



Procesiranje signala

Profesor dr Miroslav Lutovac

"This project has been funded with support from the European Commission. This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein"

Procesiranje slike

- Slika predstavlja reprezentaciju nekog objekta i sadrži informacije o objektu koga predstavlja
 - fotografija neke osobe nosi informacije koje omogućavaju posmatraču da prepozna osobu na slici
- Nosi sadržane u delu elektromagnetnog spektra koji deluje na vizuelni sistem čoveka

Slika kao signal dve promenljive

- U tehničkom smislu, pod slikom se podrazumeva bilo kakva kontinualna funkcija (signal) dve promenljive $f(x,y)$
- Koordinate x i y predstavljaju koordinate neke tačke u ravni slike, pa se nazivaju ***prostorne koordinate***
- Vrednost funkcije (signala) se naziva ***intenzitet*** ili ***nivo sivog*** u tački (x,y) na slici
- Ovakva slika se naziva i *monohromna slika* (crno-bela ili siva slika) - dvodimenzionalna raspodela intenziteta

Digitalna monohromna slika

- ***Digitalna monohromna slika*** predstavlja sliku kod koje su **diskretizovane i prostorne koordinate i intenzitet**
- Digitalna slika ima konačan broj **elemenata** i može se predstaviti matricom čiji indeksi vrsta i kolona označavaju položaj posmatrane tačke u slici, a vrednost elementa matrice predstavlja nivo sivog te tačke
- Element slike se naziva ***piksel*** ili ***pel***

Računarska obrada vizuelnih informacija

1. Najniži nivo obrade predstavljaju **primitivne operacije** koje imaju za cilj da **potisnu šum** iz slike, **poprave kontrast** i izoštre sliku
– imaju sliku kao izlazni signal
2. Srednji nivo predstavljaju operacije određivanja granica regiona (**izdvajanje ivica**), podele slike na objekte (**segmentacija**), opisa objekata na način pogodan za dalju računarsku obradu i klasifikacije (**prepoznavanja objekata**)
– imaju sliku kao ulazni signal, a izlazni podaci su atributi izdvojeni iz ulazne slike
3. Najviši nivo predstavljaju operacije **razumevanja skupa izdvojenih objekata**, koje podražavaju operacije vizuelnog dela kognitivnog sistema čoveka

Metodi koji se koriste u obradi

- metodi za reprezentaciju slike
- metodi za poboljšanje slike
- metodi za restauraciju slike
- metodi za kompresiju slike
- metodi za analizu slike
- metodi za rekonstrukciju slike iz projekcija

Reprezentacija i modelovanje slike

- Osnovni problem *reprezentacije slike* je karakterizacija veličine koju predstavlja jedan *element slike*
- Slika, zavisno od porekla, može predstavljati
 - osvetljenost objekata na sceni
(dobijena kamerom osetljivom na vidljivi deo spektra)
 - apsorpcione karakteristike tkiva
(kod rendgenskog snimanja)
 - temperaturu objekata na sceni
(kod infracrvenih kamera)
 - refleksione karakteristike tkiva
(kod ultrazvučnih snimaka)

Reprezentacija i modelovanje slike

- Vernost kojom slika opisuje posmatranu fizičku pojavu
- zavisi od kvaliteta senzora koji se koristi u kameri i
od procesa prostorne i amplitudске diskretizacije
- Razni postupci transformacije slike
koriste se za bolji opis sadržaja slike,
popravku njenog kvaliteta, kompresiju sadržaja
- Slika se najčešće modeluje statistički pomoću
statističkih karakteristika prvog i drugog reda
- U analizi slike, gde se smatra da je
slika sačinjena od više objekata,
modelovanje definiše veze objekata na sceni
- Modelovanje sekvenci slika, pojavljuje se vreme
(funkcija u trodimenzionalnom prostoru)

Poboljšanje slike

- Kod metoda za *poboljšanje slike* osnovni cilj je da se promene neke karakteristike slike tako da ona bude pogodnija za prikaz na monitoru ili za dalju analizu
- U principu se poboljšanjem ne popravlja informacioni sadržaj slike, već se olakšava korišćenje postojećih informacija
 - Poboljšanje kontrasta
 - Eliminacija šuma
 - Izoštavanje slike
 - Bojenje slike

Restauracija slike

- *Restauracija slike* se koristi da bi se poboljšao kvalitet slike u slučajevima kada je degradacija slike poznata ili kada se može formirati model degradacije
- Tipični primeri restauracije odnose se na
 - korekciju geometrijskih izobličenja optičkog dela kamere
 - uklanjanje šuma čiji je statistički model poznat
 - korekciju smanjene oštine slike usled pokreta ili defokusiranja kamere
- Metodi restauracije su kompleksni i obično se ne izvršavaju u realnom vremenu

Kompresija slike

- Tehnike kompresije – smanjuje se broj bita potreban za reprezentaciju slike
 - kompresija koja redukuje broj bita za reprezentaciju slike bez ikakvog gubitka informacija
 - kompresija uz gubitak beznačajne količine informacija
- standardna filmska slika dimenzija 24mm × 36mm ima oko 10^7 elemenata, za rezoluciju filma 0.01 mm
- standardna digitalna slika rezolucije 512 × 512 piksela ima oko 256 000 elemenata
- svaki piksel sa 8 bita - potrebno 256 kB
- TV sekvenca standardnog kvaliteta oko 10 MB/s

Analiza slike

- *Analiza slike* se sprovodi radi utvrđivanja kvantitativnih karakteristika objekata na slici i njihovih međusobnih odnosa
 - nadzor automatskih proizvodnih linija u industriji
 - automatska analiza slika u biomedicini
 - prepoznavanje oblika u robotici
 - mašinski ili veštački vid (computer vision)
- Analiza slike se sastoji iz više postupaka koji u oponašaju proces opažanja kod čoveka

Rekonstrukcija slike iz projekcija

- Rekonstrukcija slike iz projekcija je posebna grupa postupaka restauracije kojima se rekonstruiše 2-dimenzionalni (višedimenzionalni) objekat iz 1-dimenzionalnih (2-dimenzionalnih) projekcija
 - u medicinskim uređajima (razne vrste skenera)
 - u nedestruktivnom ispitivanju materijala, astronomiji

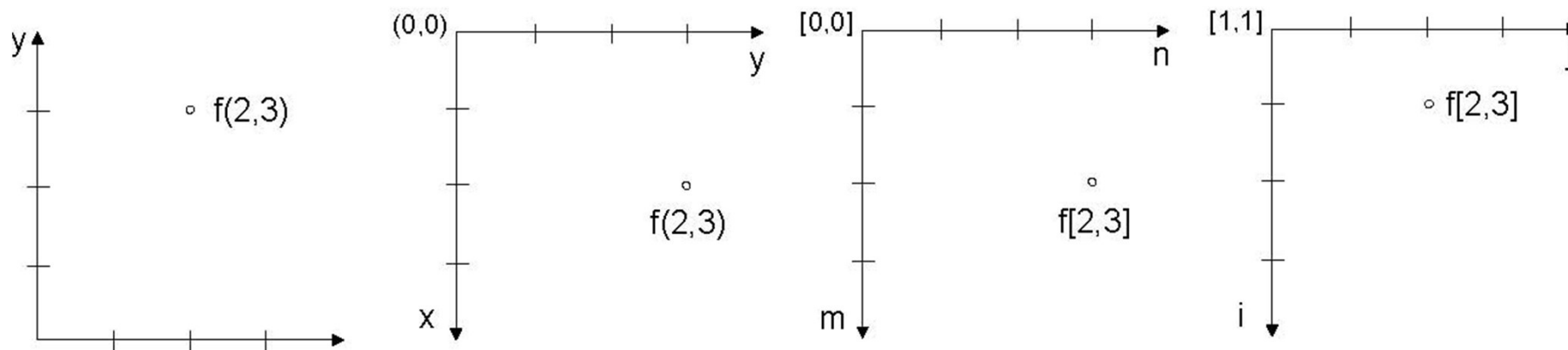
KOORDINATNI SISTEMI

Dekartov
sistem

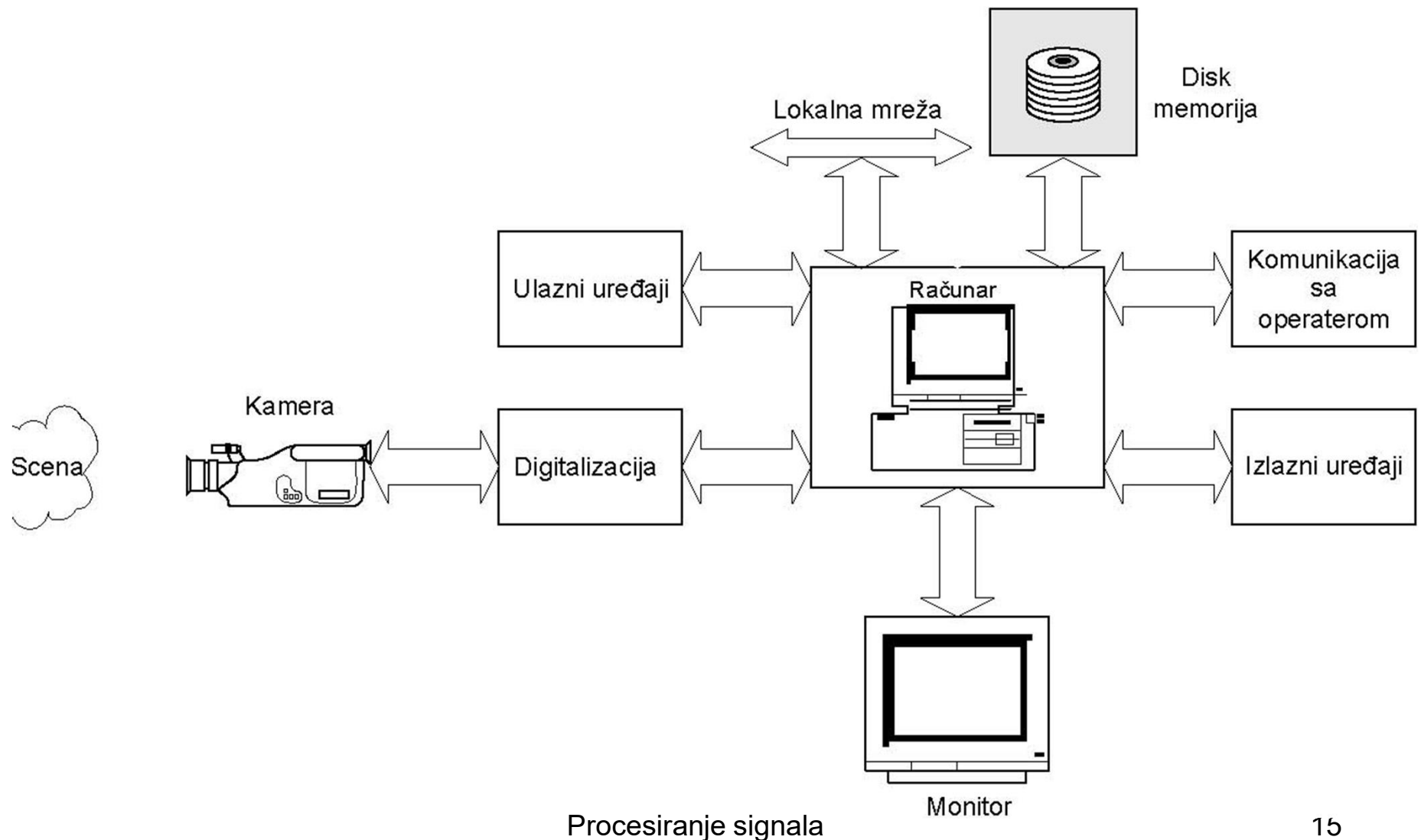
kontinualne
slike

Digitalne
slike

Matrični
sistem



Elementi sistema za obradu slike



Dvodimenzionalni signali i sistemi

- Slika predstavlja dvodimenzionalnu (2D) funkciju
- Mnoge operacije nad slikom se mogu predstaviti matematičkim aparatom korišćenim u digitalnoj obradi signala
- Neke od operacija nad slikom predstavljaju generalizaciju operacija iz 1D u 2D prostor
- Neke operacije i signali mogući su samo u 2D prostoru

2D diskretni signali

Jedinični impuls

$$\delta[m, n] = \begin{cases} 1, & m = n = 0 \\ 0, & \text{drugde} \end{cases}$$

Jedinična funkcija

$$u[m, n] = \begin{cases} 1, & m, n \geq 0 \\ 0, & \text{drugde} \end{cases}$$

$$u_L[m, n] = \begin{cases} 1, & m = 0 \text{ ili } n = 0 \\ 0, & \text{drugde} \end{cases}$$

$$u_T[m, n] = \begin{cases} 1, & m \geq 0 \\ 0, & \text{drugde} \end{cases}$$

Separabilne sekvence

$$x[m, n] = h[m] g[n]$$

Periodične sekvence

$$x[m, n] = x[m + M, n] = x[m, n + N]$$

LTI 2D sistemi

$$y[m, n] = R\{x[m, n]\}$$

- Linearnost
- Prostorna (vremenska) nepromenljivost
- Princip superpozicije

Konvoluciona suma - konvolucija

$$h[m, n; k, l] = R \{ \delta[m - k, n - l] \} = h[m - k, n - l],$$

$$y[m, n] = R \{ x[m, n] \} = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} \sum_{l=-\infty}^{+\infty} x[k, l] h[m - k, n - l] = x[m, n] * h[m, n]$$

Konvolucija u potpunosti određuje odziv sistema na proizvoljnu pobudu $x[m, n]$,
za poznat impulsni odziv sistema $h[m, n]$

Furijeova transformacija 2D signala

$$X(\omega_m, \omega_n) = \sum_{m=-\infty}^{+\infty} \sum_{n=-\infty}^{+\infty} x[m, n] e^{-j(m\omega_m + n\omega_n)}$$

$$x[m, n] = \frac{1}{4\pi^2} \int_{-\pi}^{+\pi} \int_{-\pi}^{+\pi} X(\omega_m, \omega_n) e^{j(m\omega_m + n\omega_n)} d\omega_m d\omega_n$$

Po analogiji sa diskretnim 1D signalima definišu se
Furijeova transformacija i
inverzna Furijeova transformacija

Osobine Furijeove transformacije

$$x[m, n] \Leftrightarrow X(\omega_m, \omega_n),$$

Periodičnost

$$X(\omega_m, \omega_n) = X(\omega_m + 2\pi, \omega_n) = X(\omega_m, \omega_n + 2\pi) = X(\omega_m + 2\pi, \omega_n + 2\pi)$$

$$\sum_{i=1}^K x_i[m, n] \Leftrightarrow \sum_{i=1}^K X_i(\omega_m, \omega_n)$$

Linearnost

Konvolucija

$$x[m, n] * y[m, n] \Leftrightarrow X(\omega_m, \omega_n)Y(\omega_m, \omega_n)$$

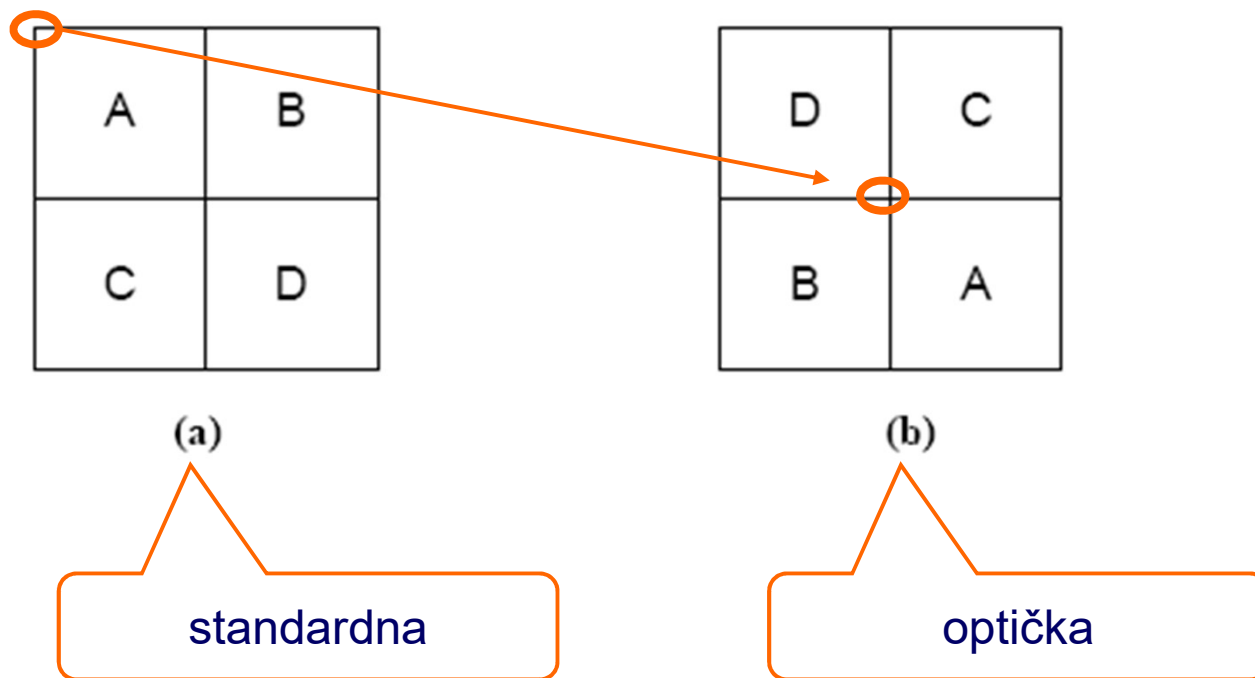
$$x[m, n]y[m, n] \Leftrightarrow X(\omega_m, \omega_n) * Y(\omega_m, \omega_n),$$

Množenje

Separabilnost

$$x[m, n] = x_1[m]x_2[n] \Leftrightarrow X(\omega_m, \omega_n) = X_1(\omega_m)X_2(\omega_n)$$

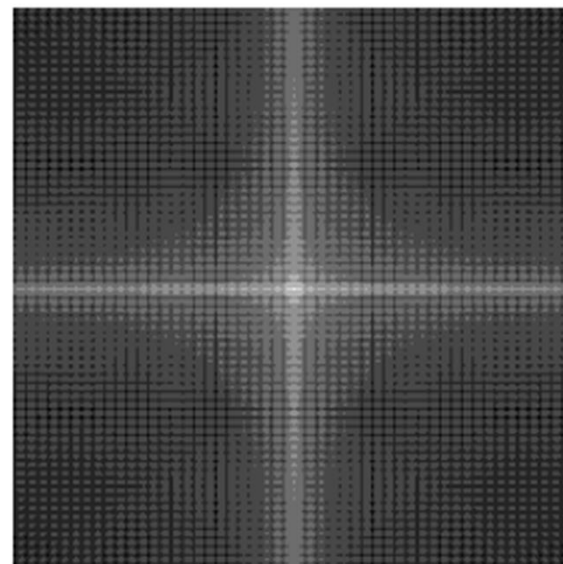
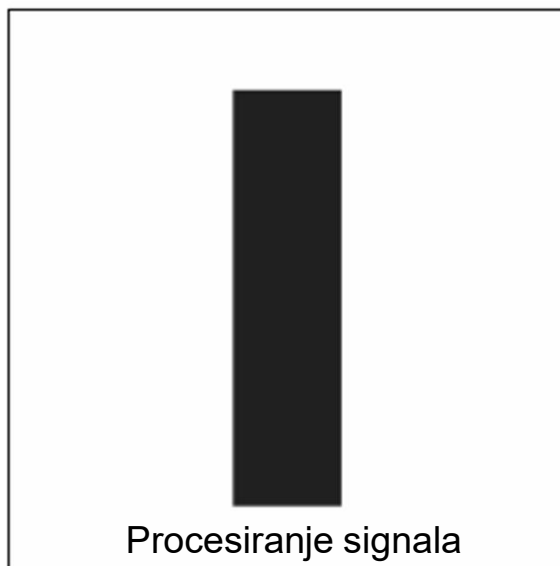
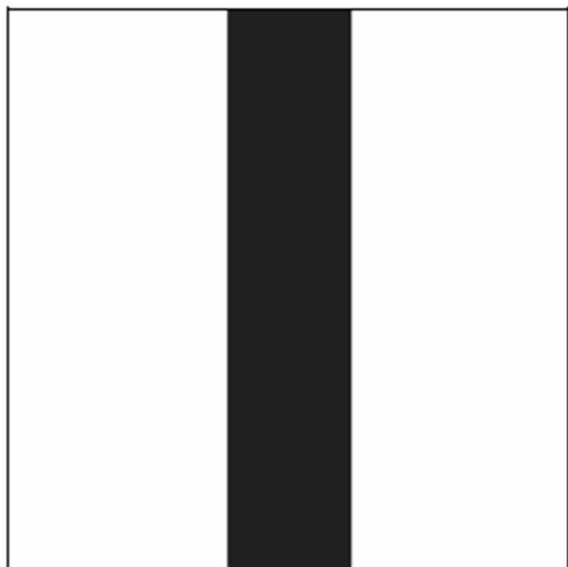
Furijeova transformacija slike

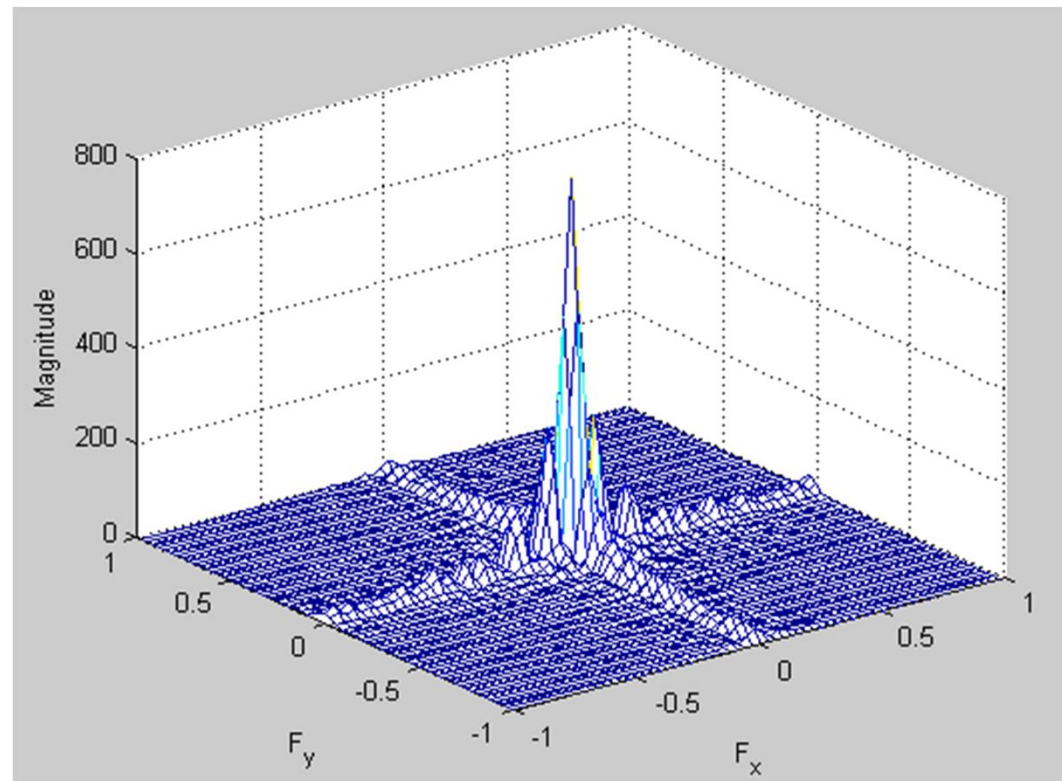
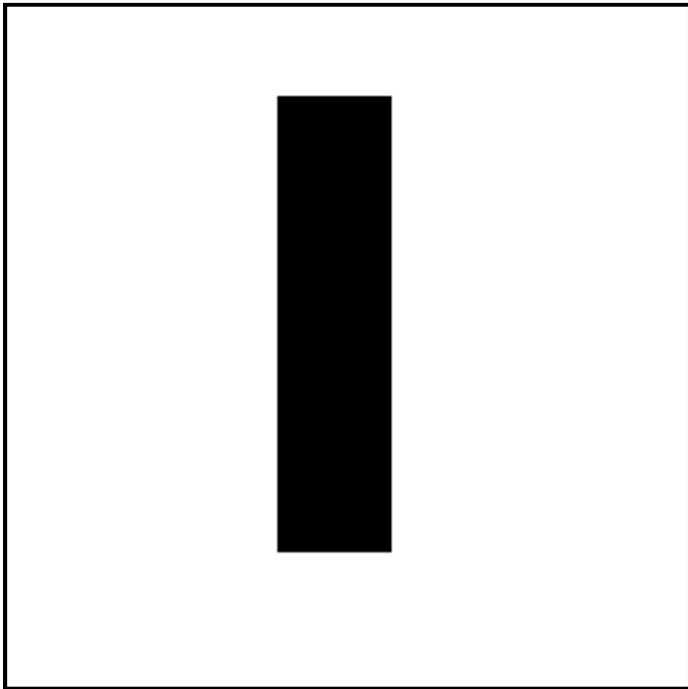


Optička Furijeova transformacija se dobija cirkularnim pomerajem standardne Furijeove transformacije za π po obe ose učestanosti, tako da se koordinatni početak pomera u centar slike spektra

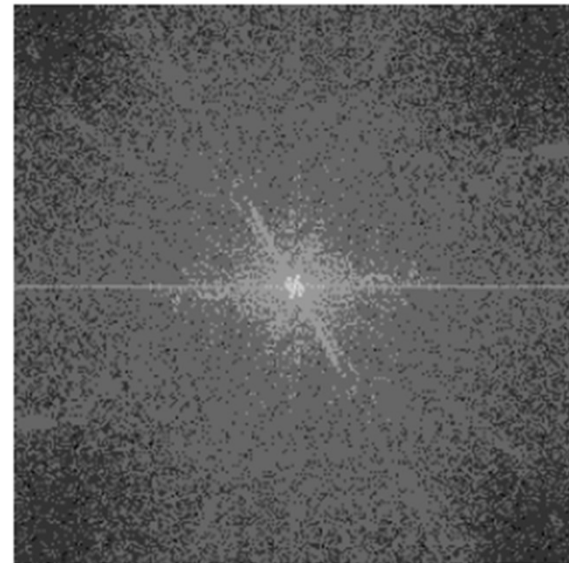
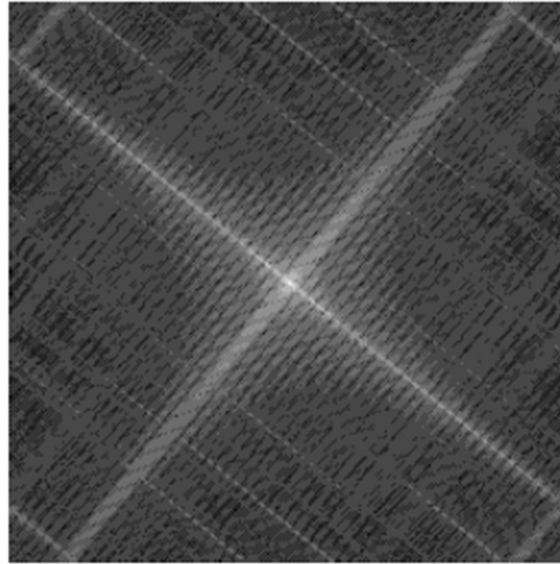
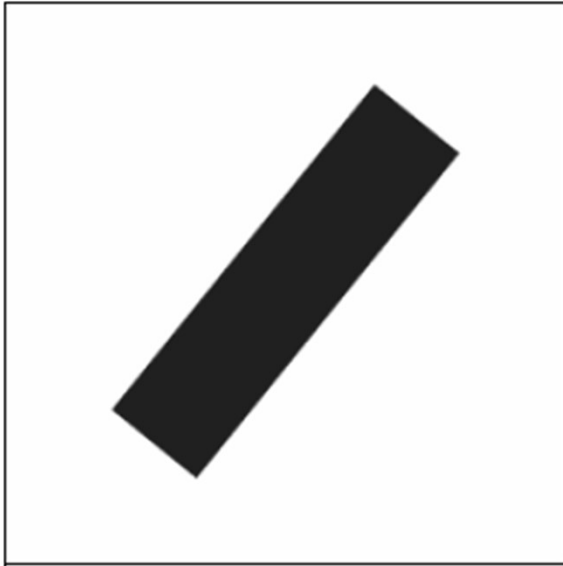
množenjem svakog piksela slike sa $(-1)^{m+n}$

Primeri spektra



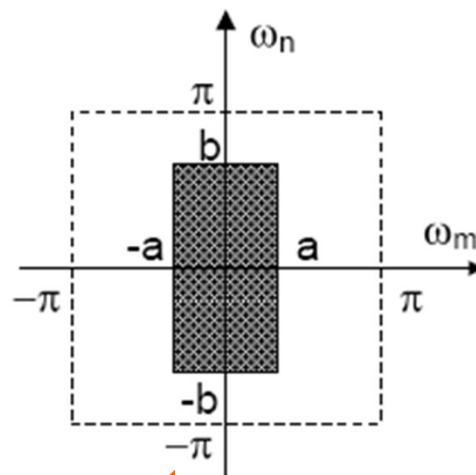


```
f = ones(30,30);  
f(5:24,13:17) = 0;  
imshow(f, 'InitialMagnification', 'fit')  
axis('square')  
figure  
freqz2(f)
```

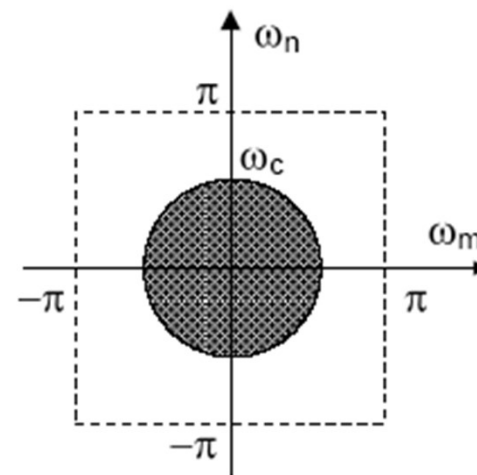


Funkcija prenosa - idealni niskofrekventni filter

$$H(\omega_m, \omega_n) = \begin{cases} 1, & |\omega_m| \leq a, |\omega_n| \leq b, \\ 0, & a < |\omega_m| \leq \pi, b < |\omega_n| \leq \pi, \end{cases}$$



separabilna

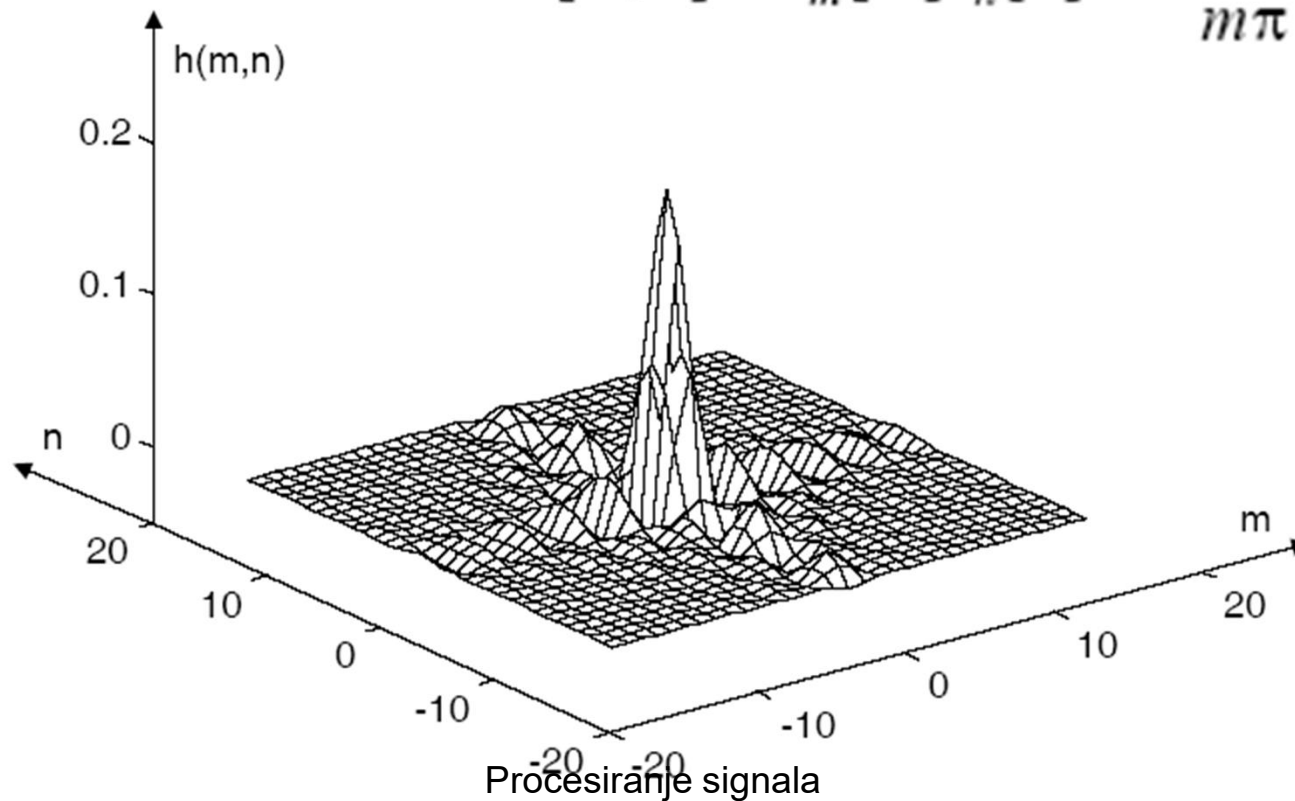


cirkularno simetrična

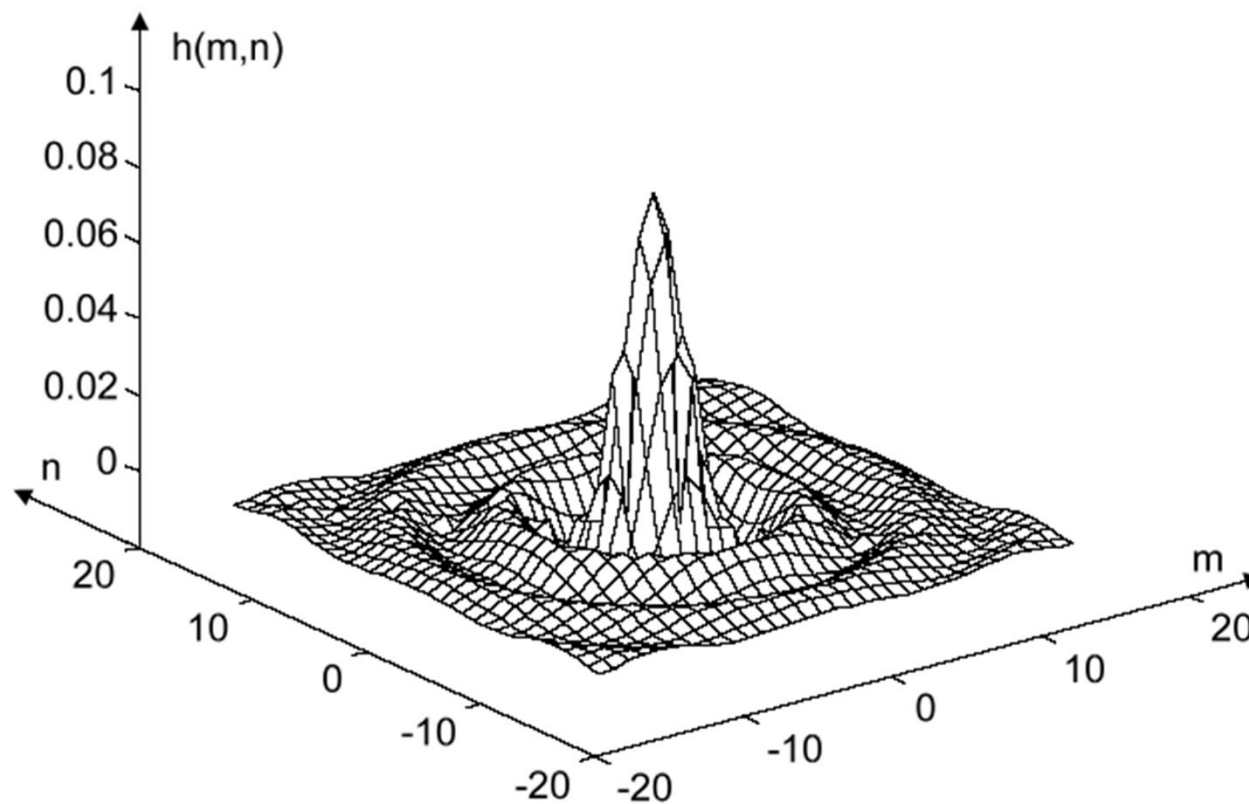
Procesiranje signala

Impulsni odziv separabilnog 2D idealnog niskofrekventnog filtra

$$h[m, n] = h_m[m]h_n[n] = \frac{\sin am}{m\pi} \frac{\sin bn}{n\pi}$$

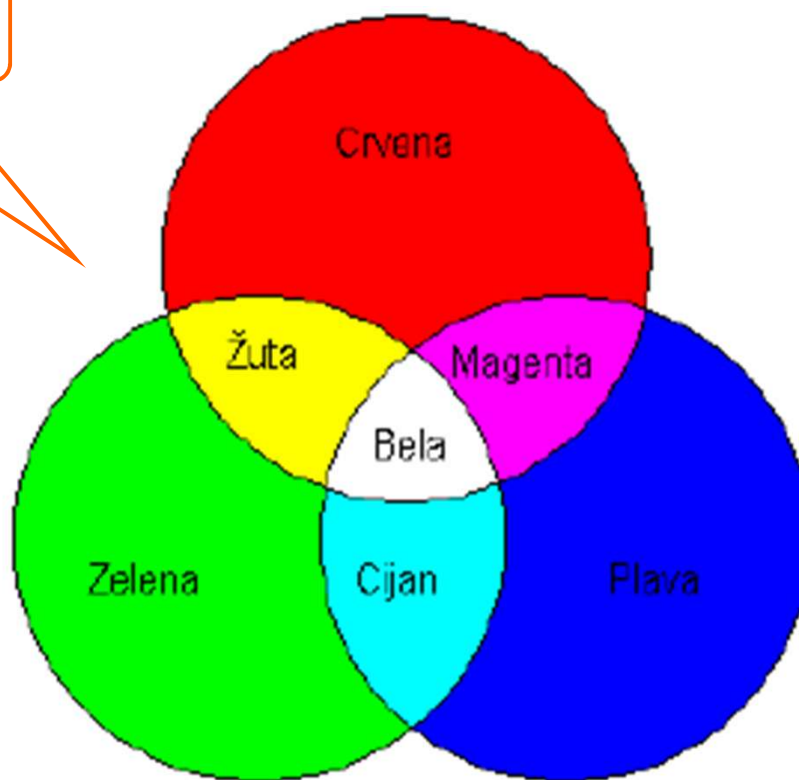


Impulсни odziv cirkularno simetričnog 2D idealnog filtra



Mešanjem jednakih količina svetlosti - bela svetlost

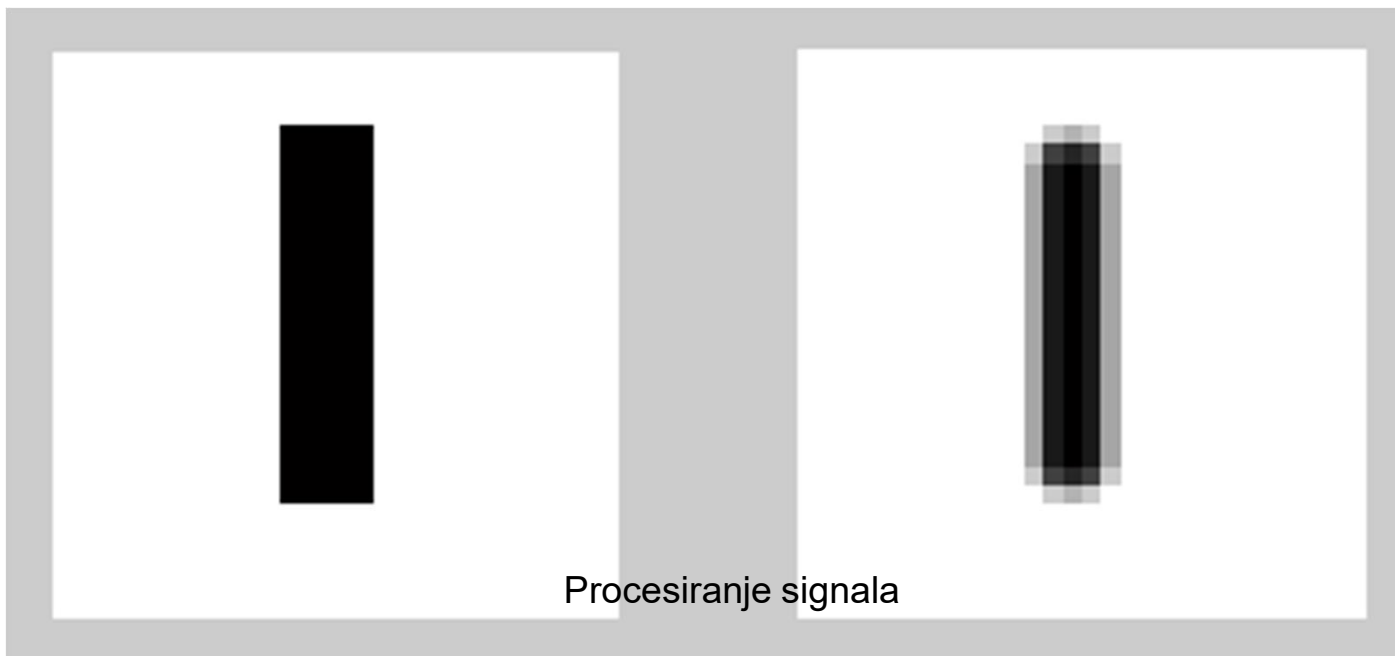
RGB kolor sistem



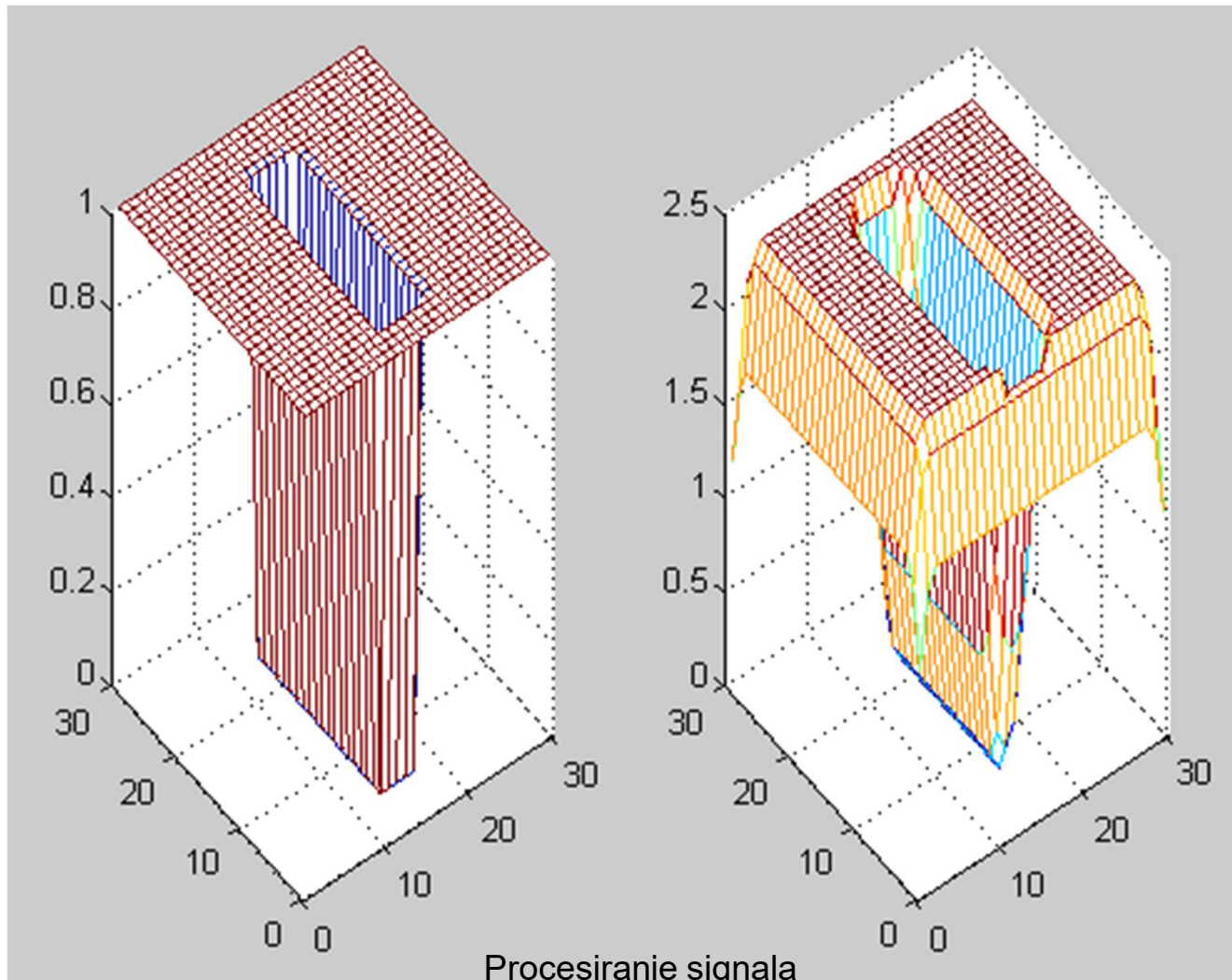
```

h = [0  0  3  0  0
      0  3  5  3  0
      2  5  5  5  2
      0  3  5  3  0
      0  0  3  0  0]/20
y=filter2(h,f);
figure
subplot(1,2,1)
imshow(f, 'InitialMagnification', 'fit')
subplot(1,2,2)
imshow(y, 'InitialMagnification', 'fit')

```

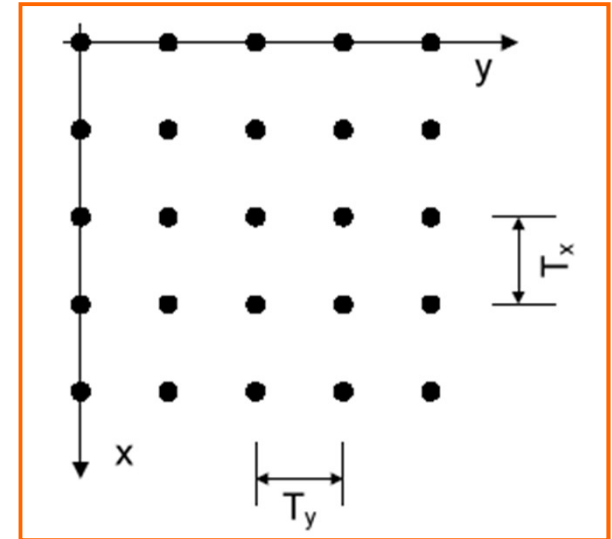


```
mesh(f)  
mesh(y)
```



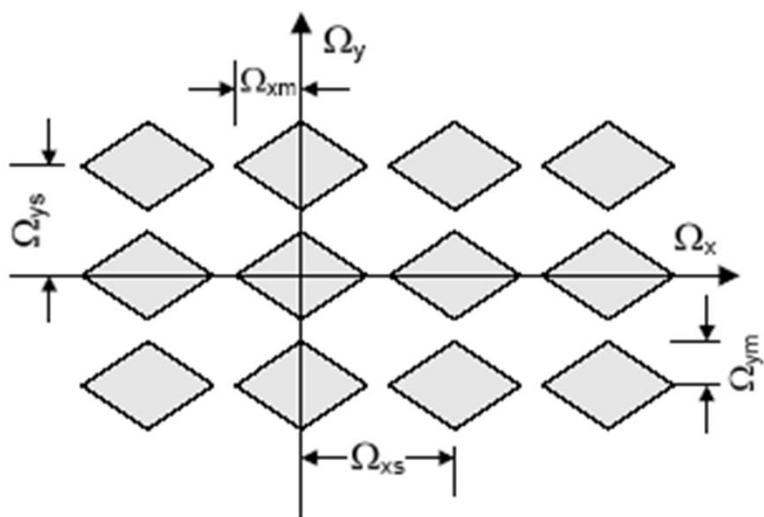
Pravougaono odabiranje

- pravougaono ili ortogonalno odabiranje (*rectangular sampling*) - odbirci signala se uzimaju u temenima pravougaonika u dvodimenzionalnoj ravni

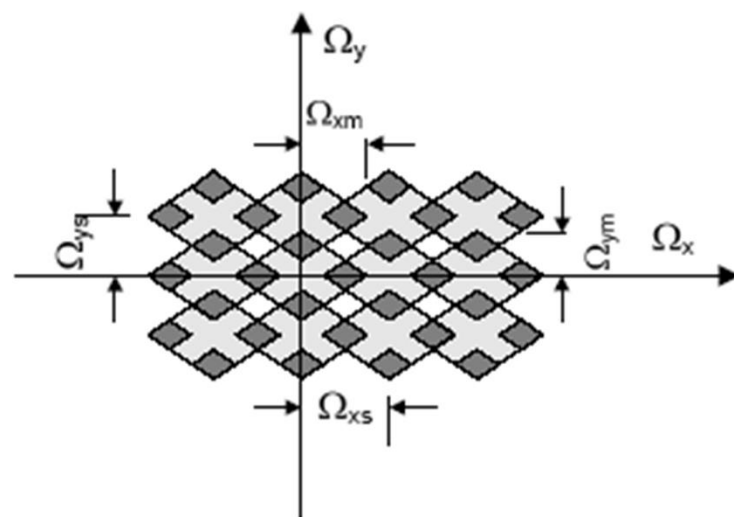


$$f[m,n] = f(mT_x, nT_y)$$

Diskretizacija



bez preklapanja



sa preklapanjem

Uticaj broja bita na kvalitet slike



1 b/p



4 b/p



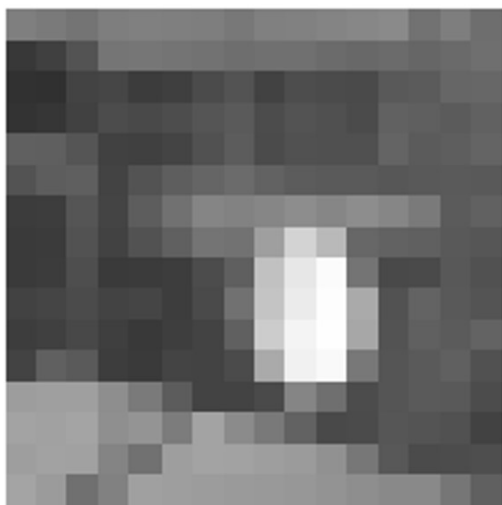
8 b/p

Formati digitalne slike

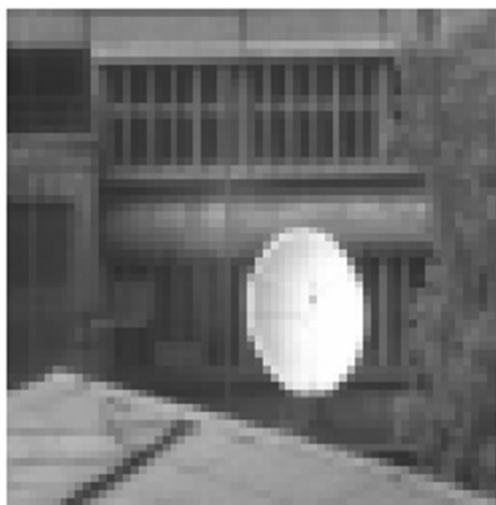
Naziv formata	Evropski standard	SAD standard
TV format (ITU-R 601)	720×576	720×480
MPEG-1 (SIF)	360×288	360×240
Formati za obradu slike	$2^p \times 2^p$	
16CIF	1408×1152	
4CIF	704×576	
CIF	352×288	
QCIF	176×144	
sub-QCIF	128×96	

Uticaj prostorne rezolucije na kvalitet slike

veličina slike konstantna



16×16



64×64

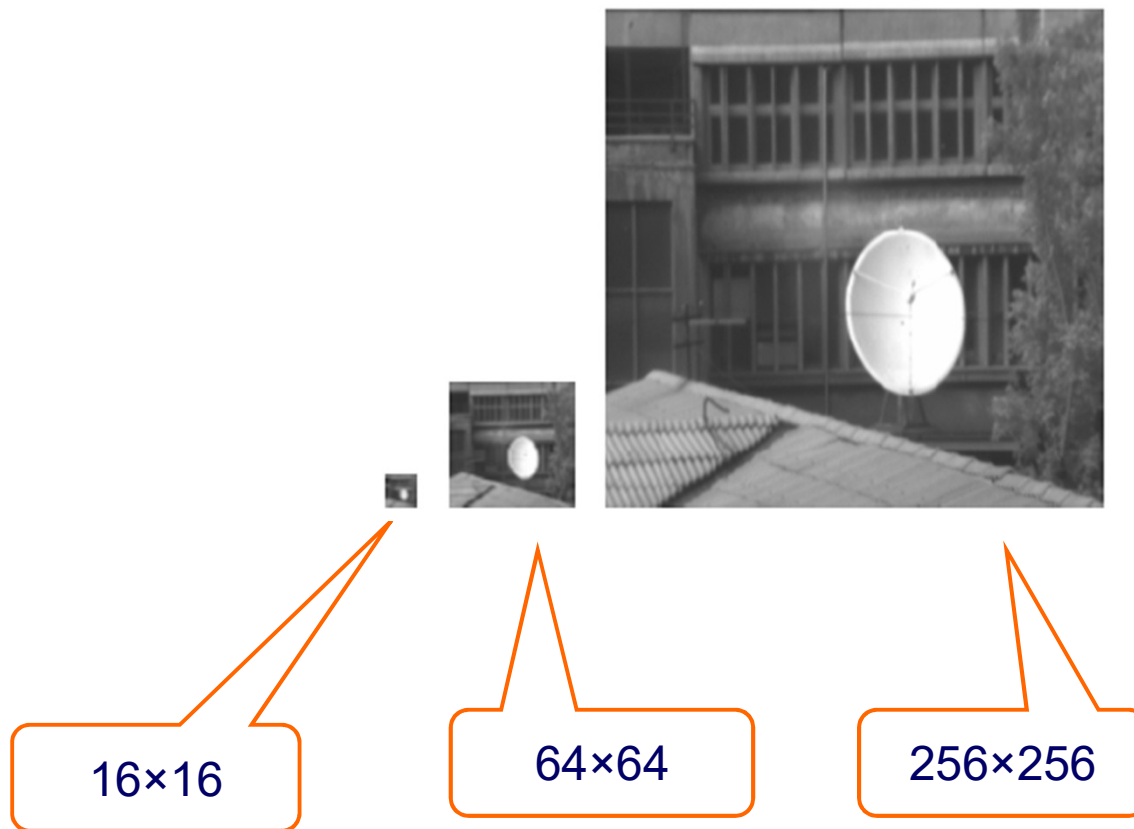


256×256

Procesiranje signala

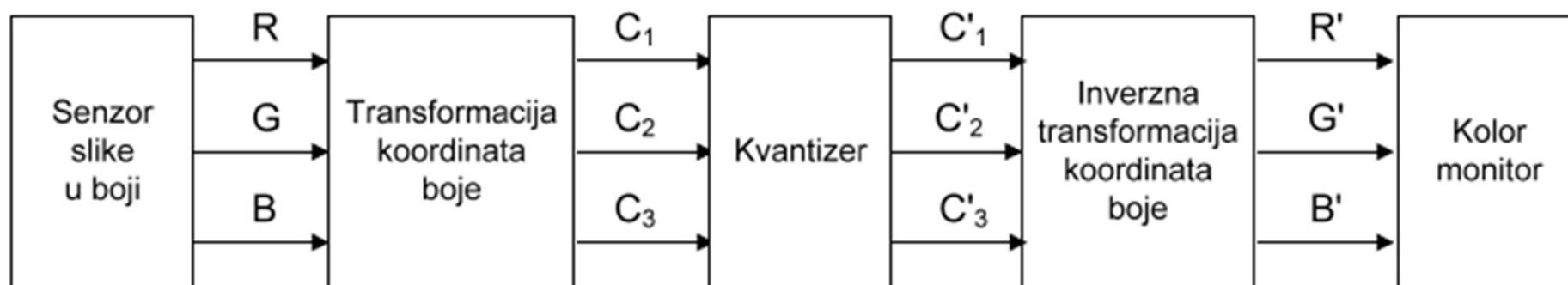
Uticaj prostorne rezolucije na kvalitet slike

veličina piksela konstantna



Procesiranje signala

Kvantizacija slike u boji



Srednja vrednost intenziteta slike dimenzija $M \times N$ piksela

$$L_{sr} = \frac{\sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N L[m,n]}{MN}$$

$L[m,n]$ je intenzitet (nivo sivog) piksela na poziciji (m,n)

Varijansa intenziteta slike dimenzija $M \times N$ piksela

$$Var = \frac{\sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N (L[m,n] - L_{sr})^2}{MN}$$

$$\sigma = \sqrt{Var}$$

standardna devijacija intenziteta dobija kao kvadratni koren varijanse

Maksimalna vrednost intenziteta
dimenzija $M \times N$ piksela

$$L_{\max} = \max_{1 \leq m \leq M, 1 \leq n \leq N} (L[m, n])$$

Minimalna vrednost intenziteta
dimenzija $M \times N$ piksela

$$L_{\min} = \min_{1 \leq m \leq M, 1 \leq n \leq N} (L[m, n])$$

Histogram slike

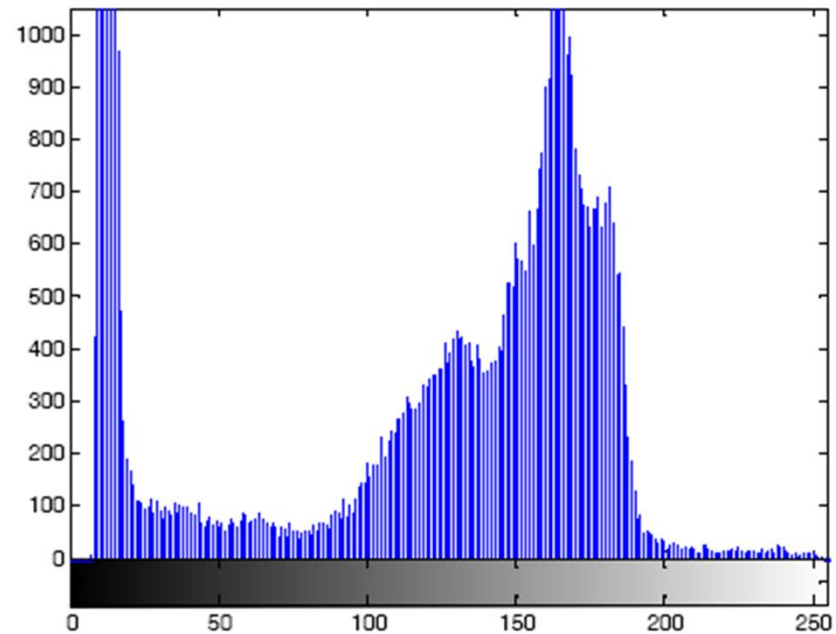
- Histogram slike daje informacije o raspodeli nivoa sivog
- Standardni histogram predstavlja grafik u kome apscisa predstavlja vrednosti intenziteta L , a ordinata broj piksela koji imaju odgovarajući intenzitet H
- Normalizovani histogram se dobija ako se vrednosti standardnog histograma podele sa brojem piksela u slici

$$\sum_{i=L_{\min}}^{L_{\max}} H[i] = MN$$

$$h[i] = \frac{H[i]}{MN}$$

$$\sum_{i=L_{\min}}^{L_{\max}} h[i] = 1$$

Histogram slike



Digitalna slika 256×256 piksela i njen histogram

Objektivne mere kvaliteta slike

- Objektivne mere kvaliteta slike se koriste u kompresiji slike kada je potrebno kvantitativno proceniti razliku između komprimovane i originalne slike
- Za procenu odstupanja najčešće se koristi srednja kvadratna greška

$$\sigma_{ms}^2 = \frac{1}{MN} \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N |y[m, n] - x[m, n]|^2$$

$$\text{SNR} = 10 \log \frac{\sigma^2}{\sigma_{ms}^2}$$

odnosa signal-šum (u dB)

Procesiranje signala

Mera za subjektivnu ocenu kvaliteta slike

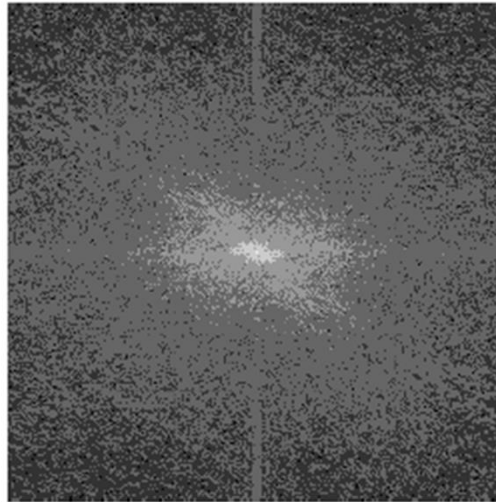
Globalna skala dobrote		Grupna skala dobrote	
Izvrсна	5	Najbolja	7
Dobra	4	Dosta iznad proseka	6
Prosečna	3	Malo iznad proseka	5
Loša	2	Prosečna	4
Nezadovoljavajuća	1	Malo ispod proseka	3
		Dosta ispod proseka	2
		Najgora	1

Neprimetna izobličenja	1
Jedva primetna izobličenja	2
Primetna, ali vrlo mala izobličenja	3
Izobličenja bez uticaja	4
Ponegde značajna izobličenja	5
Značajna izobličenja	6
Vrlo primetna izobličenja	7

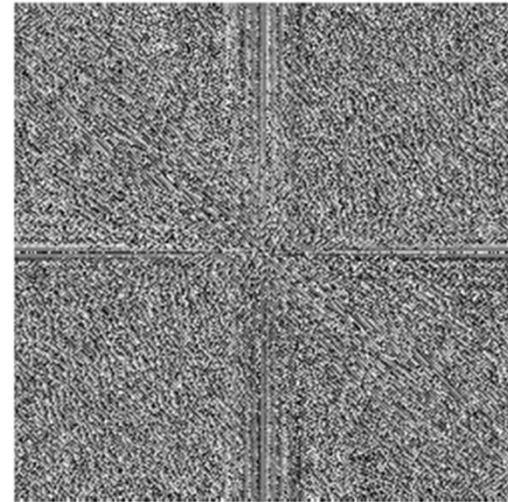
Diskretna Furijeova transformacija 2D signala



Slika Lena

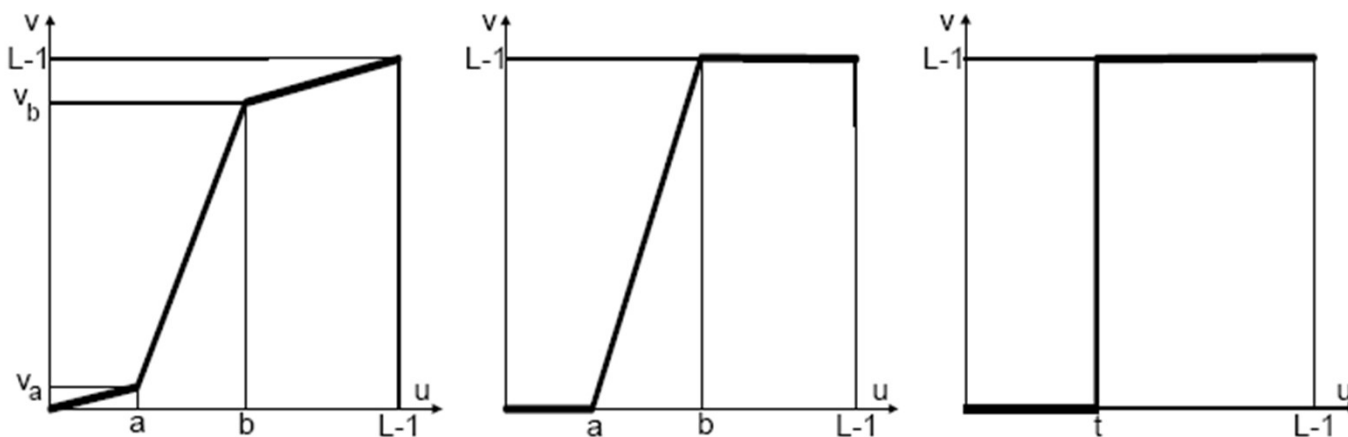


Amplitudski spektar



Fazni spektar

Jednostavne transformacije kontrasta



Razvlačenje

Odsecanje

Poređenje sa pragom

Procesiranje signala

48

Jednostavne transformacije kontrasta



Original

Razvlačenje kontrasta

Poređenje sa pragom

Procesiranje signala

`img =`



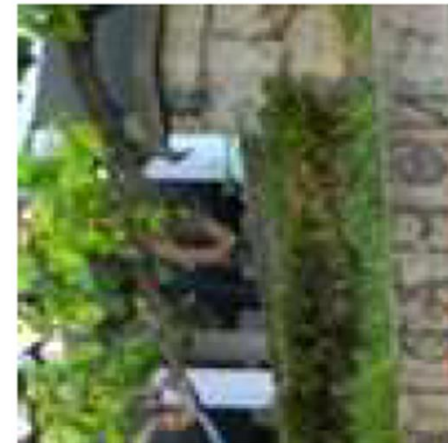
```
id = ImageData[img][[1 ;; 150, 1 ;; 280]];  
newimg = Image[id]
```



Procesiranje signala



`ReplacePixelValue[newimg, {1 ;; 100, 1 ;; 100} → Yellow]`



`Image[Transpose[ImageData[newimg][[1 ;; 100, 1 ;; 100]]]]`


```
{a, b, c} = ColorSeparate[newimg]
```



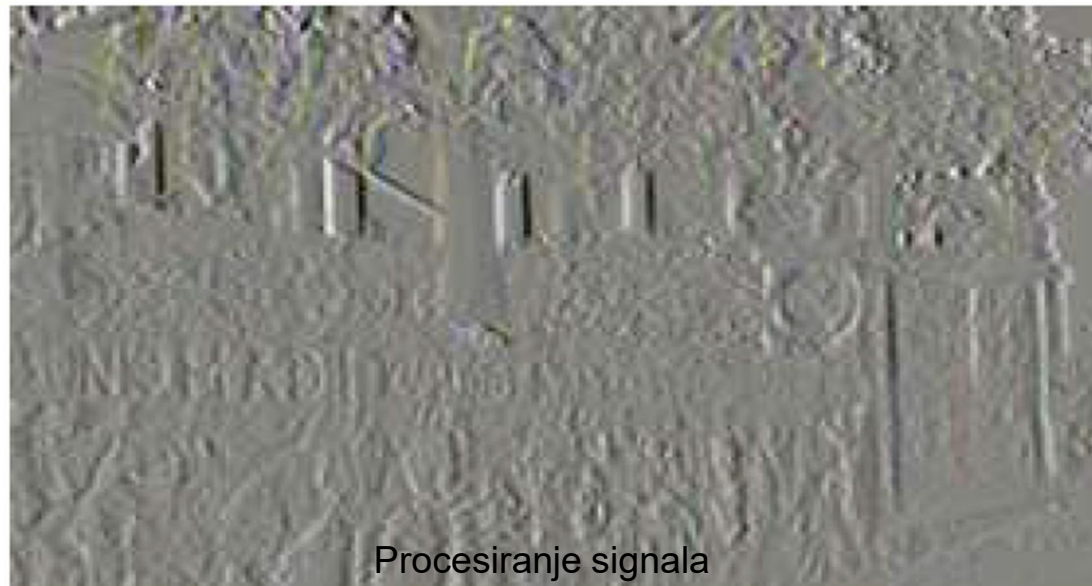
```
ColorCombine[{c, a, b}, "RGB"]
```



```
ColorCombine[
  {Image[2 ImageData[b] - ImageData[c]], Image[ $\frac{1}{2}$  (ImageData[b] + ImageData[c])],
   Image[Abs[0.2 * ImageData[a] + 0.42]]}, "RGB"]
```



```
GaussianFilter[newimg, 0.5, {0, 9}] // ImageAdjust
```



Procesiranje signala

`EdgeDetect[newimg]`



`Blur[newimg, 10]`



```
Manipulate[Blur[newimg, t] , {t, 0, 8}]
```

t 



Procesiranje signala

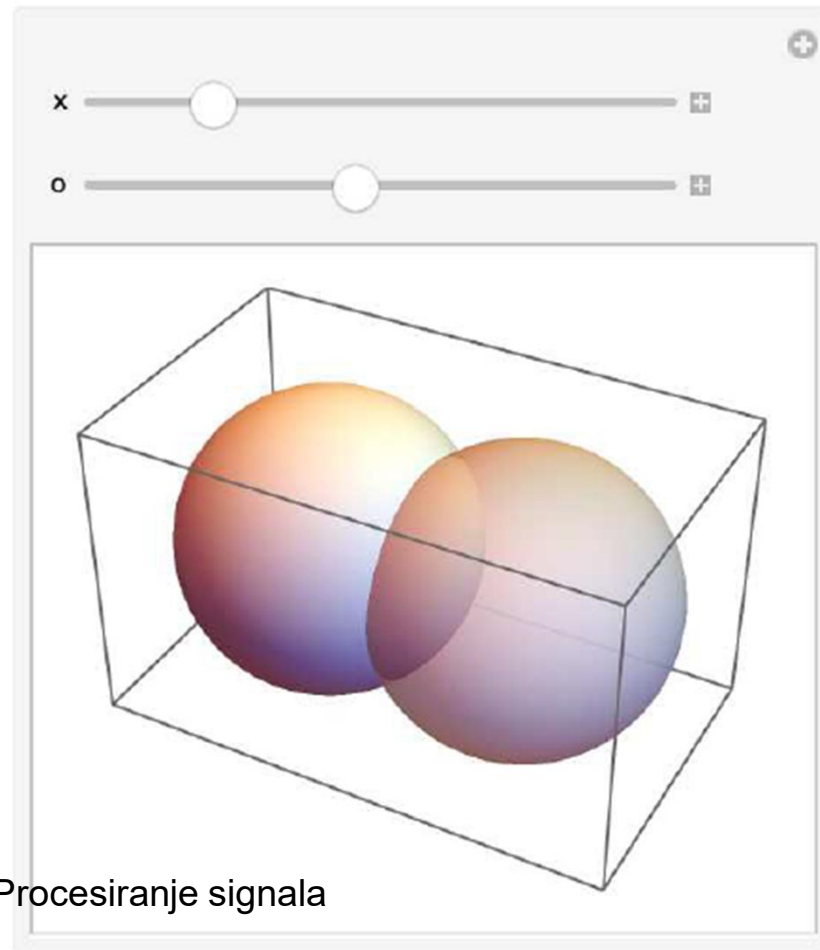
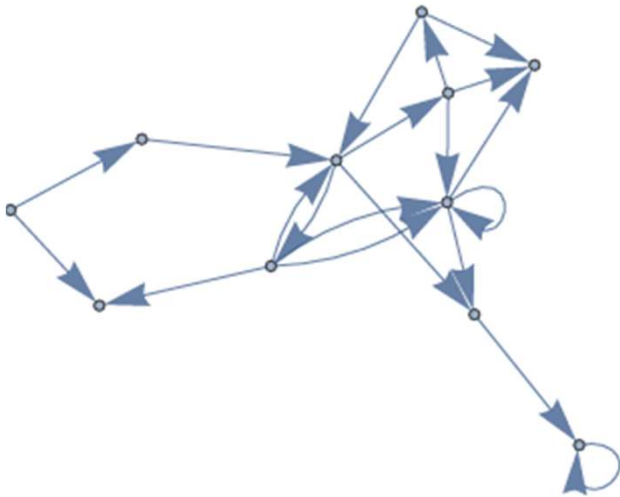
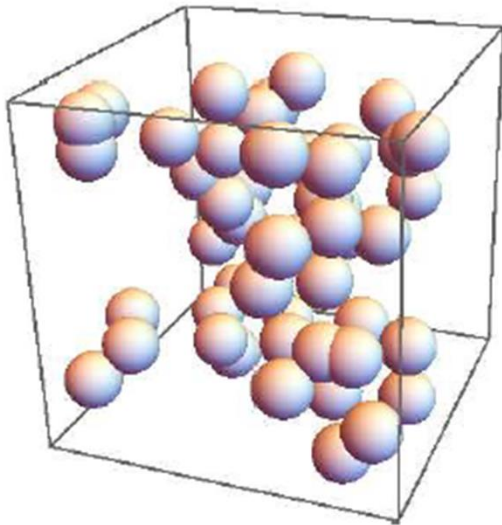


Procesiranje signala

50 spheres at random 3D positions, with each coordinate

In[24]:= **Graphics3D[Table[Sphere[RandomInteger[10, 3]], 50]]**

Out[24]=

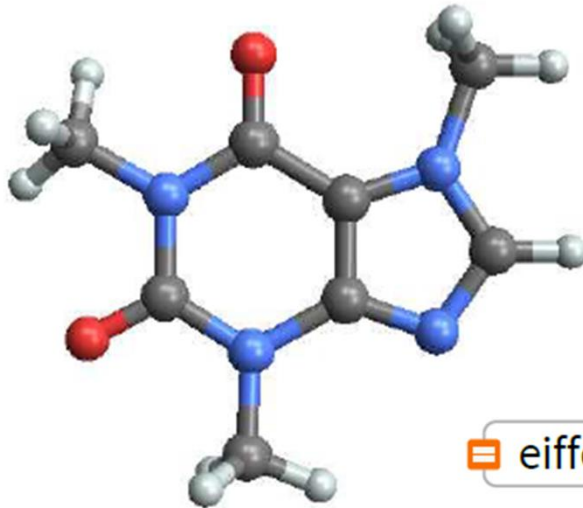


Procesiranje signala

A plot of a caffeine molecule:

In[23]:=  caffeine ["MoleculePlot"]

Out[23]=



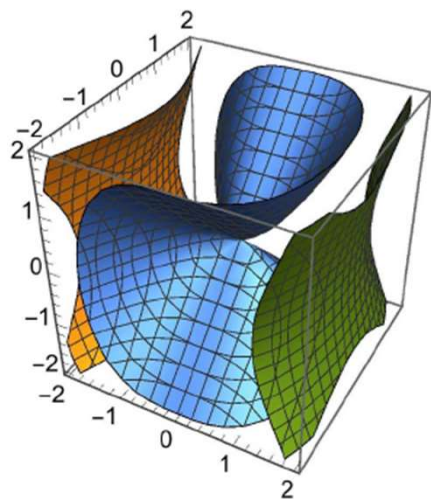
 skull ["Graphics3D"]



 eiffel tower ["Image"]



ContourPlot3D[x^3+y^2-z^2,

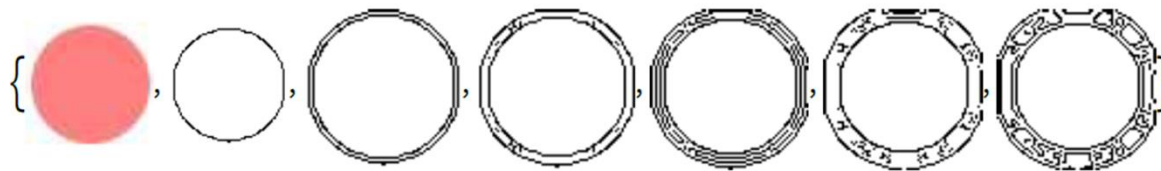


Procesiranje signala

ColorNegate@EdgeDetect@



NestList[ColorNegate[EdgeDetect[#]] &, , 6]



In[24]:= ImageInstanceQ[, ☐ cat]

Out[24]= True

Select images of cats:

In[25]:= Select[{, , , , , },

ImageInstanceQ[#, ☐ cat] &]

Out[25]= {, 

Select cities whose distance from San Francisco is less than 3000 miles:

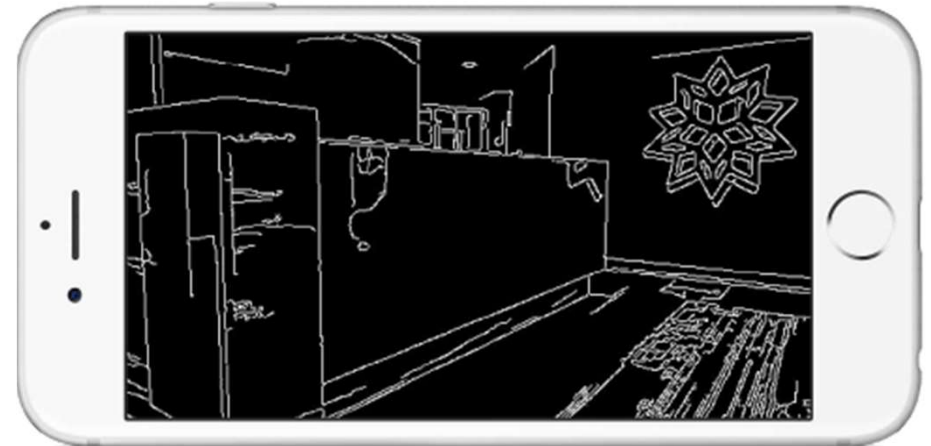
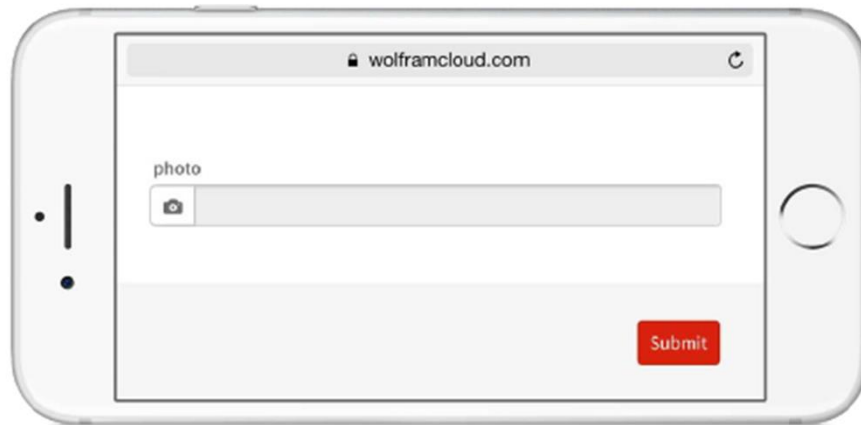
In[26]:= Select[{☐ london , ☐ nyc , ☐ tokyo , ☐ chicago },
GeoDistance[#, ☐ san francisco] < ☐ 3000 miles &]

Out[26]= { ☐ New York City , ☐ Chicago }

Procesiranje signala


```
CloudDeploy[FormFunction[{"photo" → "Image"}, EdgeDetect[#photo] &]]
```

```
CloudObject[https://www.wolframcloud.com/objects/727c12b9-6e42-496f-aa1d-0c5630c0fc5c]
```



Procesiranje signala

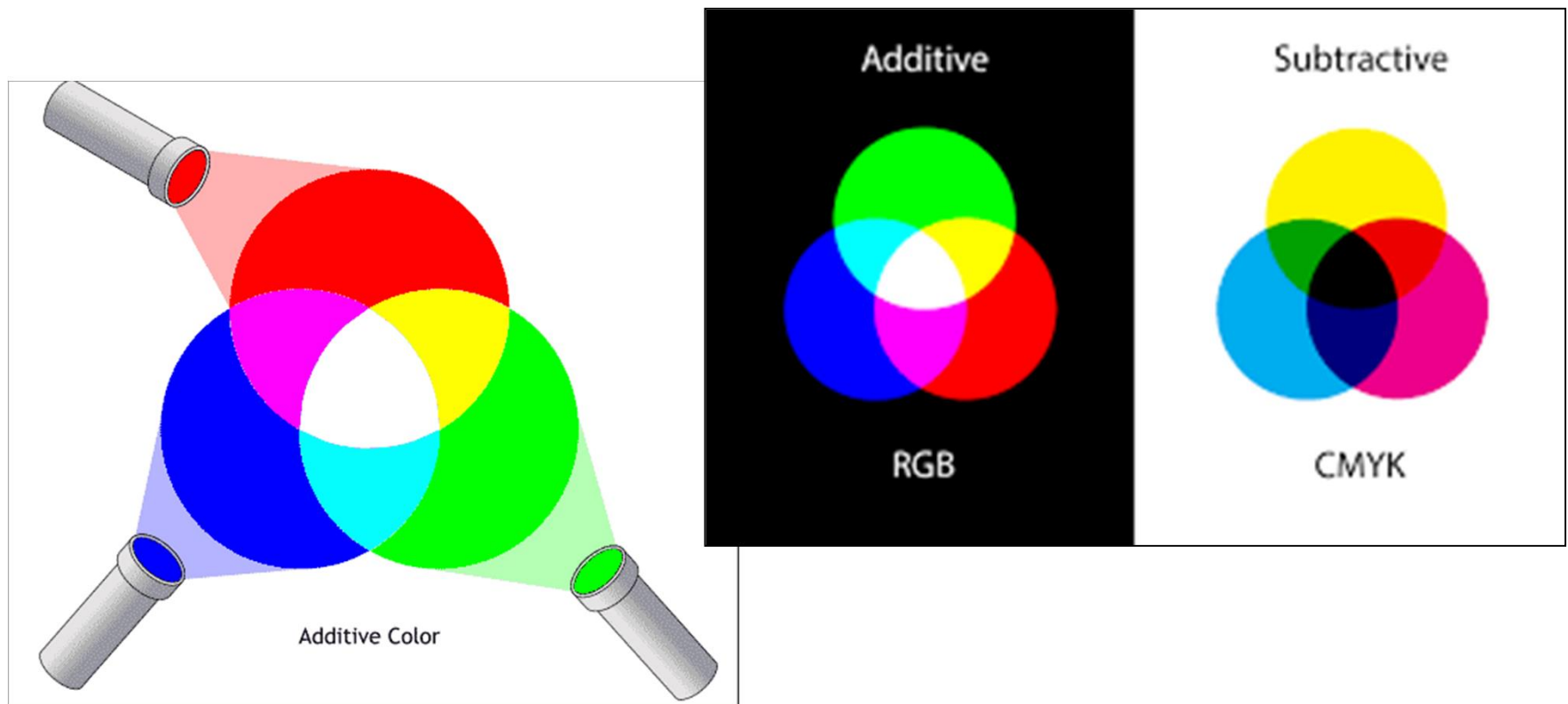
Digitalna televizija

- Da bi se omogućio prelazak sa analogne na digitalnu televiziju bilo je potrebno usaglasiti razvoj korisničke opreme, emitera programa i nosilaca regulative
- U Evropi je formirana organizacija Digital Video Broadcasting (DVB) koja je razvila DVB standarde digitalne televizije
- U ove standarde spadaju širokozastupljeni standard za terestrijalni prenos preko zemljanih radio stanica - standard DVB-T (DVB - Terrestrial), dok se standardi za satelitski prenos digitalne televizije označava kao DVB-S a kablovski sa DVB-C

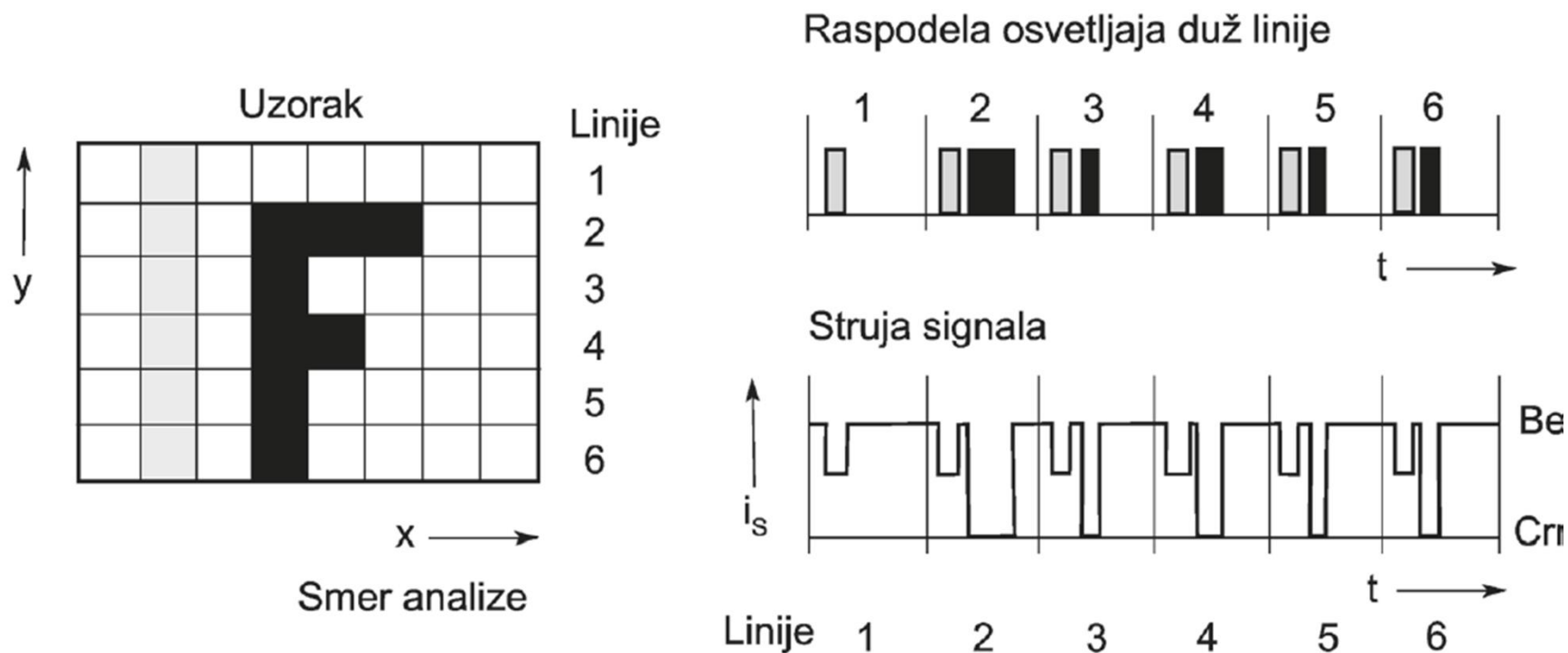
Sjajnost, boja, zasićenje boje

- Za izvor svetlosti jednobojan, ili monohromatski
 - **Luminance**, sjajnost izvora svetlosti, nijanse sivog; pokazuje da li je izvor svetlosti više ili manje svetao. Odgovarajuća fizička veličina je radijanca, koja definiše jačinu elektromagnetskih radijacija izvora svetlosti u određenom smeru
 - **Hue**, veličina jednobojnog izvora svetlosti, boja, dominantna talasna dužina svetlosnog zračenja
 - **Saturation**, smeša radijacija različitih talasnih dužina, zasićenje boje
 - **Brightness**, osvetljaj površine, gustina svetlosnog fluksa po jedinici površine

- **Kontrast** je relativni osećaj odnosa maksimalne i minimalne sjajnosti
- **Moć razlaganja oka** je sposobnost oka da raspozna sitne detalje na slici



Optičko-elektronski pretvarači



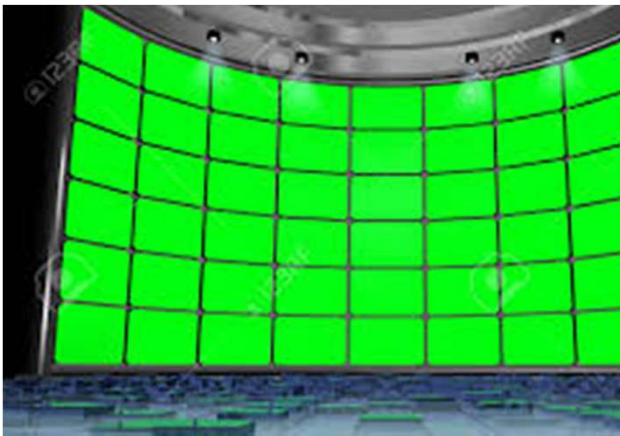
- **Učešljavanje**, Interlace, dve poluslike se sabiraju jedna između druge, tako da formiraju celu sliku
- **Statička rezolucija**, moć razlaganja predstavlja sposobnost televizijskog sistema da prenese sitne detalje strukture slike
- **Dinamička rezolucija** je sposobnost očuvanja detalja za vreme kada slika sadrži objekat koji je u pokretu, a kamera miruje ili ako se kamera kreće
- **Vremenska rezolucija** je sposobnost da se razlikuju događaji koji su raspoređeni u vremenu
- **Smearing** se u slici vidi kao vertikalna crvena ili bela linija iznad i ispod jako osvetljenih delova

Ocena kvaliteta senzora slike

- **Prenosna karakteristika senzora** slike predstavlja zavisnost generisane struje signala od intenziteta svetlosti na fotoosetljivoj ploči
- **Spektralna karakteristika senzora** slike određena je veličinom generisane struje u amperima po vatu, odnosno talasnih dužina pojedinih monohromatskih svetlosti
- **Inercija senzora** slike je kašnjenje u odzivu video-signala posle promene osvetljenosti senzora
- **Vreme ekspozicije senzora** slike je vremenski interval u kome se naelektrisanje akumulira između dva sukcesivna iščitavanja senzora slike
- **Rezolucija senzora** slike: Statička rezolucija je sposobnost optoelektronskog pretvarača da reprodukuje sitne detalje

Virtuelni studio

- Virtuelna studijska scenografija
- Specijalni programi za elektronsku grafiku pomoću kojih se može grafički generisati dekor i scena u studiju
- **Virtuelni studio** je postupak postavljanja virtualne scenografije



Komprimovanje sa estimacijom i predikcijom sjajnosti i pokreta

- Ako se objekat u nizu slika pomera, promene sjajnosti tačaka u susednim slikama su veće
- Obavlja se estimacija i predikcija i sjajnosti i pokreta u susednim slikama
- Predikcija sadržaja susednih slika kod interfrejm-komprimovanja može se obavljati kretanjem unapred (Forward Prediction)
kretanjem i unapred i unazad (Bi-directional Prediction)
 - I (Intra-frame),
 - P (Forward Prediction-frame)
 - B (Bi-directional-Prediction frame)

Komprimovanje slike

- za komprimovanje nepokretne slike
JPEG (Joint Photographic Experts Group)
- za komprimovanje pokretne slike
MPEG (Moving Picture Experts Group)
 - Slika se u koderu deli na makroblokovne 16 x 16 piksela, koji se organizuju u nizove ili trake (Slice) od više uzastopnih makroblokov po horizontali
 - Makroblokovni se dele na 4 manja bloka veličine 8 x 8 piksela, koji sadrže prepoznatljive delove cele slike
 - Svaki blok se transformiše korišćenjem digitalne kosinusne transformacije DCT, Furijeove transformacija, vejvleta (Wavelet)

MPEG kompresija video-signala

- MPEG-1 za multimedije sa rezolucijom 352x24
- MPEG-2 rezolucija za profesionalnu televiziju, sa bitskim protocima koji mogu da se kreću od 4 Mbita/s za LDTV (Low Definition Television), do 300 Mbita/s za HDTV
- MPEG-4 za multimedije sa 1/4 rezolucije od 352 x 240
MPEG-4 verzija 10, H.264 AVC, za prenos TV signala preko interneta i za potrebe mobilne televizije (DVB-H) koristi se i u HDTV prenosu, sa protocima do 6 Mbita/s
- MPEG-7 set deskriptora za multimedijalne informacije i Materijali mogu sadržati statične slike, 2D grafiku i 3D modele, audio-sadržaje, informacije o tome kako su ovi elementi kombinovani u digitalnim bazama podataka

Paketizacija i strim

- Povorka bita koja se generiše u video i audio MPEG koderima naziva se elementarni strim za video-podatke i elementarni strim za audio-podatke
- Za prenos na veće udaljenosti, formiraju se paket ili paketizuje u posebnom modulu na izlazu se dobija paketizovani elementarni strim ili PES
- PES sadrži sve potrebne podatke za komprimovanu sliku
- Programski strim (PS) formira se od paketizovanih video i audio strimova s dodatkom podataka za teletekst i specifičnih programskih informacija za vremensko usaglašavanje programa PCR (Program Clock Reference), za sinhronizaciju MPEG dekodera na prijemnoj strani SCR (System Clock Reference)

Profesor dr Miroslav Lutovac

mlutovac@viser.edu.rs

Ova prezentacija je nekomercijalna.

Slajdovi mogu da sadrže materijale preuzete sa Interneta, stručne i naučne građe, koji su zaštićeni Zakonom o autorskim i srodnim pravima.

Ova prezentacija se može koristiti samo privremeno tokom usmenog izlaganja nastavnika u cilju informisanja i upućivanja studenata na dalji stručni, istraživački i naučni rad i u druge svrhe se ne sme koristiti –

Član 44 - Dozvoljeno je bez dozvole autora i bez plaćanja autorske naknade za nekomercijalne svrhe nastave:

(1) javno izvođenje ili predstavljanje objavljenih dela u obliku neposrednog poučavanja na nastavi;

- ZAKON O AUTORSKOM I SRODNIM PRAVIMA

("Sl. glasnik RS", br. 104/2009 i 99/2011)