

DEKAN

1,2,5,10

1. Prikazati sadržaj kodne tabele prilikom LZW kompresije niza?

LZW dekompresor kreira istu tabelu podstringova u toku procesa dekompresije tj. tabela se ne prenosi. Polazi se sa tabelom koja inicijalno ima 256 elemenata pridruženih pojedinačnim karakterima. Tabela podstringova se dopunjuje za svaki karakter u ulaznom strimu izuzev za prvi. Dekodiranje se svodi na citanje kodova i njihovo transliranje u podstringove na osnovu izgrađene tabele podstringova.

LZW algoritam - dekompresija

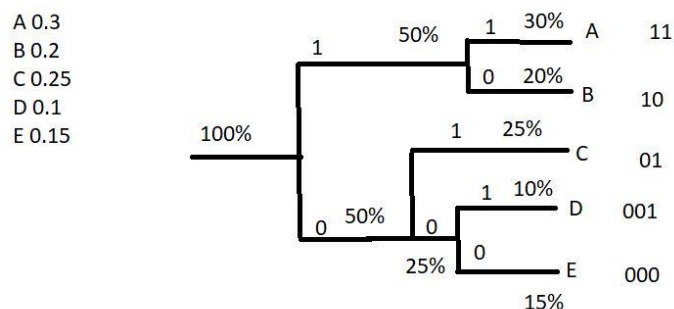
```
1  Inicijalizacija tabele podstringova pojedinačnim karakterima
2  OLD = prvi ulazni kod
3  output translacije za OLD (tj S(OLD) )
4  WHILE not end of ulazni strim
5      NEW = sledeći ulazni kod
6      IF se NEW ne nalazi u tabeli podstringova
7          S = translacija od OLD (tj S(OLD) )
8          S = S + C (prvi karakter od S)
9          Output S
10         Upiši S u tabelu podstringova
9      ELSE
10         S = translacija od NEW
11         output S
12         C = prvi karakter od S
13         S(OLD) + C upiši u tabelu podstringova
14     OLD = NEW
15 END WHILE
```

3. Navesti vrednosti R, G I B komponente koje daju a) belu boju, b) crnu

bela- $r=255, b=255, g=255$. crna $r=0, b=0, g=0$

4 Robusnost watermarkinga Savršeni watermark sistem morao bi podneti svako modifikovanje, menjanje i distorziju primenjeno na sadržaj u standardnim ili zlonamernim procesima. Savršene metode (za sada) nema i nije sigurno da li uopšte postoji. □ Neki od napada na koje watermark mora biti otporan su npr: Pобоljšanje signala (npr. izoštravanje, pojačanje kontrasta, korekcija boje ili gama kanala), Aditivni ili multiplikativni šum Linearno filtriranje Nelinearno filtriranje Kompresije s gubitkom

6. Napisati Huffman-ov kod ako su date sledeće verovatnoće pojavljivanja simbola: A-0.3, B-0.2, C-0.25, D-0.1, E-0.15.



7. Objasniti oznake 1080i i 720p.

Osnovna podela video fajlova prema formatu je na:

(a) SD(Standard Definition)

(b) HD(High Definition)

HD video podrazumeva znacajno vecu rezoluciju od SD standarda. Prema velicini frejma dele se na podstandarde 720 i 1080, sa rezolucijama 1280x720 i 1920x1080. Slika moze biti progressive i interlaced(oznake p i i).

Progressive ekrani osvezavaju svaku horizontalnu liniju u svakom ciklusu. Na primer, 1080p, full HD ekran, koji radi na 120Hz, ce osveziti svaku od svojih 1080 linija 120 puta u sekundi.

Interlaced ekran osvezava svaku drugu liniju u svakom ciklusu. Sto znaci da ce isti TV, sa 1080i osvezavati 540 linija 120 puta u sekundi.

U proslosti, kada su ekrani radili pomocu vakuumskih cevi, elektricni proces je bio mnogo sporiji nego danas. Osvezavanje svake linije bi dovelo do velikog ikera. Cak je i osvezavanje svake druge linije rezultovalo pojavom ikera, ali svakako manjim nego sa svakom linijom. Danasnji ekrani imaju dovoljno veliku moc da mogu da obrade oba pristupa. Progressive ekran moze da prikaze i interlaced format, dok obrnuto ne vazi.

8. Koje vrste koleracija medju podacima se koriste u algoritmima za kompresiju?

Kod kompresije smanjuje se velicina podataka na osnovu postojećih koleracija: prostor, vreme i spektar.

9. Razlika izmedju steganografije i watermarking-a?

Watermarking je, uz steganografiju, jedna od najpoznatijih primena skrivanja informacija(information hiding). Dok se steganografija baci proucavanjem nacina kako sakriti informaciju tj. komunikaciju u naizgled nebitni sadrzaj, metode watermarkinga razvile su se zahvaljujuci potrebi za autorskom zastitom digitalnog sadrzaja. Steganografija je vestina skrivanja samog postojanja informacija, dok se kriptografija, sa kojom se cesto mesa bavi zastitom sadrzaja informacije.

Watermarking je ubacivanje informacije u neki sadrzaj, sa osnovnim zadatkom da mora biti otporan, tj. da s eiz sadrzaja ne moze lako ukloniti. Glavna razlika izmedju steganografije i watermarking-a jeste da watermark ne mora nuzno biti vidljiv. Takodje, razlika je i u primeni-u steganografiji je primena isklucivo skrivanje informacija, a u watermarking-u zastita autorskih prava ili dodavanje informacija vezanih uz sadrzaj. Takodje, komunikacija je u steganografiji obicno prirode jedan na jedan(od posiljaoca ka primaocu), a u watermarking-u jedan na vise.

11. LZW algoritam za dekodiranje

1 Inicijalizacija tabele podstringova pojedina čnim karakterima
2 OLD = prvi ulazni kod
3 output translacije za OLD (tj S(OLD))
4 WHILE not end of ulazni strim
5 NEW = sledeći ulazni kod
6 IF se NEW ne nalazi u tabeli podstringova
7 S = translacija od OLD (tj S(OLD))
8 S = S + C (prvi karakter od S)
9 Output S
10 Upiši S u tabelu podstringova
9 ELSE
10 S = translacija od NEW
11 output S
12 C = prvi karakter od S
13 S(OLD) + C upiši u tabelu podstringova
14 OLD = NEW
15 END WHILE

12. Objasniti Watermark i navesti osobine koje mora da poseduje.

Metode watermarkinga razvile su se zahvaljujuci potrebi za autorskom zastitom digitalnog sadrzaja. Watermarking predstavlja ubacivanje informacija u neki sadrzaj, sa osnovnim zadatkom da pora biti otporan, tj. da se iz sadrzaja ne moze lako ukloniti. Watermark ne mora nuzno biti nevidljiv. Osobine koje mora da poseduje su:

- (a) neprimetnost-vrlo je bitno prilikom dizajniranja sistema dobro odrediti koliko zapravo watermark unosi distorzije u sistem, ili kako ce se razna procesiranja koja se ocekiju na sadrzaju odraziti na prag vidljivosti
- (b) autorska prava-kako bi se osiguralo ispravno utvrdjivanje autorskih prava, prilikom dizajniranja watermarka potrebno je osigurati mogucnost detekcije redosleda ubacivanja watermarka(u svaki sadrzaj moguće je dodati vise watermarka)
- (c) robusnost-savrseni watermark morao bi podneti svako modifikovanje, menjanje i distorziju primenjeno na sadrzaj u standardnim ili zlonamernim procesima
- (d) sigurnost watermarka i kljucevi-u nekim primenama watermarkinga potrebno je ubacenu informaciju u sistem zastititi od neovlasćenog koriscenja ili detektovanja, ukoliko je sigurnost tj. privatnost nuzna, moguće ju je implementirati uvodjenjem tajnog kljucua prilikom ubacivanja watermarka, cime se mogu dobiti dva osnovna nivoa sigurnosti:

i. visok nivo-izabrani mehanizam mora osiguravati da neovlašteni korisnik ne samo da ne može pročitati informaciju koja je ubacena watermarkom, već ne može ni detektovati da je u originalnim sadržaj watermark ubacen

5

ii. nizak nivo-izabrani mehanizam mora osiguravati da neovlašteni korisnik ne može pročitati informaciju koja je ubacena u watermark bez posjedovanja tajnog ključa, ali spomenuti watermark može detektovati

13. Karakteristike PAL i NTSC standarda.

NTSC video:

(a) video ima frekvencu osvežavanja od 60Hz

(b) 525 scan linija ponavljaju se 29.97 puta u sekundi(33.37 msec/frame)

(c) interlaced scan linije dele frame u 2 polja, svako 262.5 linija(20 msec/field)

(d) 20 linija je rezervisano kao kontrolna informacija na početku svakog polja(samo 483 linije su vidljivi podaci)

(e) linija traje 63.6 mikro-sec(10.9 mikro-sec prazno)

PAL video:

(a) 625 linija s eponavlja 25 puta u sekundi(40 msec/frame)

(b) interlaced scan linije dele frame u 2 polja od po 312.5 linija(2 msec/field)

(c) aproksimativno 20 posto više linija nego NTSC

(d) približno isti bandwidth kao NTSC

PERA

1,3,4,5,7,8,14

1. Napisati kod za konverziju boje (predstavljene RGB modelom) u odgovarajuću nijansu sive?

```
public System.Drawing.Color ConvertToGrayLinear(Color c, int targetPaletteBits){
    int colorNum = Convert.ToInt32(Math.Pow(2, targetPaletteBits));
    int nVal = (c.R + c.G + c.B) / (3 * colorNum);
    return System.Drawing.Color.FromArgb((colorNum - 1) * nVal,
                                           (colorNum - 1) * nVal,
                                           (colorNum - 1) * nVal);
}

public static System.Drawing.Color ConvertToGraySquare(Color c, int targetPaletteBits){
    int colorNum = Convert.ToInt32(Math.Pow(2, targetPaletteBits));
    int nVal = Convert.ToInt32(Math.Sqrt((c.R * c.R + c.G * c.G + c.B * c.B) / 3)) / colorNum;
    return System.Drawing.Color.FromArgb((colorNum - 1) * nVal,
                                           (colorNum - 1) * nVal,
                                           (colorNum - 1) * nVal);
}
```

2. Originalni GIF (Graphics Interchange Format) je ograničen na osmobarbnu paletu, što znači 256 boja.

Ovo znači da je GIF pogodan da čuva slike sa relativno malo boja i sa relativno jednostavnim oblicima. GIF format podržava animaciju i još uvek je široko prihvaćen za animirane slike. Koristi "lossless" kompresiju koja je pogodna za slike koje imaju velike površine u istoj boji.

3.Resize operacija

- Linear Resize
- Nove dimenzije slike int nWidth, int nHeight
- Stara slika je objekat Bitmap bTemp
- Kreira se nova slika kao
`b = new Bitmap(nWidth, nHeight, bTemp.PixelFormat)`
- Izračunaju se resize faktori double
`nXFactor = (double)bTemp.Width/(double)nWidth;`
`nYFactor = (double)bTemp.Height/(double)nHeight;`
- Svaki piksel u odredišnoj slici se računa kao
`b.SetPixel(x, y, bTemp.GetPixel(
 (int)(Math.Floor(x * nXFactor)),
 (int)(Math.Floor(y * nYFactor)))`
`);`

5. Navesti glavne delove WAV fajla

Zaglavlje I DATA. Zaglavlje:

Sa pozicije 0, dužina: 4 – **ChunkID** ASCII slova "RIFF" u big-endian redosledu(0x52494646)

Sa pozicije 4, dužina 4: **ChunkSize** 36 + SubChunk2Size, ili preciznije: 4 + (8 + SubChunk1Size) + (8 + SubChunk2Size)

Ovo je zapravo veličina ostatka fajla u bajtovima umanjena za 8 bajtova (4 od ChunkId i 4 od ChunkSize)

Sa pozicije 8, dužina 4 **Format**. Sadrži ASCII slova "WAVE" (0x57415645 big-endian).

"WAVE" format sadrži dva podbloka "fmt " i "data":

- Data:
- Od pozicije 36, 4 bajta: **Subchunk2ID** slova "data" (0x64617461 big-endian).
- 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

6.Objasniti HSV model boja.

HSV model transformise standardni RGB model u prostor gde se boja definise parametrima koji se nazivaju Hue, Saturation i Value(Intensity).

Hue se najcesce naziva "aktuelna" boja objekta.

Saturation je mera cistoce boje. Ako Hue kaze da je boja zelena, Saturation ce reci koliko je zapravo zelena.

1

Intensity definise koliko je boja svetla ili tamna.

Normalizacija: Hue treba da bude u opsegu od 0.0 do 360.0, Saturation treba da bude u opsegu od 0.0 do 100.0, Value treba da bude u opsegu od 0.0 do 255.0.

7. Napisati jednu funkciju za Color i Brightness filter.

Brightness filter se realizuje tako sto se svakom bajtu koji cini sliku doda ista vrednost. Ako se dodaju pozitivne vrednosti, slika ce biti svetlija, a ako se dodaju negativne bice tamnija.

Color filter je naslicniji filteru Brightness. Ovde za svaku od boja definise vrednost koja se dodaje odgovarajucem bajtu(neka se zovu r,g i b). Svakom "crvenom" bajtu doda se vrednost r, svakom "zelenom" g, a svakom "plavom" p.

8. Navesti primer za konvolucioni filter za nalazenje ivica.

Ideja je da se krecemo kroz sliku po redovima i kolonama i izdvajamo podslike (oznacimo je sa P , a njene elemente sa p_{xy}) iste dimenzije kao i konvoluciona matrica (oznacimo je sa C , a njene elemente sa c_{xy}). Izracunamo sve proizvode $p_{xy} * c_{xy}$ i medjusobno saberemo. Oznacimo taj zbir sa S . Konvoluciona vrednost se sada dobija kao $k = (S / \text{Factor}) + \text{Offset}$. U slucaju matrice 3×3 imacemo 9 ucesnika u zbiru S . Dobijena vrednost k , zamenice u rezultujucoj slici vrednost centralnog bajta iz matrice P .

Kako radi konvolucioni filter za traženje ivica

- Prihvatimo sliku za koju tražimo ivice kao i vrednost $nThreshold$ koja definiše ivice
- Napravimo kopiju slike
- Primerimo odgovarajući filter nad originalom i nad kopijom. Oznacimo 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

9. Sta su False Color Images?

False Color Images je termin za slike sa "losom" paletom, ili losim rasporedom boja. Najcesce se smatraju kao "artistic" filtri. Najjednostavniji nacin za njihovo dobijanje je sledeci:

- uzeti jednu sliku sa definisanom paletom (8-bitni BMP)
- primeniti neki filter nad bajtovima slike

10. Kojim redom se podaci nalaze u datom delu WAV fajla?

endian	File offset (bytes)	field name	Field Size (bytes)	
big	0	ChunkID	4	The "RIFF" chunk descriptor
little	4	ChunkSize	4	
big	8	Format	4	
big	12	Subchunk1ID	4	
little	16	Subchunk1Size	4	The "fmt" sub-chunk describes the format of the sound information in the data sub-chunk
little	20	AudioFormat	2	
little	22	NumChannels	2	
little	24	SampleRate	4	
little	28	ByteRate	4	
little	32	BlockAlign	2	
little	34	BitsPerSample	2	
big	36	Subchunk2ID	4	The "data" sub-chunk Indicates the size of the sound information and contains the raw sound data
little	40	Subchunk2Size	4	
little	44	data	Subchunk2Size	

11. Ukratko opisati strukturu BMP fajla.

- Standardno BMP fajlovi za prikaz piksela koriste 1, 4, 8, 16, 24, ili 32 bita.
- Slike koje imaju 8 ili manje bitova mogu biti ili crno-bele (grayscale) ili slike sa indeksiranim bojama (indexed color).
- 16-bitne bitmape su veoma redak slučaj, i one se, kao i 8-bitne najčešće koriste kao slike sa indeksiranim bojama ili čak i kao crno-bele
- Danas je najstandardnija primena bitmapa koje koriste 3 bajta (24 bita) za prikaz svakog od piksela. Ovde se koristi princip da se za svaku od 3 osnovne boje (RGB) koristi po jedan bajt
- Ako se želi dodati providnost (transparentnost) u bmp slike koristi se i četvrti "kanal" tzv. alpha channel. Ovaj kanal može biti smešten u posebnom osmobicnom bmp fajlu, ili se jednostavno dodaje kao četvrti bajt uz svaki od piksela.

Bitmap slika je u fajlu zapamćena tako što su REDOVI sekvencno nadovezani jedan na drugi.

Od cega se sastoji:

- (a) BMP zaglavlje-osnovne informacije
- (b) DIB zaglavlje-detajlne informacije o slici
- (c) Paleta boja-lista boja koje se koriste
- (d) Bitmapa-podaci o slici, pixel po pixel, red po red

12. Navesti razliku izmedju konvolucionih i "displacement" filtara za slike.

Konvolucionni filtri-krecemo se kroz sliku po redovima i kolonama i izdvajamo podslike iste dimenzije kao konvoluciona matrica, mnozimo te dve matrice i sabiramo medjusobno, tako da dobijamo konvolucionu vrednost $k = (S \cdot \text{Factor}) + \text{Offset}$, ova vrednost menja centralni bajt u rezultujucoj slici.

Offset filtri ulaz u svaki offset filter je slika nad kojom se izvrsava offset predstavljena kao bmp objekat i matrica koja definise offset, matrica treba da bude saglasna dimenzijama sa rezolucijom slike, za svaki piksel se preračunavaju komponente boja.

13. Navesti glavne korake u kreiranju JPEG fajla.

Iako JPEG fajl može biti kreiran(kodovan) na različite načine, najkorisniji je tzv. "JFIF encoding". Proces kodiranja se odvija kroz sledeće korake:

- (a) transformacija mdoela boja iz RGB u YCbCr
 - (b) broj boja se redukuje(najcesce se 50 procenata inicijalno koriscenih boja eliminise), ovo je moguće, ali nije neophodno raditi iz razloga sto je oko manje osetljivo na fine nijanse nego na kontrast ili osvetljaj
 - (c) slika se onda podeli na blokove od po 8x8 piksela, u svakom bloku se primeni DCT(discrete cosine transform) transformacija nad svakoj od Y,Cb i Cr komponenti
 - (d) amplitude frekventnih komponentata se kvantizuju po unapred definisanom postupku, ideja je da se visoke frekvencije kvantizuju manje precizno nego niske(razlog je ponovo veca osetljivost ljudskog oka u nizem nego u visem frekventnom spektru)
 - (e) rezultujući 8x8 blok se dalje kompresuje nekom metodom bez gubitaka kao sto je npr. Huffmanov algoritam
- Proces dekodiranja je inverzan procesu kodiranja.

15. Navesti razlike izmedju CMYK i RGB modela boja.

RGB model boja je "additive" model u kome se koriste nijanse crvene, zelene i plave boje kako bi dale različite rezultatne boje. Ime ovog modela su pocetna slova ovih boja na engleskom jeziku. RGB model je danas najkorisniji model boja za prikaz slika u elektronskim sistemima. Vrlo je blizak ljudskoj percepciji boja.

CMYK model boja, za razliku od RGB modela ima sledeci sastav osnovnih boja: Cyan,Magenta,Yellow i Key. Takodje naziv potice od prvih slova osnovnih boja, a primenu nalazi u stamparskoj industriji.

MARTIN

Osnovi tehničke akustike

- Pojam i osobine zvuka
- Percepcija zvuka
- Elektro-akustičke analogije
- Snimanje zvuka

Digitalne operacije nad zvukom

- AD-DA konverzija
- Digitalni zvučni efekti
- Osnovi editovanja zvuka
- Digitalna kompresija zvuka
- Sinhronizacija zvuka i slike

Zvuk je vibracija koja se prostire kroz čvrsto telo, tečnost ili gas.

○ Pojam zvuk najčešće se koristi za spektar ovih vibracija koje može detektovati ljudsko uho.

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

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

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.

• Negativan primer: film Ratovi zvezda.

Tipovi zvučnog talasa

○ 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.

○ Transferzalni (poprečni)

• Mogući samo u čvrstim telima.

• Talas predstavlja izmeštanje čestica tela u odnosu na ravnotežni položaj.

○ Prilikom prostiranja talasa energija osciluje između potencijalne i kinetičke.

Fizičke osobine

- ☐ Frekvencija
- ☐ Talasna dužina
- ☐ Period
- ☐ Amplituda
- ☐ Pravac
- ☐ Brzina
- ☐ Intenzitet
- ☐ Polarizacija (samo za transferzalne)

Brzina zvuka

- ☐ Zavisi od medijuma.

- Brzina zvuka se često navodi kao jedna od fundamentalnih osobina materijala.
- Proporcionalna je kvadratnom korenu odnosa koeficijenta elastičnosti materijala i njegove gustine.
- Ove osobine materijala variraju zavisno od uslova (temperature, pritiska itd).

Primeri za brzinu zvuka

- ☐ Čist vazduh na 20°C, u nivou mora:
- brzina zvuka $\approx 1235 \text{ km/h} \approx 343 \text{ m/s}$
- ☐ Čista voda na 20°C:
- brzina zvuka $\approx 5335 \text{ km/h}$
- ☐ Čelik na 20 °C:
- brzina zvuka $\approx 21456 \text{ km/h}$
- ☐ Brzina prostiranja zvuka zavisi i od njegove amplitude (složena zavisnost).

Jačina zvuka

- ☐ 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).

Zvučni pritisak

- ☐ 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)**.

Nivo zvučnog pritiska

- ☐ Zvučni pritisak se često izražava ne kao apsolutna vrednost, već kao relativni – logaritamski – odnos između aktuelne i referentne vrednosti.
- ☐ Referentna vrednost zvučnog pritiska je (standard ANSI S1.1-1994):
- $20 \mu\text{Pa}$ u vazduhu, odnosno
- $1 \mu\text{Pa}$ u vodi.
- ☐ Razlog: širok spektar amplituda koje uho detektuje, kao i prirodna algoritamska osetljivost uha.

Decibel

- ☐ Algoritamski odnos između aktuelnog i referentnog pritiska definiše nivo zvučnog pritiska u decibelima (dB):
- $L_p = 10 \log_{10} \left(\frac{P_{na2}}{P_{refna2}} \right) = 20 \log_{10} \left(\frac{P}{P_{ref}} \right) \text{dB}$**

L_p – Level of Pressure

- p – zvučni pritisak RMS
- p_{ref} – referentni pritisak
- ☐ Čovek razaznaje subjektivnu jačinu zvuka logaritamski – tako da logaritamski odziv podešavanja jačine zvuka čoveku zvuči – linearno!

Percepcija zvuka

- ☐ 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.

Elektroakustički pretvarači

- ☐ Mikrofoni
- ☐ Služe za konverziju zvučnih talasa u električni signal.

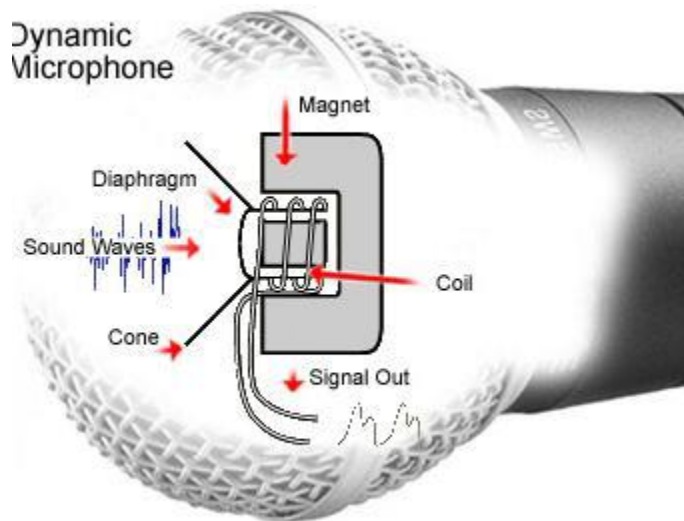
- ☐ Zvučnici i slušalice
- ☐ Služe za konverziju električnog signala u zvučne talase.

Mikrofoni

- ☐ Podela:
- Dinamički mikrofoni
- Kondenzatorski mikrofoni
- Ugljeni mikrofoni
- Piezoelektrični mikrofoni

Dinamički mikrofoni

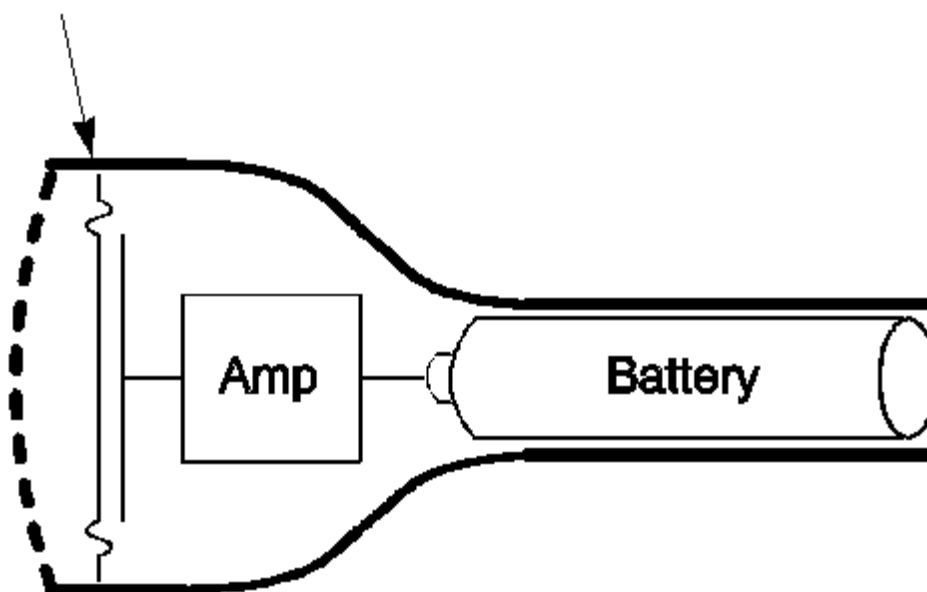
- ☐ Radi po principu kretanja kalema u stalnom magnetnom polju, što izaziva elektromagnetsku indukciju u kalemu.



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.

Diaphragm

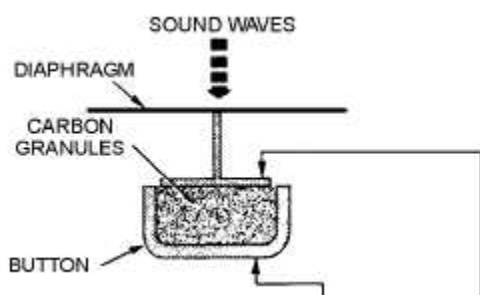


Posebna vrsta kondenzatorskog mikrofona zove se **elektretski** mikrofona.

- ☐ Princip je potpuno isti.
- ☐ Razlika je u tome što nema potrebe za fantomskim napajanjem, jer je statična ploča napravljena od *elektreta* (materijal koji oko sebe ima stalno električno polje – kao stalni magnet u električnom smislu).
- ☐ Elektretski mikrofoni mogu po performansama stići klasične kondenzatorske, ali zbog masovne proizvodnje i niže cene najčešće se proizvode u jeftinoj varijanti, malih dimenzija i nižeg kvaliteta.

Ugljeni mikrofona

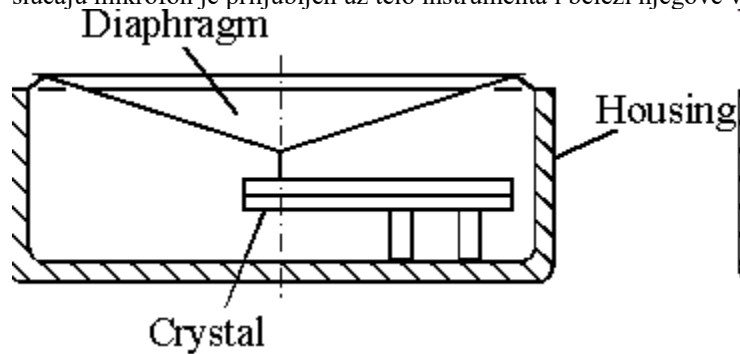
- ☐ Poznat iz telefonskih slušalica, ugljeni mikrofona radi na principu promene provodnosti ugljenog praha između dve provodne ploče na kojima je napon.
- ☐ Jedna ploča je pokretna (dijafagma), i kada vrši veći pritisak na ugljeni prah – provodnost praha je veća, i obrnuto.
- ☐ Ovakvi mikrofoni mogu da igraju i ulogu primitivnih pojačavača (služili su da pojačavaju telefonske signale na dugim linijama pre pojave vakuumskih cevi – "radio lampi").



Piezoelektrični mikrofona

- ☐ 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 mikrofoni je priljubljen uz telo instrumenta i beleži njegove vibracije).

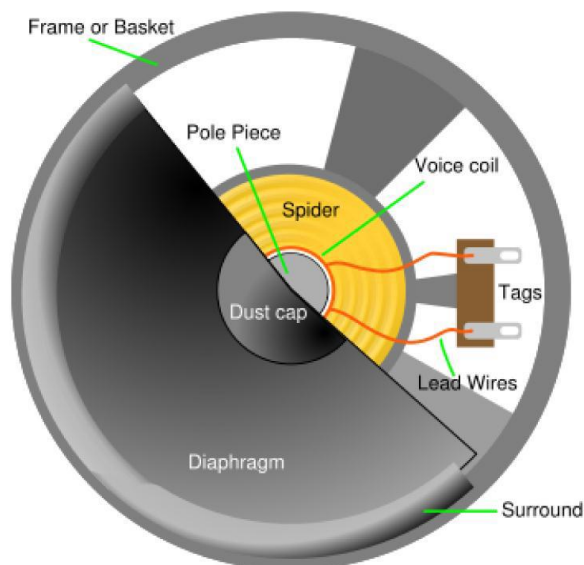


Zvučnici

- Podela
 - Elektrodinamički
 - Piezoelektrični
 - Elektrostatički
- Često se pojam zvučnika poistovećuje sa pojmom zvučne kutije.
- Nedvosmislen naziv za sâm zvučnik je engleska reč "driver" (npr. "moje zvučne kutije imaju Dynaudio drajvere").

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 salnog 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

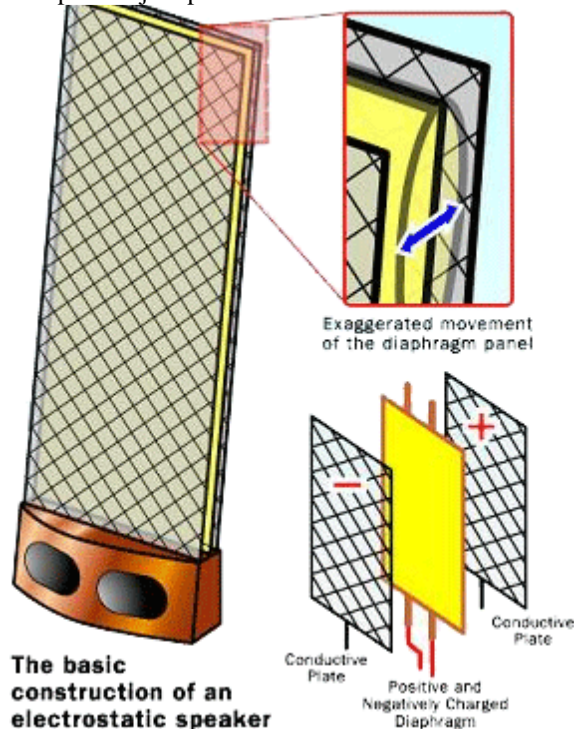
Pauk se sastoji od talasaste mrežice koja ima ulogu da centrira i nosi kalem. Kalem stoji stalnog magneta i u njegovom je polju.

Piezoelektrični zvučnik

- ☐ 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:

Elektrostatički 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 audio-signal, 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, skupljaju insekte i sitne provodljive predmete.



Analogno-digitalna konverzija

- ☐ Analogno-digitalna (AD) konverzija je proces pretvaranja neke kontinualne veličine u diskretne.
- ☐ Kontinualna veličina je veličina koja vrednost uzima iz kontinualnog skupa.

- Kontinualni skup je skup kod koga između svake dve vrednosti postoji beskonačno mnogo vrednosti.
- Primer je skup realnih brojeva R . Između, recimo, 1 i 2 postoji 1,5 (i još mnogo vrednosti, naravno). Između 1 i 1,5 sigurno postoji 1,25. Između 1 i 1,25 sigurno postoji 1,125 itd. Između svaka dva elementa skupa uvek postoji beskonačno mnogo elemenata. Sve veličine u prirodi su kontinualne po prirodi (temperatura, napon, pritisak, sila itd).
- Diskretan skup je skup kod koga ovo ne važi.
- Primer je skup prirodnih brojeva N . Između 1 i 2 nema ničega, te dve vrednosti su jasno odvojene.

AD konverzija predstavlja preslikavanje nekog kontinualnog na neki diskretan skup.

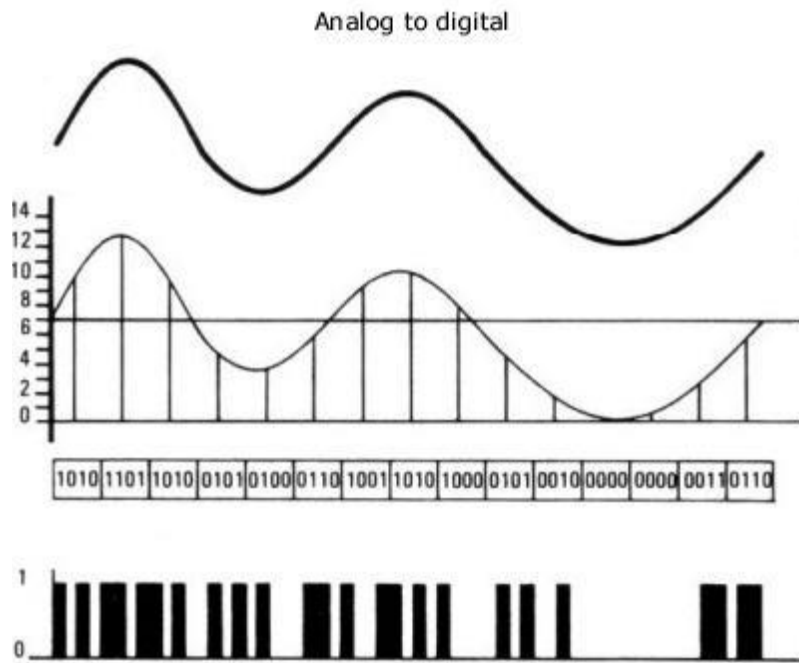
- Primer: pretvaranje napona, koji je čisto kontinualna veličina, u broj (sa ograničenim brojem decimala), koji je diskretna veličina.
- U praktičnim primenama diskretan skup (brojeva) na koji se preslikava kontinualna veličina je obično skup binarnih brojeva.

Kontinualno ili analogno?

- U praksi se za kontinualne signale često koristi izraz "analogni", za diskretne veličine izraz "digitalne" (konvertor se zove "analogno-digitalni").
- Ovo nije sasvim ispravno, ali izrazi su se odomaćili.
- Kada govorimo o konverziji kontinualne veličine u diskretnu, obično imamo u vidu neku električnu kontinualnu veličinu (ako je u pitanju druga fizička veličina, npr. protok tečnosti, temperatura i sl, obično postoji senzor koji je pretvara u električnu; kada je u pitanju zvuk, imamo mikrofonski koji vrši to pretvaranje). Ta električna veličina doslovno prati promene te fizičke veličine, pa je njen oblik signala sličan, odnosno *analogan* obliku signala izvorne veličine. Taj epitet signala je generalizovan na sve signale koji imaju kontinualnu prirodu.
- Izraz "digitalan" označava stvari koje se mogu predstaviti ciframa (eng. cifra - digit), što je generalizovano na sve diskretne veličine.

Princip AD konverzije

- U određenim vremenskim intervalima konvertor vrši odmeravanje trenutne vrednosti ulaznog analognog signala.
- U tim trenucima on na izlazu daje **broj** koji označava trenutno odmerenu vrednost ulaznog signala.
- Izlaz konvertora je po pravilu binarni broj.
- Na slici je data principijelna šema postupka AD konverzije. Krajnji rezultat je niz binarnih brojeva koji opisuju signal na diskretan (digitalan) način.
- Na osnovu tih brojeva originalni analogni signal se može rekonstruisati obrnutim postupkom – DA konverzijom.



Osnovni parametri AD konverzije

- ☐ Frekvencija odmeravanja
- ☐ Rezolucija

Frekvencija odmeravanja

- ☐ Frekvencija odmeravanja
- 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).
- Frekvencija odmeravanja zove se, u skladu sa tim, frekvencija semplovanja (engl. "sampling rate").

Nikvistova teorema

- ☐ **Pun naziv:** 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 semplojemo ne sme sadržati frekvencije veće od $f/2$ (inače će se plovani signal sigurno sadržati gubitke). Nikakva frekvencija koja je višja 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

Rezolucija

- ☐ Rezolucija je broj različitih (brojnih) vrednosti koje može sadržati jedan odmerak (semplo).

- ☐ 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: 000, 001, 010, 011, 100, 101, 110 i 111. Rezultat toga je da odmerak ne može fino opisati vrednost signala, već sadrži neku grubu približnu vrednost.
- ☐ Što je veća rezolucija, to svaki odmerak sadrži precizniji opis trenutne vrednosti signala, dakle tačnije opisuje signal (manje aproksimira).
- ☐ Ako konvertor ima rezoluciju od **16** bitova, onda svaki odmerak uzima jednu od mogućih **65536** vrednosti, i samim tim te vrednosti će biti mnogo približnije tačnim vrednostima signala u trenutku odmeravanja.

Manja rezolucija – manje različitih vrednosti koje digitalni signal može imati – grublji izgled digitalnog signala

- ☐ Veća rezolucija – veći broj mogućih vrednosti koje digitalni signal može imati, samim tim on je finiji, bliži originalnom signalu, bolje ga aproksimira.
- ☐ Nevezano za rezoluciju – ako pored nje povećamo i frekvenciju odmeravanja (češće očitavamo ulazni signal) – digitalni signal još vernije opisuje ulazni analogni.

U standardnim hi-fi primenama (CD) standardne vrednosti su:

- Frekvencija odmeravanja: 44,1 kHz
- Primitimo da se na CD, po Nikvistovoj teoremi, ne može snimiti nikakav zvuk sa frekvencijom višom od 22,05kHz. Iako čovek ne čuje ove frekvencije, one ipak postoje u prirodi; takođe, niže frekvencije, koje čujemo, imaju u sebi više komponente, koje ovim bivaju obrisane. To utiče na kompletnu boju zvuka, te zato CD uvek ima gubitke u zvuku.
- Rezolucija: 16 bitova
- ☐ U studijskim uslovima:
- Frekvencija odmeravanja 48 ili 96 kHz
- Rezolucija: 24 bita
- Ovo se na uređajima označava kao 24/96

Digitalno-analogna konverzija je proces suprotan analogno-digitalnoj.

- ☐ U pitanju je proces transformacije niza cifara (koje možemo zvati "digitalni signal") u neku kontinualnu fizičku veličinu, najčešće napon.
- ☐ Digitalno-analogni konvertor (DAC) sastoji se iz:
 - kola za konvertovanje brojeva u napon, i
 - filtra za rekonstrukciju analognog signala.

Ukoliko bi DAC konvertovao brojeve direktno u napon, izlazni analogni signal bi izgledao "testerasto" ☐ Filter za rekonstrukciju služi da "zaobli" izlazni signal i učini ga što bližim originalnom.

Idealni i relani DAC

- ☐ Idealni digitalno-analogni konvertor bi na izlazu kola za konverziju davao niz *impulsa*, na osnovu kojih bi kolo za rekonstrukciju rekonstruisalo polazni signal u potpunosti:
- ☐ Ovo u prirodi nije moguće, pa se pri DA konverziji uvek javljaju gubici, najčešće kao harmonijska izobličenja (promena spektra frekvencija koje učestvuju u zvuku u odnosu na originalni spektar).
- ☐ Do izobličenja takođe dolazi i zbog stepeničaste prirode digitalnog signala, jer je nemoguće rekonstruisati šta se sa originalnim signalom dešavalo "duž" jednog odmerka (stepenice), već se ima samo informacija o usrednjenoj vrednosti odmerka (videti sliku na prethodnom slajdu).