

# Multimedijalni sistemi - Pitanja

## Dragan

### 1. Kompresija

---

#### 1. Aritmeticka kompresija

- Celu poruku predstaviti realnim brojem iz intervala  $[0,1)$
- Interval  $(0, 1)$  se sukcesivno deli na podintervale u skladu sa frekvencom pojavljivanja sledećeg simbola.
- Svaki novi podinterval predstavlja jedan simbol.
- Po završetku procesa najmanji realan broj sadržan u odredišnom intervalu se bira kao kod date poruke

#### 2. Kolika je slozenost LZW: kodiranja I dekodiranja? Objasniti algoritam.

$O(N)$  i  $O(M)$  gde je  $N$  dužina ulaznog niza, a  $M$  dužina koda.

#### 3. Koje vrste korelacija medju podacima se koriste u algoritmima za kompresiju?

Postoje prostorne, vremenske i spektralne korelacije među podacima.

### 2. Svetlost i ljudski vid

---

#### 1. Opseg talasnih duzina

Oko detektuje talasne dužine iz opsega 400-700 nm.

Najveća je osetljivost na zelenu boju, najmanja na plavu

#### 2. Relativni odnos osetljivosti oka na R,G,B komponente?

R: 30%, G: 59%, B: 11%

#### 3. Navesti vrednosti R,G I B komponente koje daju:

- a. Belu boju  $\rightarrow (255, 255, 255)$
- b. Crnu boju  $\rightarrow (0, 0, 0)$

### 3. Osnove videa

---

#### 1. Vrste video signala

Vrste analognih video signala su:

- **komponentni** - 3 nezavisna video signala: RGB ili npr YUV; nema mešanja kanala; veći protok; potrebna sinhronizacija
- **kompozitni** - chroma i luma su miksovani u jedan; neizbežna interferencija
- **S-video** - dva signala: luma i komponentnu chroma; kompromis između prethodne dve vrste

## 2. Objasniti oznake: 1080i i 720p?

- 1080i = 1920x1080 interlaced scanning – Ima sliku rezolucije 1920 piksela u 1080 horizontalnih linija koje su obojene na ekranu kroz dva prolaska od 540 kroz svaku. Kvalitet slika je odličan za objekte koji se sporo kreću.
- 720p = 1280x720 progressive scanning – Ima sliku rezolucije 1280 piksela u 720 linija, nije popularna zbog nize cene i boljeg kvaliteta 1080p.

## 3. Karakteristike PAL I NTSC standarda?

### NTSC

- SAD, Kanada
- 720 x 540
- 525 scan linija, 480 je vidljivo
- interlaced tehnika deli frejm na dva polja
- aspect ratio = 4:3
- 29.97 FPS

### PAL

- Evropa
- 720 x 576
- 625 scan linija, 576 vidljivo
- 25 FPS
- interlaced tehnika
- aspect ratio = 5:4

## 4. Videoconferencing

---

### 1. Elementi videokonferencijskog sistema.

- specijalizovani videoconferencing uređaj
- video podsistem: ulazni i izlazni
- audio podsistem: ulazni i izlazni
- server
- prezentacioni računar
- dodatni uređaji

### 2. Objasniti multipoint videokonferenciju i opisati strukturu MCU (multipoint control unit)?

Multipoint videokonferencija podrazumeva više od 2 učesnika. Potreban je MCU za povezivanje više izvora. Svi učesnici zovu MCU ili MCU zove njih. MCU može biti čist softver ili kombinacija softvera i hardvera.

MCU - struktura:

Ima dve logičke komponente:

- **Multipoint kontroler (MC)** - upravlja aktivnom konferencijom, pregovara parametre za svakog učesnika konferencije

- **Multipoint procesor (MP)** - prima medije od svih učesnika konferencije, kreira izlazne strimove za svakog učesnika, itd.

## 5. Watermarking

---

### 1. Fingerprinting

Fingerprinting je posebna primena watermarking gde se informacije ugrađuju u sam sadržaj. Primer ovakvih informacija su informacije o autoru sadržaja i slično.

### 2. Robusnost watermarkinga?

Robusnost tj. otpornost na napade watermarkinga obično je implementirana u dva područja: trajanje računa i količina distorzije, tj. robustnost se bazira na činjenici da, ukoliko želi da izbaci watermark, napadač mora da potroši preveliku količinu vremena ili unese u sadržaj preveliku distorziju.

Savršeni watermark sistem morao bi podneti svako modifikovanje sadržaja u **standardnim** (npr. izoštravanje slike) ili **zlonamernim** (uništavanje watermarka) procesima. Neki od napada na koje watermark mora biti otporan su npr: **Poboljšanje signala**, Aditivni ili multiplikativni šum, **Linearno filtriranje**, **Nelinearno filtriranje**, **Kompresije s gubitkom**, Geometrijske transformacije, Redukcija i kompozicija podataka, **D/A i A/D konverzija**, **Višestruki watermark**, Mozaični napad

### 3. Vrste napada na koje WM treba biti otporan

#### 1. Napadi na robusnost - npr. uništavanje watermarka

- ovi napadi su najočigledniji
- Napadi ove kategorije kreću se od primene metode kompresije preko geometrijskih napada sve do specijalizovanih napada na sam watermark zavisno od metode ugrađivanja.

#### 2. Prezentacioni napadi

- ovde je cilj da detektor watermarka ne uspe da obavi posao
- tj. ovde je cilj sprečavanje detekcije watermarka izmenom sadržaja tako da pored detektora prođe bez detekcije

#### 3. Interpretacioni napadi

- npr. napadi lažnim svedočenjem
- kod napada na protokol, napad se vrši ubacivanjem novog watermarka, ali ne sa ciljem uništavanja prvog watermarka, nego sa ciljem kompromitovanja svrhe prvog watermarka

#### 4. Rupe u zakonu

- iskorišćavanje rupa u copyright zakonima i generalno zakonima o autorskim pravima čime se gubi smisao watermarkinga

### 4. Objasniti watermark i navesti osobine koje mora da poseduje?

Metode watermarkinga razvile su se zahvaljujući potrebi za autorskom zaštitom digitalnog sadržaja. Watermarking predstavlja ubacivanje informacija u neki sadržaj, sa osnovnim zadatkom da mora biti otporan, tj. da se iz sadržaja ne može lako ukloniti. Watermark ne mora nužno biti nevidljiv. Osobine koje mora da poseduje su:

- **neprimetnost** - dobro odrediti koliko zapravo watermark unosi distorzije u sistem, ili kako će se razna procesiranja koja se očekuju na sadržaju odraziti na prag vidljivosti

- **autorska prava** - potrebno je osigurati mogućnost detekcije redosleda ubacivanja watermarka (u svaki sadržaj moguće je dodati više watermarka)
- **robustnost** - savršeni watermark morao bi podneti svako kovanje, menjanje i distorziju primenjeno na sadržaj u standardnim ili zlonamernim procesima
- **sigurnost watermarka i ključevi** - u nekim primenama watermarkinga potrebno je ubacenu informaciju u sistem zaštititi od neovlašćenog koriscenja ili detektovanja, ukoliko je sigurnost tj. privatnost nužna, moguće ju je implementirati uvodjenjem tajnog ključa prilikom ubacivanja watermarka, čime se mogu dobiti dva osnovna nivoa sigurnosti:
  - i. **visok nivo**-izabrani mehanizam mora osiguravati da neovlašćeni korisnik ne samo da ne može pročitati informaciju koja je ubacena watermarkom, već ne može ni detektovati da je u originalnim sadržaj watermark ubacen
  - ii. **nizak nivo**-izabrani mehanizam mora osiguravati da neovlašćeni korisnik ne može pročitati informaciju koja je ubacena u watermark bez posedovanja tajnog ključa, ali spomenuti watermark može detektovati

## 5. Razlike između steganografije i watermarkinga.

Dok se steganografija bavi proučavanjem načina kako sakriti informaciju u naizgled nebitni sadržaj, metode watermarkinga razvile su se zahvaljujući potrebi za autorskom zaštitom digitalnog sadržaja.

**Steganografija je veština skrivanja samog postojanja informacija**, dok se kriptografija, sa kojom se često meša bavi zaštitom sadržaja informacije.

**Watermarking je ubacivanje informacije u neki sadržaj**, sa osnovnim zadatkom **da mora biti otporan**, tj. da se iz sadržaja ne može lako ukloniti.

Glavna razlika između steganografije i watermarkinga-a jeste da **watermark ne mora nužno biti nevidljiv**. Takođe, komunikacija je u steganografiji obično prirode **jedan na jedan** (od posiljaoca ka primaocu), a u watermarking-u **jedan na više**.

## ?? Razlika vektorske i rasterske grafike

**Vektorska grafika** se zasniva na principu vektora. Svaki vektor ima svoj smer, početnu i krajnju tačku. Vektorsku sliku možemo beskonечно povećavati i smanjivati bez gubitka kvaliteta zato što se bazira na matematičkim funkcijama.

**Rasterska grafika** se zasniva na pikselu. Raster je matrica piksela. Svaki od tih piksela može prikazati samo jednu boju određene svetline. Uvećanjem se dolazi do gubitka kvaliteta, pikseli ce se videti golim okom.

## Zadaćići

5. Odrediti Huffmanov kod ako su verovatnoće pojavljivanja simbola:  $p(A) = 0.15$ ,  $p(B) = 0.35$ ,  $p(C) = 0.1$ ,  $p(D) = 0.05$ ,  $p(E) = 0.35$

A: 101    B: 0    C: 1001    D: 1000    E: 11

13. Napisati Huffmanov kod ako su date sledeće verovatnoće pojavljivanja simbola A,B,C,D,E – 0,3 0,2 0,25 0,1 0,15 respektivno ((možda nisu baš tim redom bile zadate verovatnoće, ali te su)).

6. Odrediti LZ kod za ulazni niz XXXYXYXYXYXYXYX?

1. Prikazati sadržaj kodne tabele prilikom LZW kompresije niza simbola ABBABAAABAABBAAA?

3. Primeniti LZW kompresiju na: B A A B B B A B A A B A A A

35. Ako su frekvencije pojavljivanja simbola A,B,C i D redom 0.4, 0.3, 0.2, 0.1 odrediti aritmeticki kod ulaznog stringa CBAD.

A B C D 4:3:2:1

C (0-0.4-~~0.7-0.9~~-1)

B (0.7-~~0.78-0.84~~-0.88-0.9)

A (~~0.78-0.804~~-0.822-0.834-0.84)

D (0.78-0.7896-0.7968-~~0.8016-0.804~~)

Bilo koji broj iz intervala **0.8016-0.804**

# Petar

## 1. Modeli boja i palete

---

### 1. YPbPr i transformacija u RGB

YPbPr je analogna verzija formata boja YCbCr.

Gde se Kb i Kr unapred zadaju i u zbiru treba da su manji od 1

- $Y' = Kr * R' + (1 - Kr - Kb) * G' + Kb * B'$
- $Pb = 0.5 * (B' - Y') / (1 - Kb)$
- $Pr = 0.5 * (R' - Y') / (1 - Kr)$

### 2. Navesti model boja koje standardna televizija koristi za prenos i prikaz slike?

Analogna televizija - YPbPr

Digitalna televizija - YCbCr (Y - luma, Cb - component blue, Cr - component red)

### 3. Postupak dobijanja grayscale u HSV

Treba **samo izdvojiti V kanal** koji u suštini predstavlja meru osvetljenosti slike pa samim tim ima isti smisao kao grayscale iako se ne računaju matematički na isti način.

### 4. Napisati kod za konverziju boje (predstavljene RGB modelom) u odgovarajucu nijansu sive?

```
blue = p[0];  
green = p[1];  
red = p[2];  
p[0] = p[1] = p[2] = (redR * red + greenR * green + blueR * blue);
```

Svaka vrednost neke komponente se mnozi sa svojim koeficijentom.

Najbolji rezultat se dobije kada važi uslov  $redR + greenR + blueR = 1.0$

Heuristički dobijeni koeficijenti koji daju najbolji utisak:

$redR=0.299$ ,  $greenR=0.587$ ,  $blueR=0.114$

### 5. Navesti razlike izmedju CMYK I RGB modela boja?

CMYK - Cyan, Magenta, Yellow, Black.

RGB je aditivni model boja, a CMYK je subtraktivni model boja.

Kod RGB se bela dobija kao mešavina svih boja, a crna predstavlja odsustvo svih nijansi R, G i B. Dakle, podloga je crna, a mešanjem se dobijaju boje.

Kod CMYK je obrnuto (kao kod slikarskih pigmenata). Ovde je podloga bela, a od nje se "oduzimaju" komponente da bi se dobila željena boja.

### 6. Objasniti HSV model boja.

- **Hue** se najčešće naziva "aktuelna" boja objekta
- **Saturation** je mera čistoće boje. Ako Hue kaže da je boja zelena, Saturation će reći koliko je zapravo zelena
- **Value** parametar definiše koliko je boja svetla ili tamna

## 2. Kodovanje bez gubitaka

---

## 7. Kodirati Shannon-Fano kodom sledeci tekst: ABRKA DABRA KOBRA TEBRA BRADA IKADA SADA

Frekvencije pojavljivanja:

A: 13, B: 5, R: 5, K: 3, D: 4, T: 1, I: 1, S: 1

Poređa se u opadajući redosled:

A: 13, B: 5, R: 5, D: 4, K: 3, T: 1, I: 1, S: 1

Deli se na dva dela tako da imaju što manju razliku u zbiru frekvencija, razlika može biti i 0. Levom delu se dodaje 0, desnom 1. Nastavlja se ispočetka dok ima više od 1 elementa po grupi.

A, B (0)      R, D, K, T, I, S (1)

A(00) B(01)    R, D (10)    K, T, I, S (11)

A(00) B(01)    R(100) D(101)    K(110)    T, I, S (111)

A(00) B(01)    R(100) D(101)    K(110)    T, I (1110)    S (1111)

A(00) B(01)    R(100) D(101)    K(110)    T (11100) I(11101)    S (1111)

Sada kada imamo kodove možemo kodirati tekst.

## 3. Formati za prikaz slika

---

### 8. Koji je glavni nedostatak GIF formata za prikaz slika?

Originalni GIF je ograničen na osmobarbitnu paletu, što znači 256 boja. Pogodan je za čuvanje slika sa relativno **malo boja** i sa relativno **jednostavnim oblicima**. Koristi „**lossless**” **kompresiju** koja je pogodna za slike koje imaju velike površine iste boje. Manje je efektivna kod slika sa visokim nivoom detalja.

## 4. Bitmap

---

### 1. Koliko bajtova zauzima na disku 8bit RGB bitmapa dimenzija 128x128?

Dakle:  $128 * 128 * 1B + \text{header} = 2^{14} * 1B = 16 \text{ KB} + \text{header}$

### 2. Data je 24b RGB bitmapa dimenzija 128x128. Koliko bajtova je potrebno za smestanje nakon YUV koverzije i downsamplinga 4:1:1 primenjenog na U i V?

Kod obične bismo imali za  $Y = 8b * 128 * 128$ ,  $U = 8b * 128 * 128$ ,  $V = 8b * 128 * 128$

Posto imamo downsampling 4:1:1, Y ostaje nepromenjeno, a U i V se smanjuju 4 puta.

$U = 2^{14} B / 4 = 2^{12} B = 4 \text{ KB}$ ,  $V = 4 \text{ KB}$

Ukupno:  $2^{14} + 2^{12} + 2^{12} = 16 + 4 + 4 = 24 \text{ KB} + \text{header}$

### 6. Objasniti BMP fajl, segmente, od čega se sastoji itd?

- **BMP zaglavlje** - osnovne informacije o slici,
- **DIB zaglavlje** - detaljne informacije o slici,
- **Paleta boja** - Segment je niz bajtova koji opisuju boje koje se koriste u slikama predstavljenim kao slike sa indeksiranim bojama. Paleta se ne koristi u slučajevima kada se boje opisuju sa 16 i više bitova. Tada ovaj segment slike jednostavno ne postoji.

- **Bitmapa** - podaci o slici, red po red, piksel po piksel

## 5. Filteri

### 3. Napisati funkciju koja se moze koristiti i za Color i za Brightness?

```
void foo(double r, double g, double b, double brightnessChange)
{
    double R, G, B;
    R = r + brightnessChange;
    G = g + brightnessChange;
    B = b + brightnessChange;

    for(int i=0;i<img.Width;i++)
    {
        for(int j=0;j<img.Height;j++)
        {
            var pixel = img.getPixel(i,j);
            img.setPixel(i,j, Color.FromArgb(pixel.R + R, pixel.G + G, pixel.B + B));
        }
    }
}
```

### 3. Opisati nacin rada konvolucionih 3x3 filtera.

Imamo konvolucionu matricu dimenzija 3x3, kao i još dva parametra: **Factor** i **Offset**.

Krećemo se kroz sliku sa određenim pomerajem (stride), izdvajamo podmatrice veličine 3x3, i za svaku ovakvu podmatricu, uz pomoć konvolucione matrice i parametara Factor i Offset računamo novu vrednost za piksel u sredini ovakve podmatrice. Računa se na sledeći način:

- $k = (S/\text{Factor}) + \text{Offset}$ , gde je  $S$  zbir pokomponentnih množenja elemenata podmatrice i konv.matrice. Dobijena vrednost  $k$ , zameniće u rezultantnoj slici vrednost centralnog bajta iz matrice  $P$ .
- 

Postavljaju se pitanja:

- Šta raditi sa podmatricama sa ivica slike? Imamo razne opcije za **padding**:

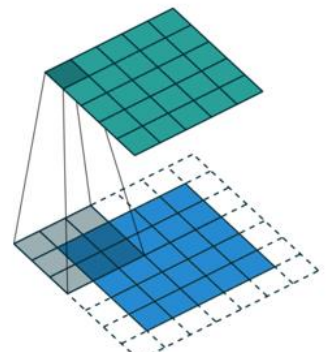
- Dodati 0 u padding area
- Kopirati vrednosti i krajnjih celija
- Dodati 255 u padding area
- Kopirati vrednosti simetrično

0	0	0
0	7	8
0	9	6

7	7	8
7	7	8
9	9	6

255	255	255
255	7	8
255	9	6

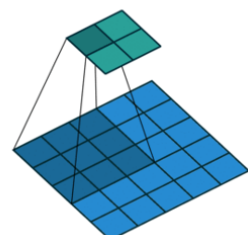
6	9	6
8	7	8
6	9	6



Striding

- **Striding** - koliki pomeraj treba da bude pri kretanju kroz sliku?

- Dobijanje umanjene rezultante slike
- Definiše se širina zone preklapanja
- U ovom primeru zona preklapanja je 1
- U slučaju da je zona preklapanja 2, dobila bi se rezultanta slika 3x3
- Ovde nije moguće primeniti zonu preklapanja 0





**17. Primer konvolucionog filtera za detektovanje ivica? Navesti transformacionu matricu jednog konvolucionog filtera za detektovanje ivica?**

- Prihvatimo sliku za koju tražimo ivice kao i vrednost **nThreshold** koja definiše ivice
- Napravimo kopiju slike
- Primijenimo odgovarajući filter nad **originalom** i nad **kopijom**. Oynačimo rezultate sa P i P2.
- Za svaki piksel odredimo vrednost koju će imati u rezultatnoj slici  
**nPixel = (int) Math.Sqrt((p[i,j]\*p[i,j]) + (p2[i,j] \* p2[i,j]));**  
**if (nPixel<nThreshold)nPixel = nThreshold;**  
**if (nPixel>255) nPixel = 255;**
- Prikažemo rezultatnu sliku

Primeri konvolucionih filtera za detektovanje ivica:

- **Prewitt**
  - Offset: 0
  - Factor: 1

1	1	1
0	0	0
-1	-1	-1

**4. Opisati nacin funkcionisanja resize operacije?**

Postoji **linear** i **bilinear** resize operacija.

Linear resize:

- U oba slucaja su nove dimenzije slike: nWidth, nHeight.
- Stara slika je objekat Bitmap bmOld.
- Kreira se nova slika kao  
**b = new Bitmap(nWidth, nHeight, bmOld.PixelFormat).**
- Izračunaju se resize faktori:  
**nXFactor = bmOld.Width/nWidth;**  
**nYFactor = bmOld.Height/nHeight;**
- Svaki piksel u odredišnoj slici se računa kao:  
**b.SetPixel(x, y, bmOld.GetPixel ( x \*nXFactor, y \* nYFactor));**

**7. Opisati funkcionisanje osnovnog filtera koji tamnije boje cini tamnijim a svetlije svetlijim? (Contrast!)**

Ovo je contrast filter. Najčešće se zadaje **jedna normalizovana celobrojna vrednost u rasponu (-100, 100)** i označava se sa (nContrast)

```
contrast = (100.0+nContrast)/100.0;  
contrast *= contrast;
```

Rezultat je broj iz opsega od 0.0 do 4.0

**Izvorna vrednost pixelSrc se iz opsega 0 do 255 prevede u opseg -0.5 do 0.5:**

```
pixel = pixelSrc/255.0;  
pixel -= 0.5;
```

**Zatim se pomnoži dobijenom vrednošdu contrast i zatim se vrati u interval 0 do 255**

```
pixel *= contrast;  
pixel += 0.5;  
pixel *= 255;
```

#### 10. Navesti razliku izmedju konvolucionih i displacement filtera za slike?

**Konvolucionni filteri:** Krecemo se kroz sliku i **izdvajamo podslike iste dimenzije kao konvolucionna matrica**. **Mnozimo te dve matrice i sabiramo medjusobno**, tako da dobijamo konvolucionu vrednost  **$k = (S / \text{Factor}) + \text{Offset}$** , ova vrednost menja centralni bajt u rezultujucoj slici.

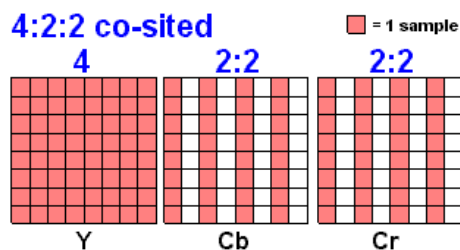
**Displacement filteri:** Ulaz u svaki displacement filter je slika predstavljena kao bmp objekat i offset matrica. **Matrica offset treba da bude saglasna dimenzijama sa rezolucijom slike**. Za svaki piksel se preračunavaju komponente boja tako sto se na komponente dodaju komponente tog piksela matrice offset.

```
xOffset = offset[x,y].X;
yOffset = offset[x,y].Y;
p.SetPixel (x, y, b.GetPixel(x+xOffset, y+yOffset));
```

## 6. JPEG

---

#### 9. Nacrtati 4:2:2 downsampling matricu?



Za 4:1:1 se izbacuje svaka druga kolona.

#### 11. Navesti glavne korake u kreiranju JPEG slike?

Iako JPEG fajl može biti kreiran na različite načine, najkorišteniji je tzv. **"JFIF encoding"**. Proces:

- Transformacija modela boja **iz RGB u YCbCr**
- Broj boja se redukuje **(50% boja se eliminiše (DOWNSAMPLING))**. Ovo je moguće, ali nije neophodno.
- Slika se **podeli na blokove od po 8x8 piksela**. U svakom bloku se primeni **DCT transformacija** nad svakom od Y, Cb i Cr komponenti.
- **Visoke frekvencije se kvantizuju** manje precizno nego niske
- Rezultatni **8x8 blok se dalje kompresuje** nekim metodom za **kompresiju bez gubitaka**

## 7. Histogram

---

#### 5. Napisati pseudokod za filter cija je posledica histogram sliding za -50.

**Svaka komponenta svakog piksela se umanja za 50, plus provera donje granice.**

```
for (i in range (0, image.height))
    for (j in range (0, image.width))
        pixel = GetPixel(image, i, j)
        R = pixel.R - 50
        if (R < 0) R = 0
        G = pixel.G - 50
        if (G < 0) G = 0
        B = pixel.B - 50
        if (G < 0) G = 0
        SetPixel(image, i, j, R, G, B)
```

## 8. WAV

---

### 5. Navesti glavne delove WAV fajla?

Glavni delovi WAV fajla su:

- RIFF zaglavlje
- FMT
- Data

### 12. Ukratko opisati process konkatencije dva WAV fajla sa potpuno istim sadrzajem?

1. SubChunk2Size dobija veličinu  $\text{SubChunk2Size} * 2$  (Ovde SubChunk2Size dobija veličinu duplo vedu)
2. ChunkSize se ažurira tako što se postavi novi koji ima vrednost prethodnog + SubChunk2Size (jer su oba fajla iste dužine)
3. Data deo posle 40. bajta se samo duplira.

### 16. Kojim redom se podaci nalaze u data delu WAV fajla?

- Od pozicije 36, 4 bajta: Subchunk2ID slova "data"
- Od 40, 4 bajta: Subchunk2Size = NumSamples \* NumChannels \* BitsPerSample/8. Ovo je ukupan broj bajtova u Data segmentu
- Od 44, pa do kraja: podaci koji opisuju zvukove

### 3. Nacin rada gamma filtera

```
byte [] redGamma = new byte [256];  
    for (int i = 0; i < 256; ++i)  
    {  
        redGamma[i] = (byte) Math.Min(255, (int)(( 255.0 * Math.Pow(i/255.0,  
1.0/red)) + 0.5));  
    }  
  
Byte newRed = redGamma[oldRed];
```

Gde je **red** neka konstanta. Ovo se radi za sve boje.

### 15. Šta su False Color Images?

Slike sa „lošom” paletom, ili lošim rasporedom boja. Najčešće se smatraju kao „artistic” filteri. Najjednostavniji način za njihovo dobijanje je sledeći: Uzeti jednu sliku sa definisanom paletom (8-bitni BMP) i primeniti neki filter nad bajtovima slike. (MISLIM DA OVO NIJE TACNO)

False Color slike su one koje su snimljene preko opsega koji nije R G B, i onda prebacene u RGB ili neki drugi format.

## Martin

### 1. Objasniti razliku između longitudinalnih i transferzalnih talasa.

Medijum - materija kroz koju se zvuk prenosi naziva se medijum (medium). Medijum može biti: čvrst, tečan ili gasovit. Zvuk se ne može preneti kroz vakuum.

**Longitudinalan** (uzdužan)

- Naziva se još i kompresioni talas.
- **Prostire se kroz sve tri vrste medijuma.**
- **Talasi stvaraju naizmenična polja povišenog i sniženog pritiska** (u odnosu na ravnotežni) u medijumu.

**Transferzalan** (poprečan)

- **Moguć samo u čvrstim telima.**
- Talas predstavlja izmeštanje čestica tela u odnosu na ravnotežni položaj.

### 2. Koliki je teorijski čujni opseg ljudskog uha a koliki realni? I od čega zavisi?

Idealan frekvencijski opseg ljudskog uha: 20Hz – 20kHz ("čujni opseg").

Realan čujni opseg je uži i degradira sa starenjem i akustičkim uslovima.

### 3. Kolika je brzina prostiranja zvuka u vazduhu na 20C u nivou mora?

Čist vazduh na 20°C, u nivou mora: brzina zvuka  $\approx 1235 \text{ km/h} \approx 343 \text{ m/s}$

### 4. Napisati formulu za decibel i ukratko objasniti šta je to? Da li se radi o apsolutnoj ili relativnoj vrednosti?

Fizički doživljaj jačine (glasnoće) zvuka odgovara veličini zvučnog pritiska. U pitanju su oscilacije u pritisku oko atmosferskog (ravnotežnog) pritiska.

Zvučni pritisak se često izražava preko odnosa apsolutnog i referentnog pritiska (nivo zvučnog pritiska). Apsolutna vrednost promene pritiska medijuma (npr. vazduha) u odnosu na ravnotežni varira u prostoru i vremenu. Kvadrat ove veličine se obično usrednjava po prostoru i/ili vremenu. Koren ove kvadratne srednje vrednosti naziva se RMS (Root Mean Square).

Zvučni pritisak se često izražava ne kao apsolutna vrednost, već kao relativni – logaritamski – odnos između aktuelne i referentne vrednosti. Referentna vrednost zvučnog pritiska je: 20μPa u vazduhu, odnosno 1μPa u vodi.

Algoritamski odnos između aktuelnog i referentnog pritiska definiše nivo zvučnog pritiska u decibelima (dB):

$$L_p = 10 \log_{10} \left( \frac{p^2}{p_{ref}^2} \right) = 20 \log_{10} \left( \frac{p}{p_{ref}} \right) \text{ dB}$$

gde je  $L_p$  – Level of Pressure,  $p$  – zvučni pritisak RMS,  $p_{ref}$  – referentni pritisak.

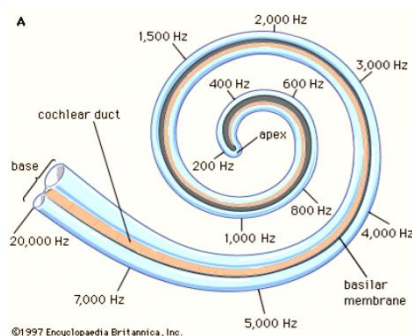
### 5. Da li je subjektivni opazaj jačine zvuka linearan ili logaritamski?

Čovek razaznaje subjektivnu jačinu zvuka logaritamski – tako da logaritamski odziv podešavanja jačine zvuka čoveku zvuči – linearno!

**6.** Kako se zove deo ljudskog uha koji opaza zvuk, skicirati, i objasniti po kom principu covek određuje frekvenciju zvuka koji čuje?

Organ pomoću koga opažamo zvuk naziva se **kohlea** (cochlea) i nalazi se u unutrašnjem uhu. Ima spiralni oblik, ispunjena je tečnošću, a jedan njen zid je pokriven trepljastim ćelijama. Za svaku frekvenciju iz čujnog opsega postoji mesto gde treplje najviše vibriraju – na taj način čovek određuje visinu zvuka koji čuje.

### Cochlea



**7.** Objasniti princip rada svih mikrofona.

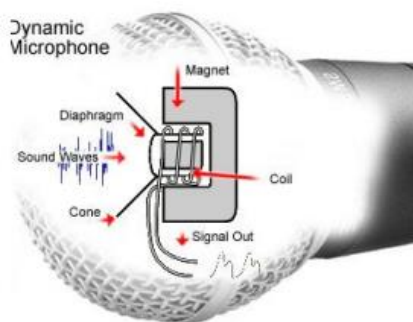
Služe za konverziju zvučnih talasa u električni signal.

Podela:

- Dinamički mikrofoni
- Kondenzatorski mikrofoni
- Ugljeni mikrofoni
- Piezoelektrični mikrofoni

### Dinamički mikrofoni

Radi po principu kretanja kalema u stalnom magnetnom polju, što izaziva elektromagnetsku indukciju u kalemu.



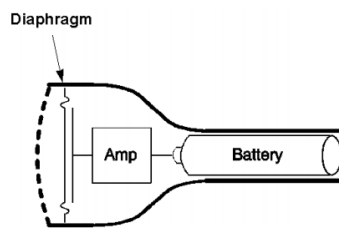
### Kondenzatorski mikrofoni

Kondenzatorski mikrofoni se sastoje od dve ploče, na koje se dovodi konstantan jednosmeran napon (tzv. fantomsko napajanje). Te dve ploče čine kondenzator. Kapacitivnost kondenzatora obrnuto je srazmerna rastojanju između ploča.

Jedna od ploča je pokretna (tzv. dijafragma), i kada zvučni talas pomera ploču, periodično se povećava i smanjuje rastojanje između ploča, samim tim se menja i kapacitivnost kondenzatora.

Rezultat je periodična promena napona na pločama kondenzatora. Ta promena napona se detektuje i pojačava – to je električni signal analogan zvučnom signalu na dijafragmi.

- o Principijelna šema:



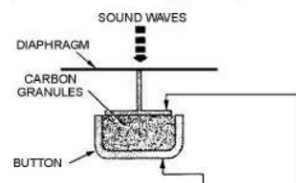
## Ugljeni mikrofon

Poznat iz telefonskih slušalica, **ugljeni mikrofon** radi na principu promene provodnosti ugljenog praha između dve provodne ploče na kojima je napon.

Jedna ploča je pokretna (dijafragma), i kada vrši veći pritisak na ugljeni prah – provodnost praha je veća, i obrnuto.

Ovakvi mikrofoni mogu da igraju i ulogu primitivnih pojačavača (služili su da pojačavaju telefonske signale na dugim linijama pre pojave vakuumskih cevi – "radio lampi").

- o Principijelna šema ugljenog mikrofona:



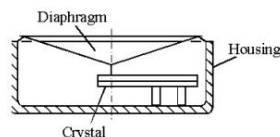
- o Tipičan izgled ugljenog mikrofona:



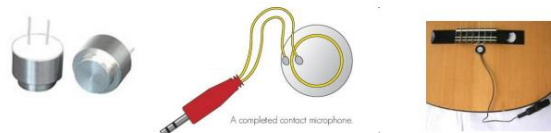
## Piezoelektrični mikrofon

Piezoelektrični efekat je **pojava napona na izvesnim materijalima (kristalima) kada su podvrgnuti pritisku**. Ukoliko je materijal podvrgnut pritisku čija vrednost osciluje u vremenu, na krajevima će se pojaviti napon koji ima odgovarajuće oscilacije. **Ovaj princip posebno je pogodan za kontaktne mikrofone (npr. za ozvučavanje muzičkih instrumenata – u tom slučaju mikrofon je priljubljen uz telo instrumenta i beleži njegove vibracije).**

- o Principijelna šema piezoelektričnog mikrofona:



- o Tipičan izgled piezoelektričnog mikrofona:



## 8. Objasniti princip rada elektrostatickog zvučnika i ostalih.

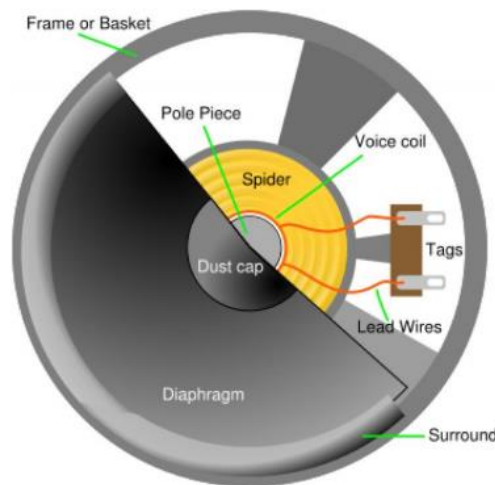
Podela

- Elektrodinamički
- Piezoelektrični
- Elektrostaticki

### Elektrodinamički zvučnici

Daleko najpopularnija kategorija zvučnika. Princip je isti kao kod dinamičkih mikrofona. Promenljivi električni signal prolazi kroz kalem i indukuje u njemu promenljivo magnetno polje. Kalem se nalazi u polju stalnog magneta, pa se indukovano magnetno polje slaže ili opire u odnosu na stalno polje magneta, što pokreće kalem. Pokreti kalema odgovaraju promenama električnog signala, čime se električni signal konvertuje u zvučni.

#### ○ Konstrukcija elektrodinamičkog zvučnika:



- frame/basket – korpa
- spider – pauk
- voice coil – kalem
- diaphragm – membrana
- surround – vešanje

Pauk se sastoji od talasaste mrežice koja ima ulogu da centrira i nosi kalem.

Kalem stoji stalnog magneta i u njegovom je polju.

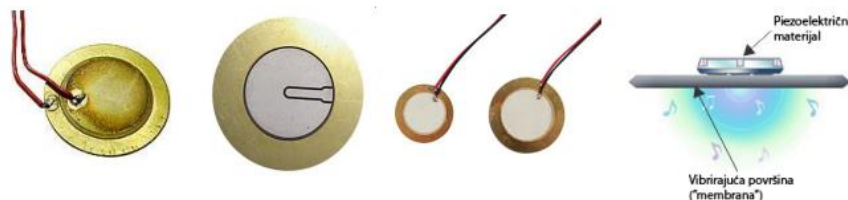
### Piezoelektrični zvučnici

Princip je isti kao kod piezoelektričnog mikrofona.

**Prednosti:** otporni su na preopterećenje, izdržljivi.

**Nedostaci:** uzak frekvencijski opseg, mogu oštetiti pojačavač.

Najčešće su malih dimenzija i služe kao "biperi". Ugrađuju se i u veće sisteme kao visokotonci. Tipičan izgled piezoelektričnih zvučnika:



### Elektrostaticki zvučnik

Membrana zvučnika je provodna ploča (najčešće plastika prevučena grafitom) između dve provodne rešetke opterećene stalnim naelektrisanjem. Membrana je na visokom naponu, i na njoj je konstantna količina naelektrisanja  $Q$ . Na provodne rešetke se dovodi električni audiosignal, koji menja električno polje između rešetki (u skladu sa zvukom). Membrana se ponaša kao naelektrisana "čestica" u promenljivom električnom polju i pomera se sa promenama polja.



**Prednosti:** izuzetno veran zvuk, čvrst precizan bas.

**Nedostaci:** prevelika usmerenost, slabiji odziv u basovima, osetljivost na vlagu u prostoriji



**9. Sta je to frekvencija odmeravanja i gde se javlja kao parameter?**

AD konverzija predstavlja preslikavanje nekog kontinualnog na neki diskretan skup. Primer: pretvaranje napona, koji je čisto kontinualna veličina, u broj (sa ograničenim brojem decimala), koji je diskretna veličina.

Frekvencija odmeravanja je frekvencija kojom se vrši odmeravanje nivoa ulaznog signala. Što je frekvencija odmeravanja veća, digitalni signal sadrži više informacija (odmerci su "češći"), preciznije opisuje originalni signal, i prilikom rekonstrukcije originalnog signala (DA konverzije) dolazi do manje odstupanja.

Proces odmeravanja se takođe naziva "semplovanje" (eng. sample – uzorak). Zbog toga se frekvencija odmeravanja zove frekvencija semplovanja (engl. "sampling rate").

**10. Nikvistova teorema I njena posledica?**

Nikvist-Šenonova teorema odmeravanja.

Uvod: svaki složeni signal se može razložiti na niz prostoperiodičnih (sinusoidnih) signala, pomoću Furijeovog razvoja. Svaki od tih prostih signala ima svoju frekvenciju. Zato je uobičajeno da se kaže da se zvuk sastoji iz niza frekvencija (kao da su mu to komponente).

**Teorema (neformalna interpretacija):** ako koristimo frekvenciju odmeravanja  $f$ , onda signal koji semplujemo ne sme sadržati frekvencije veće od  $f/2$  (inače će seplovan signal sigurno sadržati gubitke). Nikakva frekvencija koja je viša od  $f/2$  neće postojati u digitalnom (i kasnije u rekonstruisanom analognom) signalu.

Drugim rečima: najviša frekvencija koju možemo semplovati sa frekvencijom semplovanja  $f$  je  $f/2$ .

**Posledica:** što nam je niža frekvencija odmeravanja, to će zvuk biti više odsečen "odozgo", u smislu viših frekvencija.

**4. Šta je rezolucija kod AD konverzije?**

Rezolucija je broj različitih (brojnih) vrednosti koje može sadržati jedan odmerak (semp). Rezolucija direktno zavisi od broja bitova koje sadrži jedan odmerak. Ako svaki odmerak sadrži 3 bita, onda jedan odmerak može imati ukupno 8 različitih vrednosti. Rezultat toga je da odmerak ne može fino opisati vrednost signala, već sadrži neku grubu približnu vrednost.



**11. Koje su tipicne vrednosti frekvencije odmeravanja i rezolucije kod CD-a i u studiju?**

CD:

- Frekvencija odmeravanja: 44100 Hz
- Rezolucija: 16b

Studio:

- 48 ili 96 kHz
- Rezolucija: 24b