emituje LED se reflektuje od površine ispod i snima kamerom
- originalni Microsoftov miš je skenirao površinu 1500 puta u sekundi
- DSP prima slike sa kamere i analizira ih na razlike (detektuje fine razlike) na osnovu razlika određuje pomeraj i brzinu kretanja miša
- originalni Microsoftov Intellimouse je imao DSP koji radi sa 18 MIPS
- dovoljne su minimalne teksture u podlozi (ne sme biti staklo ni ogledalo)



Standardni optički miš

- Najnovija tehnologija za izradu mehanizma koji registruje pomak miša po nekoj površini se zasniva na optici.
- Kod optičkog miša ne postoje pokretni delovi.
- Na njegovoj donjoj strani su smešteni:
 - LED dioda koja emituje svetlost.
 - CCD (optoelektrično integralno kolo)
 - Ovaj čip radi na principu kamere, samo što se on pali i gasi u vrlo kratkim vremenskim razmacima.
- Naime, kada optički miš stavimo na neku površinu koja idealno ne odbija svetlost i kada ga pomeramo, CCD čip registruje te pomeraje.
- CCD čip snima sliku ispod sebe (koju osvetljava LED dioda)
- Kada se miš pomeri CCD čip poredi sliku sa početnog položaja sa slikom koja se dobila pomeranjem i šalje to elektronskom sklopu koji proverava na koju je stranu pomeren miš upoređujući dobijene slike.
- Ovaj proces se odvija brzo od čega i zavisi preciznost.
- Optički sistem koristi svetlost talasne dužine od 670nm (crvena) i 940nm (infracrvena).



Tablet (digitajzer)

- Ravna ploča koja detektuje položaj olovke ili nišana
 - detekcija se dešava kada se olovka (nišan) približe ploči
- Većina tableta koristi električnu osetljivost da odrede položaj olovke
- Vrste tableta prema mahanizmu detekcije pozicije olovke:
 - električno senzitivna olovka
 - sonični tablet
 - rezistivni tablet
- **Mehanizam električno senzitivne olovke**
 - na ploči se nalazi kvadratna rešetka žica (žice su razvučene u X i u Y pravcu)
 - na susedne žice (redove, odnosno kolone) se dovode impulsi sekvencijalno
 - olovka ima ugrađen **kalem** u kom se indukuje struja
 - preko x,y žica se očitava vrednost indukovanog napona
 - vrednost napona na kalemu je proporcionalna udaljenosti olovke od table
 - X-Y pozicija olovke je određena trenutkom detekcije



Tablet (digitajzer)

- **Mehanizam soničnog tableta**

- **mikrofoni** su postavljeni na periferiju ploče
- vrh olovke emituje zvučni signal koji se proizvodi određenim **varničenjem**
- kašnjenje zvuka od trenutka emitovanja do trenutka prijema određuje poziciju olovke
- pogodan je kada se digitalizuje crtež iz debele knjige
 - olovka ne može da priđe blizu tableta
- nepogodan je jer zvuk nije prijatan

- **Mehanizam rezistivnog tableta**

- olovka (napajana baterijom) emituje **radio signal visoke frekvencije**
- tablet je presvučen tankim slojem provodnog materijala
- u provodnom materijalu radio signal indukuje napon
- snaga signala na ivicama tableta je obrnuto proporcionalna distanci olovke
- na osnovu snage signala na ivicama tableta određuje se pozicija olovke

Digitajzer

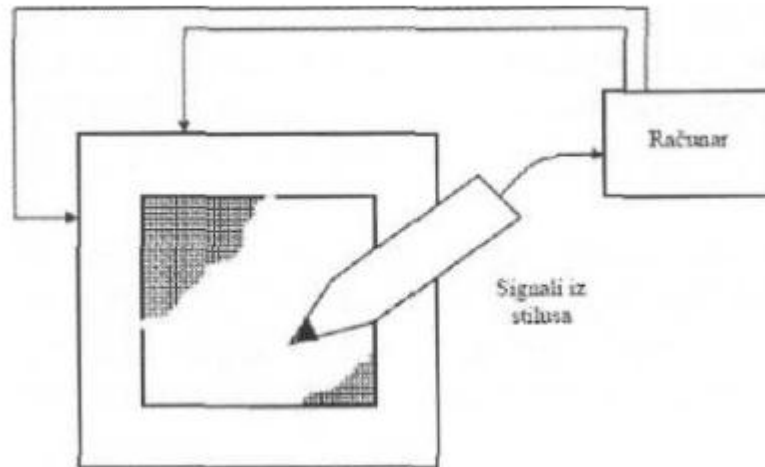
- Površina tablete varira od slučaja do slučaja, i može biti dva puta manja od formata A4, pa sve do formata A0.



- Pokazivač obezbeđuje selekciju bilo koje tačke na površini, a na izlazu digitajzera generišu se koordinate odabrane tačke.
- Pokazivač može biti stilus oblikovan kao olovka, ili objekat u obliku miša koji ima providan prozorčić na kome je izgraviran krst.
- Digitajzeri mogu korisiti i specijalan stilus ili pločicu koja se povezuje sa tablom preko kabla.

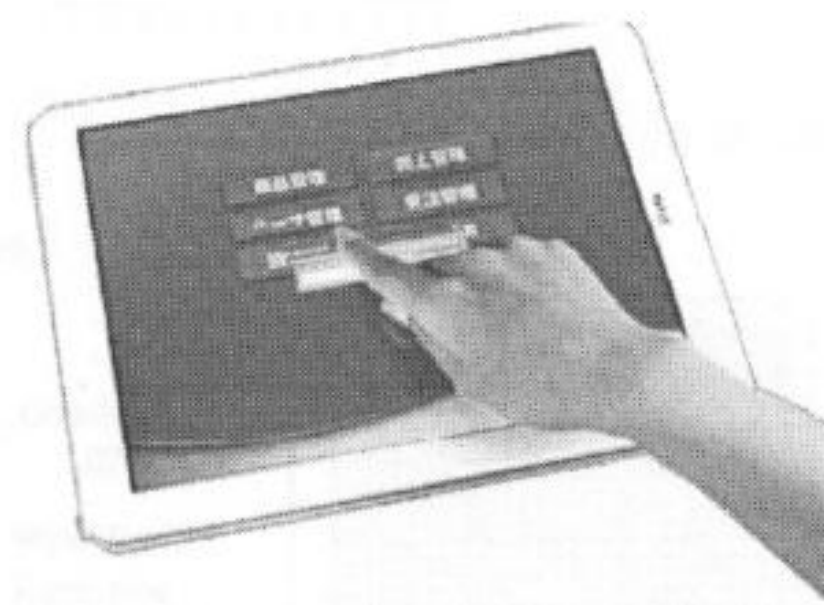
Digitajzer

- Stilus generiše signale koji odgovaraju njegovim koordinatama na tabli.
- Ulaz u digitajzer se može ostvariti i pomoću specijalne "grafičke olovke" (često nazivane i "elektronsko pero") koja preuzima ulogu kamere zahvaljujući minijaturnoj fotoćeliji na njenom vrhu.
- Ovakva svetlosna olovka omogućuje i čitanje ili izmenu sadržaja koji je prikazan na ekranu ili npr. izbor nekog menija.
- Grafička olovka uz dodatak grafičke table koja poseduje osetljivu površinu na koji se stavlja slika ili crtež može izvršiti unos crteža u memoriju.



Touch tablet

- Drugi tip grafičkih tableta se obično zove "**touch**" tablet ili tablet osetljiv na dodir.
- Ovaj uređaj se odaziva na dodir prsta ili olovke, a da bi odredio koordinate dodira koristi informaciju od samog tableta, a ne od stilusa.
- Za najveći broj ljudi koji radi sa grafičkim tabletama ovakav pristup je prirodniji, prihvatljiviji i zbog toga je češće korišćen u praksi.



Dodirni ekran (touchscreen)

- Ulazni transparentan uređaj koji se montira na monitor
- Omogućuje vrlo prirodnu i intuitivnu komunikaciju
 - korisnik prstom ili posebnom "olovkom" pritiska željeno mesto na ekranu
- Može biti eksterni uređaj ili integrisan u ekran
- Uređaj uključuje:
 - **senzorsku ploču** postavljenu iznad ekrana
 - generiše odgovarajuće napone prema mestu gde je dodirnuta
 - **kontroler**
 - obrađuje signale sa senzora i translira ih u podatke o događajima dodira
 - prosleđuje događaje dodira računaru, obično preko serijskog ili USB interfejsa
 - **softverski drajver**
 - daje interfejs prema operativnom sistemu
 - translira podatke o događajima dodira u događaje miša omogućavajući senzorskoj ploči da emulira miš
- Zbog položaja ruke nije pogodan za stone (desktop) monitore

Ekran osetljiv na dodir (Touch-paneli)

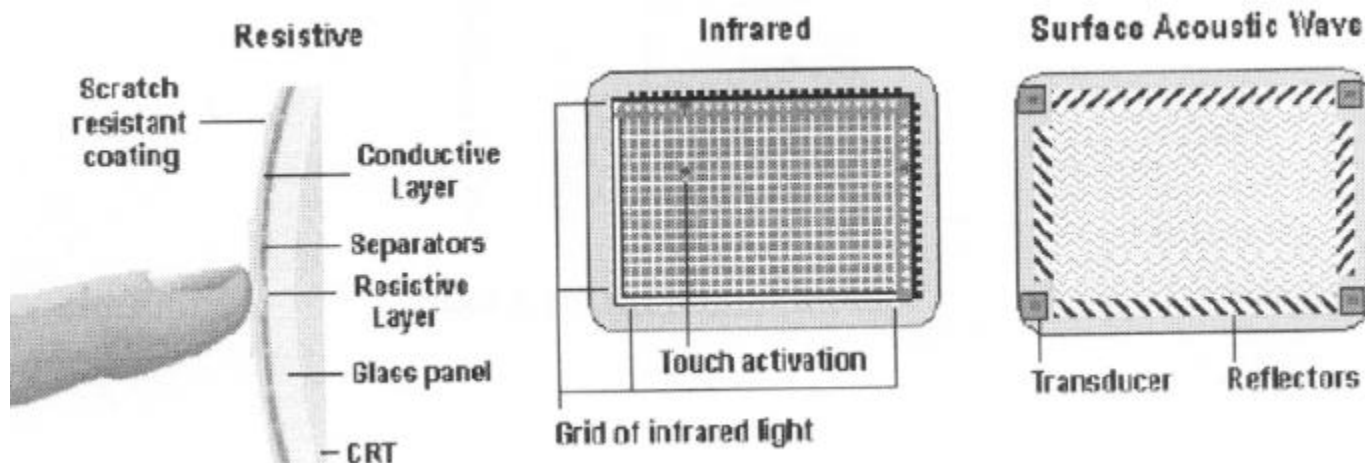
- Ova vrsta ekrana omogućuju izbor pozicije na ekranu njihovim dodirivanjem prstom.
- Kad je panel dodirnut, pozicija dodira se registruje optičkim, električnim ili akustičkim putem.
- **Optički paneli (infracrveni)** koji reaguju na dodir imaju **LED** diode na jednoj vertikalnoj i jednoj horizontalnoj ivici okvira.
 - Suprotna horizontalna i vertikalna ivica sadrži detektore svetlosti.
 - Detektori otkrivaju koji zraci svetlosti su prekinuti kad je ekran dodirnut.
 - Dva ukrštena zraka koji su u prekidu određuju horizontalnu i vertikalnu koordinatu selektovane pozicije ekrana.
 - Preciznost selekcije je oko 1/4 inča.
 - LED diode emituju infracrvenu svetlost koju korisnik ne vidi.
- **Električni panel (rezistivni)** osetljiv na dodir sastoji se od dve providne ploče između kojih postoji mali razmak.
 - Spoljašnja ploča je presvučena **provodnim** materijalom
 - Unutrašnja ploča je prekrivena **otpornim** slojem.

Rezistivni dodirni panel

- Funkcioniše na sledeći način:
 - struja konstantno protiče kroz provodni materijal
 - bez pritiska, odstoynici obezbeđuju da se provodni i otporni sloj ne dodiruju
 - kada se pritisne neko mesto, provodni i otporni sloj se spajaju
 - uzrokuje promenu struje
 - promenu struje detektuje kontroler
 - interpretira je kao događaj dodira na mestu (x,y)
- Relativno je jeftina i prilično robusna tehnologija
- Primenjuje se kod
 - POS/ATM, u restoranima, medicinskim aplikacijama i kontrolnim sistemima

Ekran osetljiv na dodir (Touch-paneli)

- Kod **akustičkih panela** (*Surface Acoustic Wave*) se preko staklene ploče generišu visokofrekventni zvučni talasi u horizontalnom i vertikalnom pravcu.
 - 2 zvučna talasa (prvi sa leve strane, drugi odozgo) se kreću preko površine ekrana
 - talasi se odbijaju od reflektora postavljenih na svim stranama okvira
 - talas locira senzor sa suprotne strane od one sa koje potiče
 - kada se prst nađe na putu talasa, on apsorbuje zvuk, što registruje senzor na suprotnoj strani izvora zvuka



Ekran osetljiv na dodir (Touch-paneli)

- **Akustički panel** omogućuje i merenje jačine pritiska, odnosno "dubinu" (z) pokazivanja
 - jačim pritiskanjem se povećava količina tečnosti u prstu, pa je apsorpcija zvuka veća
- Zvučni paneli su veoma otporni i ne troše se upotrebom
- Preporučena tehnologija za
 - javne informacione kioske
 - trening zasnovan na računarima
- Pozicija ekrana u tački kontakta može se izračunati i merenjem vremenskog intervala između emitovanja talasa i njegovog reflektovanja prema emiteru.

Kapacitivni dodirni panel

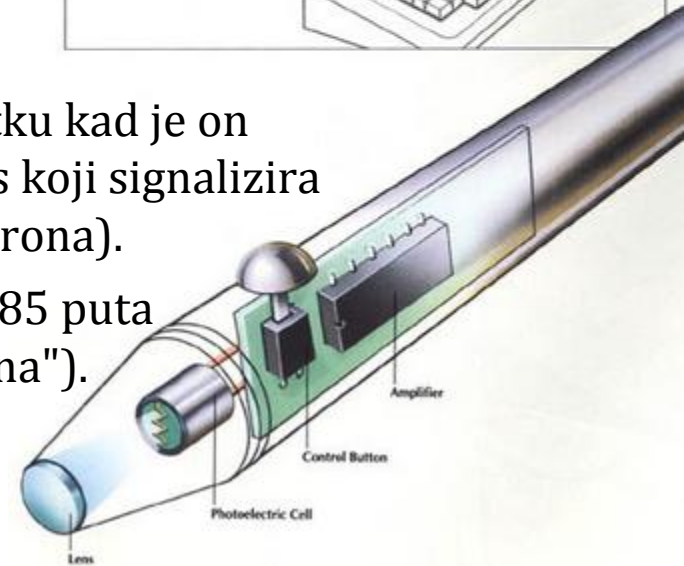
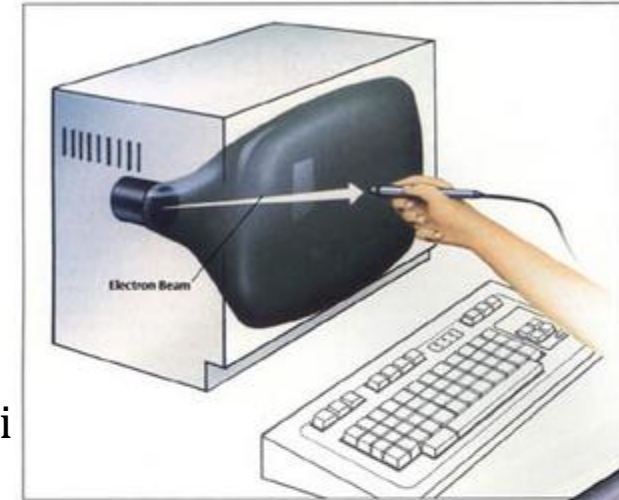
- Kapacitivni dodirni panel
- Kontakt mora biti ostvaren prstom ili provodnom pisaljkom
 - za razliku od rezistivnog panela, gde je nebitno da li je pisaljka provodna
- Sastoji se od:
 - staklene ploče
 - ploča je presvučena kapacitivnim (*charge storing*) materijalom
- Funkcionisanje:
 - kada se panel dotakne provodnikom struja iz svakog ugla panela krene prema tački dodira
 - oscilatorna kola locirana na uglovima ekrana promene frekvenciju
 - promena frekvencije zavisi od (x,y) položaja mesta dodira
- Vrlo su pouzdani i precizni

3D zvučne grafičke table

- Trodimenzionalne zvučne grafičke table sadrže **tri** ili **više mikrofona** koji određuju koordinate tačaka u prostoru.
- Koriste se za digitalizaciju površina.
- Prevlačenjem pera, koje emituje zvuk, preko površine predmeta, za svaku tačku se izračunavaju koordinate x , y i z , merenjem vremena prispeća zvuka u **četiri** tačkasta mikrofona.
- Objekat se projektuje na monitor.
- Da bi se digitalizovale pozicije na površini objekta, potrebna je čista vidljivost za minimalno tri mikrofona.
- Četvrti mikrofoni služi za pretraživanje površina koje mogu da učine pero "nevidljivim" za jedan od mikrofona.

Optička olovka (Light Pen)

- Ovi uređaji koji oblikom podsećaju na hemijsku olovku, selektuju pozicije na ekranu detektujući svetlost koja dolazi sa tačaka na ekranu.
- Osetljive su na kratki bljesak svetlosti koju emituje fosforna obloga na mestu gde snop elektrona pogađa ekran.
 - Svetlosna olovka ne detektuje druge izvore svetlosti (npr. svetlosne izvore u prostoriji).
- Aktivirana olovka koja pokazuje delić ekrana u trenutku kad je on pogođen snopom elektrona generiše električni impuls koji signalizira računaru da snimi koordinate te pozicije (snopa elektrona).
 - Snop elektrona prelazi celu površinu ekrana 30 - 85 puta u sekundi (detekcija osvetljenog mesta je "trenutna").
- Koordinate unete preko svetlosne olovke se u grafičkim programima često koriste za selektovanje ili pozicioniranje objekata na ekranu.



Optička olovka (Light Pen)

- Aktiviranje svetlosne olovke se vrši
 - **mehaničkim** prekidačem
 - Mehanički prekidači se izrađuju u obliku dugmeta (sa strane) ili vrha koji se ugiba pod pritiskom.
 - **kapacitivnim** prekidačem
 - Kapacitativni prekidači se javljaju kao metalna traka blizu vrha olovke, koju treba dotaći prstom da bi se uključila olovka.
- Ime je "pomalo" promašeno – uređaj ništa ne emituje već prima svetlosne impulse (dok "pero" "emituje" mastilo).
- Pero **ne može da detektuje crnu tačku** na prikazanom objektu.
- Postoje specijalne tehnike da se prevaziđe ograničenje:
 - umesto jedne od 30 slika emituje se **tamno plavo polje** (što oko ne registruje)
- Relativno je neudobno za korišćenje i nije dovoljno pouzdano
 - fosforescentni sjaj ekrana vara
- Koristilo se sa vektorskim prikazivačima, a danas je retko u upotrebi.

Skeneri

- **Optički čitač** (skener) je uređaj koji tekst, crtež ili fotografiju sa papira prevodi u električne signale i šalje ih računaru.
- Skener se sastoji od **lampe** koja osvetljava papir i **optičkih senzora** koji reaguju na reflektovanu svetlost od papira.
- Lampa se pomera duž papira (skenira ga) dok senzori prihvataju reflektovanu svetlost i pretvaraju je u električke signale koji se šalju u računar.
 - Ako se skenira tekst za koji želimo da i posle skeniranja u računaru bude tretiran kao tekst (a ne kao slika) neophodan je neki program za prepoznavanje teksta.
 - Program za prepoznavanje teksta je program koji sliku nekog teksta pretvaraju u tekst koji se dalje može obrađivati nekim od programa za obradu teksta.
- Skeneri u svom radu koriste halogeni izvor svetlosti kojim osvetljavaju sadržaj koji dalje posredstvom CCD senzora prevode u mapu bitova.
- Optička rezolucija savremenih skenera ide do 2800 tačaka po inču (**dpi**).
- Između podataka susednih tačaka može da se izvrši interpolacija na osnovu čega se dobija veći broj informacija o slici.

Skeneri

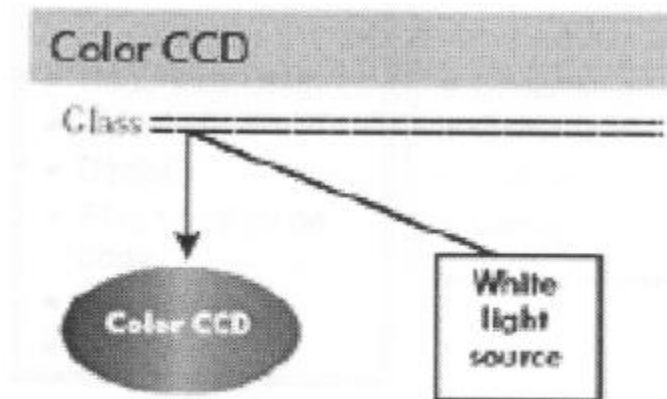
- Takva rezolucija je interpolirana i ona može biti do 10000 dpi.
- Skeneri se dele u klase primene.
 - Visoku profesionalnu klasu čine **Linotype** skeneri.
 - Model Hell Opal Ultra spada u visokoprofesionalne.
 - Radi sa A3 formatom, 36-bitnim registrom, optičkom rezolucijom 1400 x 2800 dpi.
 - Interpolirana rezolucija je: 6000 x 6000 dpi.
- Skeneri mogu da digitalizuju postojeće tehničke crteže.
 - Taj posao obavlja se na skenerima sličnim ploterima po konstrukciji sa valjkom kod kojih se umesto pisača koristi CCD glava.
 - Dobijena bitmapa je memorijski prevelika u odnosu na vektorski zapis.
 - Radi toga se skenirani tehnički crteži podvrgavaju vektorizaciji, koja podrazumeva proceduru prepoznavanja grafičkih primitiva u bitmapi datoteke.
 - Uspeh ovih konverzija je često mali i zavisi od kvaliteta skeniranog materijala.

Skeneri

- Dok su skeneri bili samo u crno-beloj tehnici, priča o stvaranju slike je bila prilično jednostavna.
 - U njih su bili ugrađeni **crno-beli CCD** elementi i skenirana slika se lako dobijala sastavljanjem linija.
- Prvi skeneri u boji su takođe imali crno bele CCD elemente, ali su ipak dobijali sliku u boji na sledeći način:
 - u prvom prolazu mehanizma ispod stakla je korišćenja **crvena lampa** pa se na taj način dobila crvena komponenta slike,
 - u sledećem **zeleni** i na kraju **plavi**.
 - Kombinovanjem ove tri informacije dobijamo "pun kolor".
 - Ovi modeli su imali tri različite lampe za tri svetla, a postojala je i varijanta sa **jednom lampom** koja je davala belu svetlost, a komponente su se dobijale pomoću **tri kolorna filtera** postavljena ispred CCD elemenata.
- Glavni nedostatak su tri prolaza da bi se dobio "otisak", što je usporavalo proces.
- Ako bi se zbog nekog razloga slika koja se skenira pomerila između tri prolaza mehanizma - nije bilo moguće "sastaviti" komponente na izlazu i čitav postupak se morao ponoviti.

Skeneri

- Skeniranje u jednom prolazu je predstavljeno nešto kasnije.
- I tu postoje dva načina rada:
 - Prvi način podrazumeva korišćenje **kolornih CCD** elemenata koji su mnogo skuplji u odnosu na crno bele.
 - Drugi način je prilično "lukav":
u svakom koraku, odnosno za svaku liniju koja se skenira, **mehanizam zastane** nešto duže, zatim se redom **emituju tri boje**, crno beli CCD elementi odrade svoje za svaku emitovanu svetlost tako da se za svaku liniju kreira kompozitna slika (u punom koloru).



Slika 5.14. CCD element sa punim kolorom

Skeneri

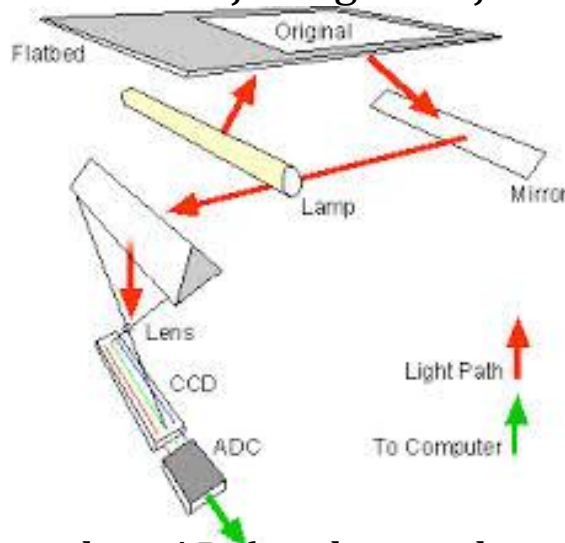
- Iz prethodnog teksta je očigledno da je za kvalitetno skeniranje veoma bitan faktor izvor svetlosti.
- Skeneri u najvećem broju slučajeva koriste jedan od sledećih izvora:
 - **Hladna fluorescentna lampa** - dobila je ime zbog svojstva da emituje vrlo malo toplote pa tako smanjuje rizik od izobličenja dokumenata koji se skreniraju.
 - Iz istog razloga je njen radni vek, kao i ostalih elemenata u samom uređaju produžen.
 - **Neonska hladna katodna lampa** - superiorna je u odnosu na fluorescentne lampe, svetlost koju emituju je mnogo sličnija prirodnoj, ima duži radni vek, ali je i znatno skuplja.
 - **LED diode** - trenutno se koriste u mnogim modelima skenera.
 - Pošto troše vrlo malo električne energije, postoji mogućnost da se napajaju preko USB kabla kojim je skener povezan na računar.
 - Mnogo su jeftinije i manje u odnosu na pomenute lampe što omogućuje da skener bude ne samo jeftin nego i mali (**tanak**).
 - Svetlost koju daju nije kvalitetena.

Skener sa ravnom pločom (flatbed scanner)

- Prema načinu rada, postoje sledeće vrste skenera:
 - **skeneri sa ravnom podlogom** (*flatbed*) - glava skenera prelazi preko nepokretnog skeniranog objekta,
 - **skener sa dobošem**, rotacioni (*drum*) - objekt se okreće oko nepokretne glave skenera),
 - **skeneri sa uvlačenjem skeniranog medijuma** (*sheet-feed*) - objekat se pomera ispod nepokretne glave skenera,
 - **ručni skeneri** (*handheld*) - korisnik pomera uređaj iznad nepokretnog objekta).
- **Skener sa ravnom podlogom** (flatbed scanner)
 - Izveden je sa ravnom providnom površinom na koju se stavlja slika za skeniranje, obično knjiga ili drugi papirni dokument.
 - Glava za skeniranje kreće se preko slike ispod providne površine.
 - Neki skeneri sa ravnom podlogom mogu da prave reprodukcije sa transparentnih medijuma kao što su slajdovi.

Princip rada ravnih skenera

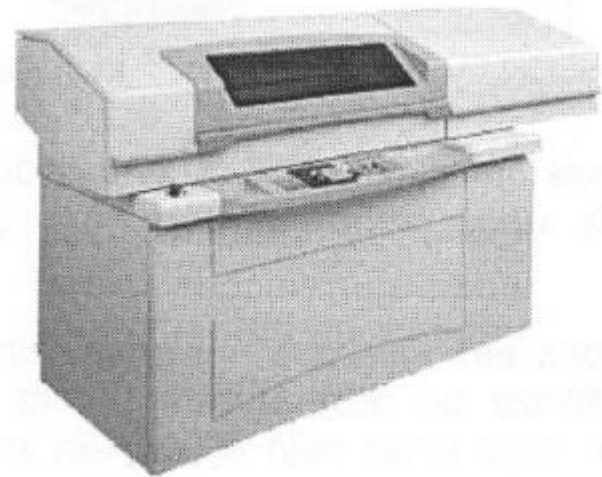
- Lampa na određenoj poziciji emituje svetlosni zrak koji se odbija od skeniranog dokumenta i posredstvom ogledala dolazi do sočiva koje se nalazi ispod lampe.
- Sočivo reflektovani zrak usmerava na CCD elemente koji u zavisnosti od intenziteta primljene svetlosti daju odgovarajući napon na izlazu.



- Taj električni signal se sada u AD (analogno-digitalnom) konvertoru pretvara u nule i jedinice, odnosno u neki broj zapisan u binarnom sistemu.
- Time je završen postupak digitalizacije i podaci o jednom delu (jednoj liniji) slike su sada u digitalnom obliku koji se zatim prenosi u računar.
- Nakon ovoga se ceo mehanizam malo pomeri, uradi se ista stvar i tako se digitalizuju podaci o sledećem delu (liniji) slike koja se skenira.

Doboš (drum) skener

- Prvi moderni skeneri su napravljeni za potrebe grafičke industrije.
- To su takozvani doboš skeneri (**drum scanners**).
 - Ime su dobili po staklenom cilindru, odnosno dobošu na koji se montira dokument koji se skenira.
 - U centru (ili van) tog cilindra je senzor koji hvata zrake svetlosti koji se reflektuju od površine dokumenta i dalje ih prosleđuje do filtera, a zatim svetlost dolazi na CCD elemente gde se na kraju vrši konverzija svetla u električni signal.



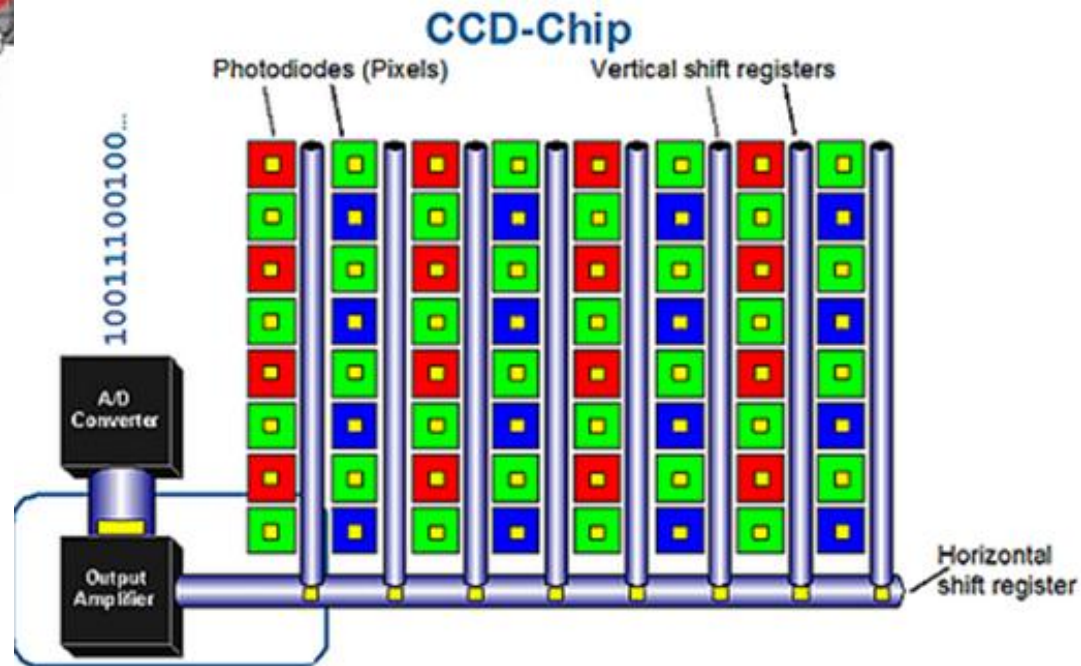
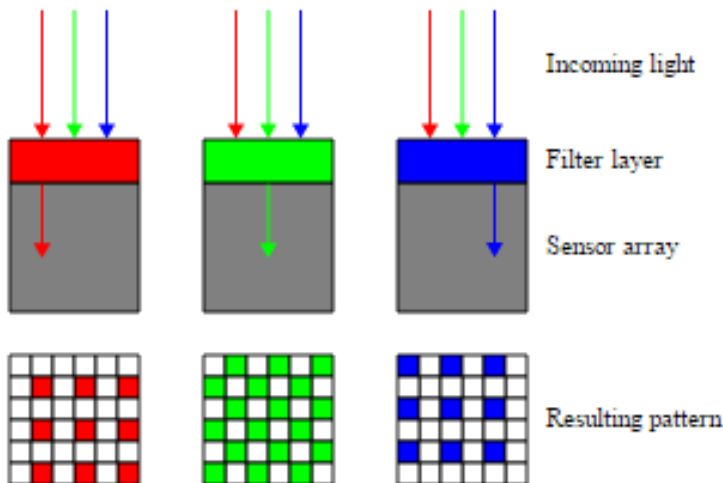
- Izuzetno su **skupi** (do nekoliko desetina hiljada evra) i u našim uslovima prilično retki, namenjeni profesionalcima.

Digitalni fotoaparati

- Digitalni fotoaparati

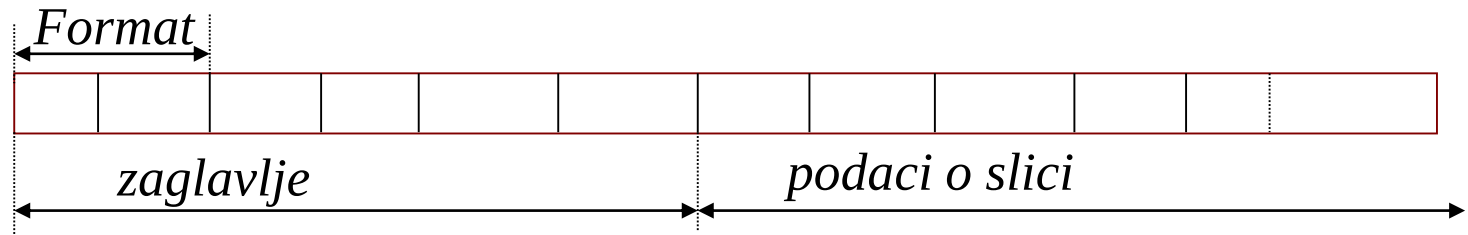


- Fotosenzor



Formati slika

- Datoteka koja sadrži sliku se sastoji od segmenta zaglavlja (*header*) i segmenta podataka (*data*).
- Zaglavlje počinje kratkim nizom bajova koji identifikuje format datoteke, a sadrži i širinu i visinu slike.



- Tri kategorije **formata**:
 - Formati specijalizovani **za hardver**, ICC - za Kodak printere
 - Formati specijalizovani **za softver**, PCX (*PiCture eXchange*), Windows bitmap (BMP), MacPaint
 - **Univerzalni** (razmenljivi) formati:
 - GIF,
 - PNG,
 - JPEG

- **BMP** datoteka sadrži:
 - Zaglavlje datoteke (*bitmap-file header*) sadrži informacije o:
 - tipu,
 - veličini
 - izgledu datoteke
 - Zaglavlje informacija o bitmapi (*bitmap-information header*)
 - Specificira dimenzije i format boja
 - Tabela boja (*color table*)
 - Tabela boja sadrži onoliko elemenata koliko ima boja u bitmapi, osim kod 24-bitne bitmape koja nema ovaj deo datoteke.
 - Niz bajtova koji predstavljaju bitove bitmape
 - Prvi bajt (u nizu bajtova koji opisuju piksele) predstavlja piksele u donjem levom uglu, nakon koga slede sledeći pikseli, prvo sleva nadesno, a zatim odozdo nagore, red po red.
- BMP ne podržava prozirnost i animaciju, snimljena slika je nekompresovana ili kompresovana RLL (*Run Length Limited*) metodom.

- GIF format (*Graphics Interchange Format*)
 - koristi **kompresiju** podataka **bez gubitaka**.
 - broj boja u GIF formatu ograničen je na **256 boja** (ili nijansi sive boje).
 - može sadržavati slike koje se sastoje od 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 ili 256 boja (ili nijansi sive boje).
 - koristi se **za crteže i jednostavne slike** koje ne sadrže puno prelaza boja.
 - ne koristi se za slike koje su fotografije ili imaju u sebi puno boja (ili nijansi sive boje) odnosno prelaza boja.
 - ima prozirnost (*transparency*) i animaciju (*animation*).
 - može se izabrati **samo jedna boja** koja će biti **prozirna**.
 - animacija u GIF formatu se postiže tako da su u jednom polju pohranjene sve slike (*frames*) od kojih se sastoji animacija.
 - ako se animacija sastoji od 10 različitih slika koje povezano zajedno daju utisak animacije onda su sve te slike pohranjene u istom polju u GIF formatu.

- TIFF format (*Tag-based Image File Format*).
 - format podržava **kompresiju** podataka **bez gubitaka** ali može biti i **nekompresovan**
 - može sadržavati slike koje imaju od 2 do **16 777 216** boja (ili nijansi sive boje).
 - koristi se za **crteže** i **jednostavne fotografije**.
 - u odnosu na BMP format je manje zauzeće memorije
 - u odnosu na JPEG format bolji je kvalitet slike.

JPEG (JPG)

- JPEG (JPG) format (*Joint Photographic Experts Group*), naziv grupe koja je kreirala ovaj format.
 - koristi **kompresiju** podataka **s gubitkom**.
 - slika zauzima manje memorije.
 - sadrži slike koje imaju od 2 do 16 777 216 boja (ili nijansi sive boje).
 - koristi se **za fotografije**.
 - **ne** podržava prozirnost i animaciju.
- Preporuke su kao što sledi:
 - za crtež ili sliku s relativno malo boja preporučuje se GIF format (daje najbolji omer između kvaliteta i zauzeća prostora na disku)
 - za fotografije i slike s mnogo boja (ili nijansi sive boje) odnosno prelaza boja koje trebaju biti što kvalitetnije preporučuje se TIFF
 - za istu namenu gde nije kritičan kvalitet slike a bitno je zauzeće memorije preporučuje se JPEG format.

PNG

- PNG (*Portable Network Graphics*) je format za rasterske slike koji koristi **kompresiju bez gubitka**.
- Smišljen je kao poboljšanje i zamena za GIF format, kao format koji nije pokriven patentom.
- PNG's not GIF.
- PNG je bitmap grafički format koji koristi lossless (bez gubitaka) kompresiju.
- Zbog visoke palete boja, **alfa-transparencije** te kompresije bez gubitaka, PNG je najkvalitetniji rasterski format.
- PNG je zamišljen kao grafički format za razmenu preko interneta, a ne za profesionalnu upotrebu, tako da ne koristi drugačije šeme boja (kao što je CMYK (cyan-magenta-yellow-black)).