

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet organizacije i informatike Varaždin

Rasteri

Seminarski rad iz kolegija procesiranje teksta i slike

Dobrica Pavlinušić, student prve godine poslijediplomskog studija
informatičkih sustava, smjer multimedija

U Varaždinu, 7. svibnja 1998.

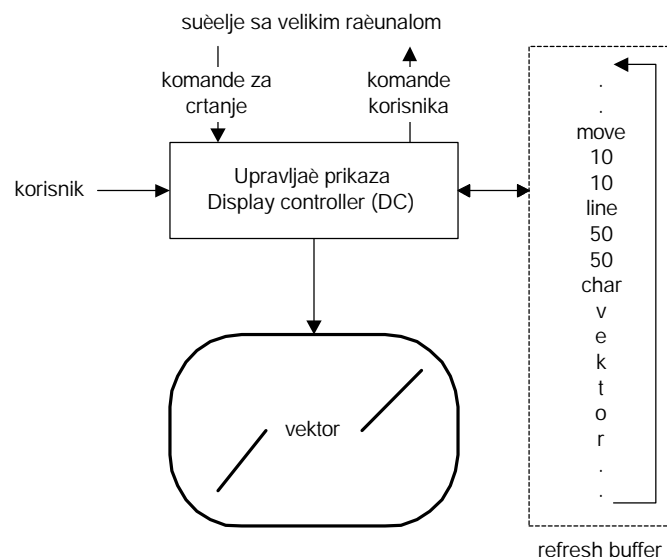
Sadržaj

RASTERI U RAÈUNALSKOJ GRAFICI	1
Razvoj sklopovlja i programske podrške za raèunalsku grafiku.....	1
Prikaz višetonskih slika korištenjem ogranièenog broja nijansi.....	5
Polutonska aproksimacija.....	5
RASTERI U TISKU	7
Prikaz slika u sivoj skali rasterskim toèkama	7
Prikaz slika u sivoj skali raspršivanjem toèaka.....	8
Prikaz boja kod tiska	9
LITERATURA	10

Rasteri u računalskoj grafici

Razvoj sklopovlja i programske podrške za računalsku grafiku

Početkom šezdesetih godina procesori i memorija su postali dovoljno brzi da omogućue osvježavanje slike od najmanje 30 puta u sekundi (30 Hz), što je potrebno da se ne bi primjetilo titranje slike. Prvi uređaju koji su ujedinili memoriju (refresh buffer) i osvježavanje slike bili su *direct-view storage tube* (DVST). DVST je stvarao sliku korištenjem relativno sporo kretajuæe elektronske zrake koja je pogađala mrežu od fosfora. Primjer takvog uređaja možete pogledati na slici 1.



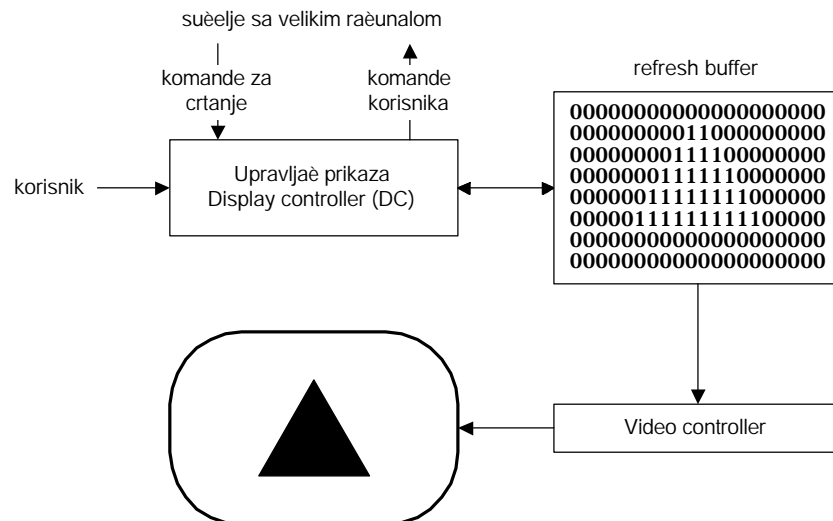
Slika 1: Vektorski prikaz

Zbog toga se šezdesete smatraju početkom računalske grafike. Nakon toga su minikomputerima dodani predoènici (*displayi*) što je omogućilo rastereæivanje centralnih računala od osvježavanja ekrana korisnièkog suèelja. Minikomputeri su takoðer pokretali svoje programe, a mogli su biti povezani sa veæim centralnim računlima radi veæih obrada.

Slijedeæi veliki pomak se dogodio 1968. kada su sustavi za osvježavanje slike dobili mogućnost geometrijskih transformacija (promjene velièine, rotacije, translacije toèaka, crtanja linija, 2D i 3D odsjecanja (*clipping*) i projekcija).

U sedamdesetima, razvoj jeftine rasterske grafike bazirane na televizijskoj tehnologiji doprinio je više od bilo koje druge tehnologije.

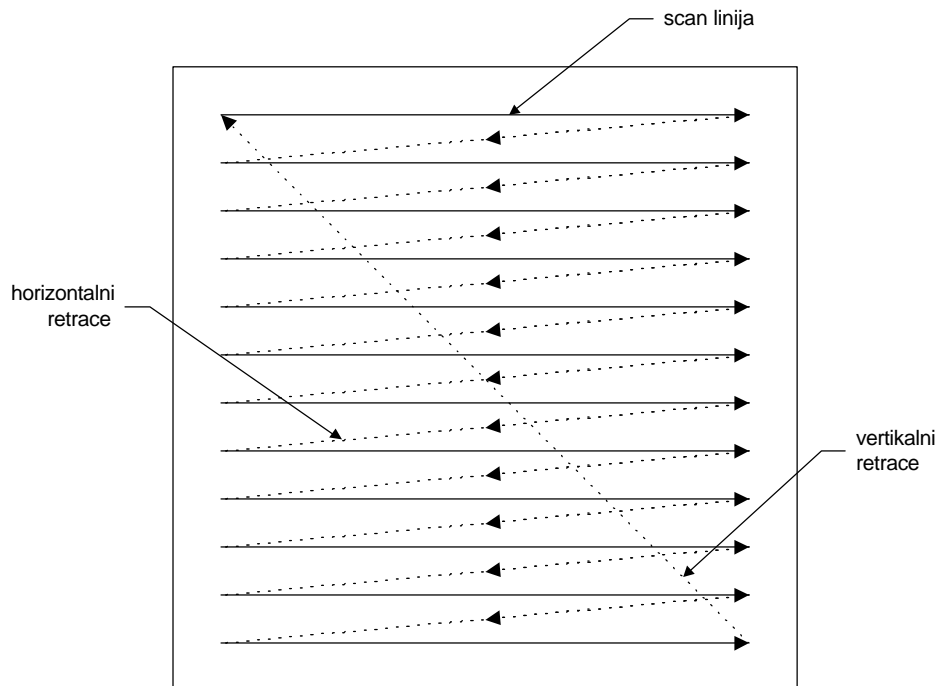
Rasterski predočnici pohranjuju osnovne elemente slike (linije, znakove, osjenčene površine) u memoriji kao točke (*pixele*) kako je to prikazano na slici 2.



Slika 2: Rasterski prikaz

Kod složenijih sustava postoji posebno sklopovlje koje vrši ulogu upravljača prikaza (pretvaranje naredbi za crtanje linija u rasterski prikaz), dok je kod jednostavnijih i jeftinijih sustava to realizirano isključivo putem programske biblioteke. U takvom je slučaju *refresh buffer* jednostavno dio memorije u koju procesor iscrtava osnovne elemente, a koju može čitati *video controller*.

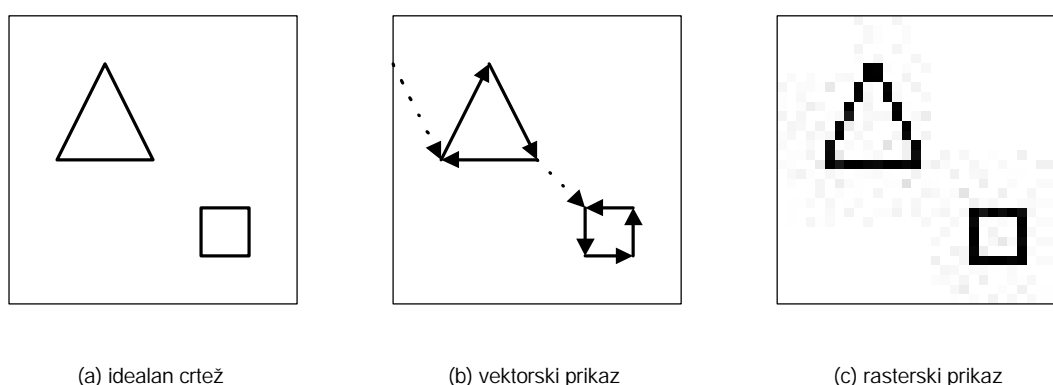
Cijela slika sastavljena je od *rastera*, koji je skup horizontalnih *rasterskih linija*, koje se sastoje od *pixela*. Cijeli je raster spremljen kao matrica pixela koji predstavljaju cijeli ekran. Cijelu sliku iscrtava *video controller* od vrha prema dnu i ponovo, kako je to prikazano na slici 3.



Slika 3: naèin iscrtavanja rasterske slike

Za svaki *pixel* postoji njegov intenzitet koji oznaèava svjetlinu toèke na ekranu. Kod prikaza u boji postoje tri zrake koje kontroliraju tri *pixela*, po jedan za crvenu, zelenu i plavu primarnu boju.

Slijedeæa slika prikazuje razlike izmeðu proizvoljnog (*random*) vektorskog i fiksnog rasterskog naèina iscrtavanja.



Slika 4: Razlike izmeðu naèina prikaza

Na (a) dijelu slike 4 prikazan je idealan crteþ èiju sliku æelimo dobiti. Drugi dio (b) prikazuje naèin iscrtavanja kod vektorskog prikaza, gdje strelice prikazuju redosljed iscrtavanja. Treæi dio (c) slike je iscrtan rasterski, kao na slici 3, i na

njemu se jasno vide *pixeli* i stepenièasti prikaz crta, toliko karakteristièan za rasterski prikaz.

Dok su kod vektorskih sustava slike spremljene kao serije *opcode*-ova, kod rasterskih se sustava mora spremati cijela slika od, npr., 1024×1024 *pixela*.

Pojam *bitmapa* se najèešæe zajednièki koristi za *refresh buffer* i polje vrijednosti u toj memoriji koje odgovaraju *pixelima* na ekranu. *Bitmap* slike imaju prednost pred vektorskim slikama u tome što se prikazivanje slike na zaslonu može ostvariti korištenjem mnogo jednostavnijeg sklopovlja nego što je to sluèaj kod vektorskih sustava, a koji moraju biti vrlo precizni da bi omogućili iscrtavanje zrake uvijek po istom dijelu zaslona.

Raspoloživost jeftinih memorija sa sluèajnim pristupom (*RAM - random access memory*) poèetkom sedamdesetih omogućila je da proboj rasterske grafike kao dominantnog naèina prikaza.

Dvorazinske (*bilevel, monochrome*) slike sadrže samo po jedan bit po *pixelu*, pa je za sliku 1024×1024 potrebno samo 2^{20} bita, tj. 131072 bytova. Jeftiniji sustavi sa 8 bita po *pixelu* omogućavaju 256 istovremenih boja, dok je danas uobièajeno koristiti 24 bita po *pixelu*, što za jednaku velièinu slike daje 3145728 bytova, tj. nešto preko 3 Mb što nije previše niti za osobna raèunala.

Termin *bitmap* se u osnovi koristi za sustave sa jednim bitom po *pixel-u*. Za sustave sa više bitova po *pixelu* koristi se izraz *pixmap*. Da bi se *pixmap* razlikovao od memorije koja ga sadrži, za nju postoji naziv *frame buffer*.

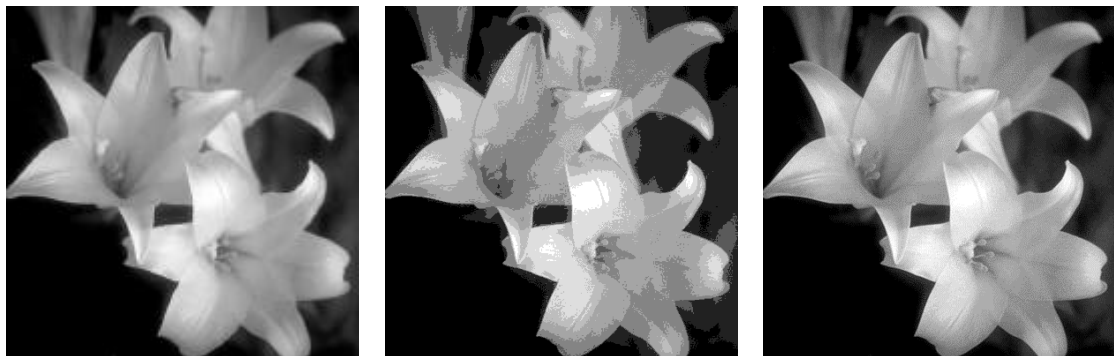
Glavna prednost rasterske pred vektorskom grafikom je niža cijena i mogućnost iscrtavanja popunjenih površina, što je potrebno kod realistiènih slika 3D objekata. Nadalje, uèestalost osvježavanja je neovisna o kompleksnosti crteža.

Najveæa mana rasterskih sustava je potreba za pretvaranjem vektorskog prikaza u *scan* linije radi prikaza. Ukoliko se zahtjevaju velike performanse, taj posao može biti dodjeljen sklopovlju specijalno za tu namjenu (*RIP - raster image processor*). Druga mana je poznati "efektat stepenica" koji se pojavljuje zbog potrebe pretvaranja slike u diskretnu mrežu *pixela*. To se može riješiti korište-

njem metoda *antialias-inga* kod sustava sa više nijansi sive ili sustava u boji, koji stvara postepene prijelaze između rubova objekata i pozadine.

Prikaz višetonskih slika korištenjem ograničenog broja nijansi

Smanjivanjem broja nijansi na slikama može se postići ušteda u prostoru, a sam postupak je ponekad potreban i zbog ograničenja sklopovlja za prikaz. Međutim, kao što će to pokazati slijedeća slika, treba imati mjere u tome.



Originalna slika u 256 nijansi
sive boje

Reducirana slika na 8 nijansi

Reducirana slika na 32 nijanse

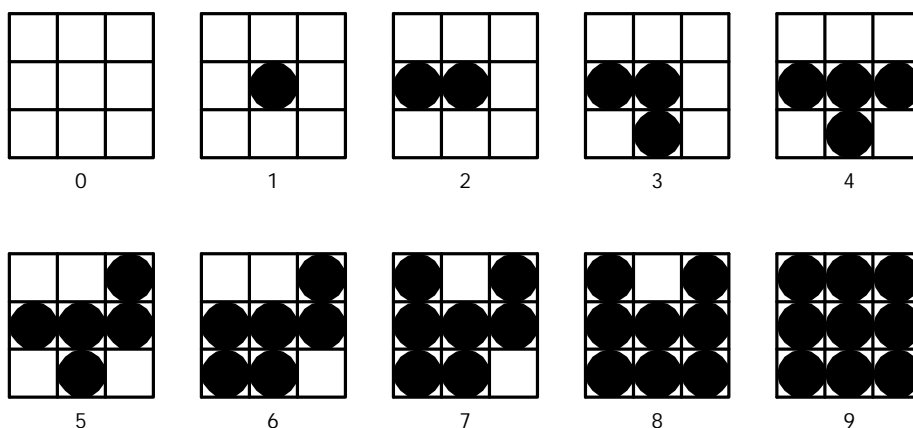
Slika 5: Smanjivanje broja nijansi

Kao što se vidi, za dobivanje koliko-toliko prihvatljive reprezentacije slike potrebne su najmanje 32 nijanse sive boje. Međutim, istraživanja su pokazala da je za ispravan prikaz kontura potrebno barem 64 nijanse.

Polutonska aproksimacija

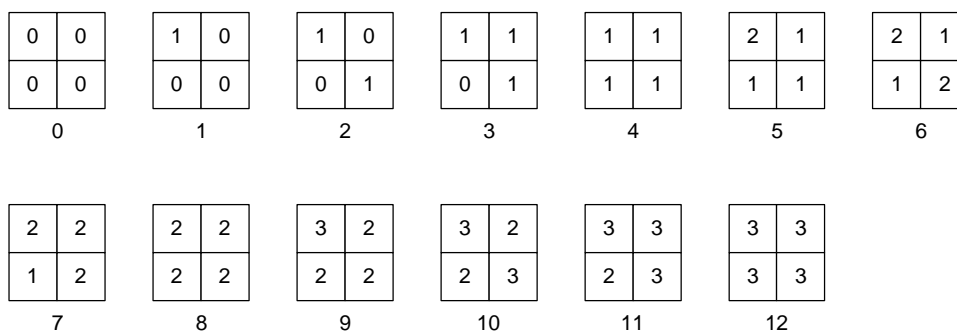
Mnogi predočnici i ispisni uređaji mogu prikazati samo dvije boje, tj. dva intenziteta, a čak i dvo ili tro-bitni predočnici ne prikazuju dovoljno intenziteta za prikaz višetonskih slika. Kako se može proširiti raspoloživost nijansi? Odgovor leži u nesavršenosti oka da dovoljno malu površinu sa dovoljno velike udaljenosti vidi kao srednju vrijednost intenziteta na toj površini.

Jedan od takvih uzoraka prikazan je na slijedećoj slici i omogućava korištenjem samo dvije razine prikaz 10 nijansi uz korištenje matrice veličine 3*3.



Slika 6: Uzorak za 10 intenziteta korištenjem matrice 3*3

Ukoliko imamo više od dva intenziteta, možemo korištenjem manje matrice dobiti veći broj nijansi. Na slijedećoj slici je primjer korištenja matrice 2*2 i četiri intenziteta (dva bita) za dobivanje dvanaest različitih nijansi.



Slika 7: Uzorak za 12 intenziteta korištenjem matrice 2*2

Dodatnu pažnju problemima polutonova posvetiti ćemo kod rastera u tisku.

Rasteri u tisku

Tiskarski postupci nisu glavna tema ovog rada, pa æemo samo spomenuti da su im zajedniæke crte da tiskarsku boju prenose na podlogu (papir, foliju, tekstil itd.) sa tiskovne forme (ofsetne ploæe, sita, valjka i sl.) na kojoj se nalazi prethodno kreiran uzorak nekom od varijanti fotopostupka, tj. prosvjetljavanjem fotoosjetljive površine kroz predložak koji se opæenito naziva film.

Prikaz slika u sivoj skali rasterskim toækama

Osnovni problem koji se ovdje pojavljuje je kako prikazati nijanse sive na uređajima koji su u mogućnosti prikazati samo jednu boju (uz boju papira) ili odštampati samo ograniæen broj boja (kod štampe u boji).

Princip je i dalje da ljudsko oko okupljanje toækaka percipira kao jednoliæan sivi ton. U zavisnosti od oblika toækaka od kojih sastavljamo raster dobivamo i različite krajnje efekte.



Diamond

Line

Square

Slika 8: Primjer rastera sa različitim oblikom toækaka

Osnovni element od kojeg se sastavlja slika je toæka, koja može imati različite oblike kao što se to vidi na slici 8. Kako se toæke tvore od najmanjih jedinica koje može ispisati ispisna jedinica uvodi se pojam rasterskog polja odnosno rasterske linije. Rastersko polje je dio mreæe ispisne jedinice unutar koje se tvori rasterska toæka, dok se niz rasterskih toækaka naziva rasterska linija. Gustoæa rasterskih linija naziva se **linijatura** i izražava se u broju linija po inèu (*lpi*) ili

po centimetru (*lpcm*). Da bi se rasterske linije teže zamijetile, one nisu vodoravne, nego pod kutem od 45° što ljudsko oko najteže uoèava.

Broj nijansi sive koje se mogu prikazati ovisi o linijaturi i rezoluciji ispisne jedinice, tj. o velièini rasterske toèke.

	600 dpi	800 dpi	1200 dpi
72 lpi	69	123	256+
85 lpi	49	88	199
95 lpi	39	70	159
110 lpi	29	52	119

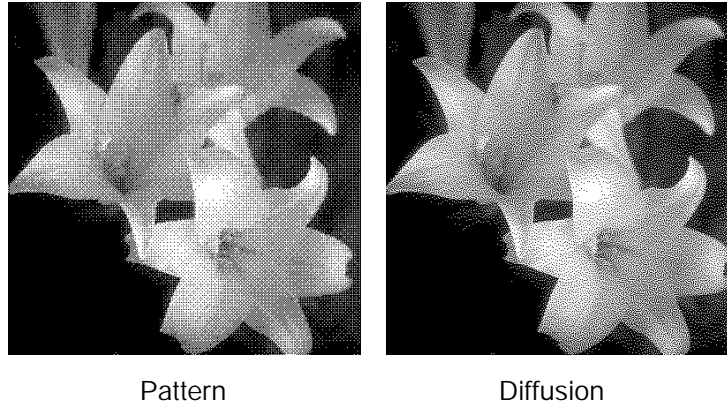
Slika 9: Broj nijansi sive u odnosu na linijaturu i rezoluciju ispisa

Kao što tablica na slici 9 pokazuje, za prikaz više od 256 nijansi koliko imaju izvorne slike u linijaturi od samo 72 lpi potrebne su nam rezolucije od èak 1200 dpi. Kako su takve rezolucije rijetkost kod jeftinijih uređaja, razvio se prikaz raspršivanjem toèaka.

Prikaz slika u svojoj skali raspršivanjem toèaka

Ova tehnika se također pouzda u nesavršenost oka da nizanje toèkica prihvati kao iluziju sive, ali raspoređuje toèkice unutar rasterskog polja, a ne unutar rasterske toèke. Ova tehnika zahtijeva vrlo precizne toèkice koje se raspoređuju na sluèajan naèin tvoreæi nijanse sive. To je težak zadatak za laserske pisaèe èija gradacija tonera i mehanièka nesavršenost ne dopušta savršeno precizno pozicioniranje svake toèke.

Velika prednost kod korištenja sluèajnog raspoređivanja toèaka je u tome što ispisne jedinice na zahtijevaju toliku rezoluciju kao kod korištenja rasterskih toèaka, što je pogodno za ispisne uređaje manjih rezolucija kao i za prikaz na ekranu.



Slika 10: Prikaz korištenjem uzorka i slučajnog raspoređivanja točaka

Prikaz boja kod tiska

Kod tiska u boji ograničeni smo na nekoliko osnovnih boja, jer dodavanje boja kod tiska znači i veće troškove. Stoga se rješenje problema tiskanja u boji nameće samo po sebi: korištenjem osnovnih boja i rastera za prikaz svih ostalih nijansi. Važna je i kombinacija različitih gustoća, linijature i kuta rasterskih linija osnovnih boja da bi se izbjeglo masovno preklapanje rasterskih točaka i neželjeni **moiré** efekat.

Ofsetni tisak koristi kombinaciju četiri osnovne boje: Cyan (C), Magenta (M), Yellow (Y) i Black (K, od riječi Key) koje se također nazivaju CMYK ili supstraktivni model. Kod njega se svaka boja prikazuje pomoću različite zasićenosti osnovnih komponenti, dok naziv “supstraktivni” dolazi od načina stvaranja bijele boje odsustvom svih komponenti, pod uvjetom da se tiska na bijeloj podlozi. Puna mješavina svih komponenti daje crnu boju. Ona bi doduše trebala nastati i mješanjem C, M i Y komponente u 100%-tnim omjerima, ali u praksi takav omjer daje tek tamnu “prljavosmeđu” boju, zbog čega se koristi crna kao četvrta komponenta.

Dakle, svaka se slika u boji rastavlja na četiri polutnoske slike, po jednu za svaku od komponenti, koje se onda štampaju jedna za drugom čime dobivamo klasičan četverbojni tisak.

Literatura

1. Foley, Van Dam, Feiner, Hughes, and Phillips: "Computer Graphics, Principles and Practice", Addison Wesley, New York, 1990.
2. Kristian Vlašić: "Priručnik o skeniranju, tehnike i trikovi", KristalPrint, Zagreb, 1995.