

**Razvoj i realizacija potpuno
interoperabilne multimedijaska
infrastrukture standardima
MPEG-1 do MPEG-21
i analiza efikasnosti metodom
subjektivnog ispitivanja**

UVOD U SAŽIMANJE I REDUCIRANJE PODATAKA

- **Strategije sažimanja**
 - sustavi s gubicima
 - sustavi bez gubitaka
- **Postupci sažimanja PCM signala**
 - snižavanje frekvencije uzimanja uzoraka
 - snižavanje rezolucije kvantiziranja (niži broj bitova)
 - eliminiranje redundantnih podataka

 - eliminiranje nevažnih podataka
- **Sniženje frekvencije uzorkovanja i rezolucije kvantizacije**
- **Redundancija i prediktivno kodiranje**
- **Irelevantnost i perceptualno kodiranje**

Redundancija i prediktivno kodiranje

Eliminiranje **redundatnih podataka**, tj. podataka koji ne nose korisne audio informacije.

To se može napraviti na način "bez gubitaka", npr. eliminiranjem bitova višeg reda u trenucima kada su PCM signali male apsolutne vrijednosti. Npr. ako vrijednost 0000000000000001 = 1 predstavimo manjim brojem bitova kvaliteta audio signala neće se promijeniti.

Pretpostavimo da smo dobili telegram:

_a_a_ _a_a_ _i_a

D_N_S P_D_ K_Š_

DaNaS PaDa KiŠa

Irelevantnost i perceptualno kodiranje

- **Perceptualno kodiranje**
- **Temporalno maskiranje**
 - *backward masking, 10-20 ms*
 - *forward masking, 100-200 ms*

Moving Picture Experts Group (MPEG)

Moving Picture Experts Group (MPEG) je grupacija ISO/IEC sa zadaćom razvoja standarda za kodirani prikaz digitalnih audio i video signala.

Grupacija je osnovana 1988, i do sada je razvila sljedeće standarde:

- MPEG-1, standard na kojem su temeljeni Video CD i MP3
- MPEG-2, standard na kojem su temeljeni set top box sustava Digitalne Televizije i sustavi DVD.
- MPEG-4, standard za multimediju fiksni i mobilni web koji definira kako predstaviti audiovizuelne sadržaje
- MPEG-7, standard koji definira kako opisati i pretražiti audio i vizuelne sadržaje.
- MPEG-21 standard "Multimedia Framework" sa ciljem definiranja potpuno operabilne multimedijske infrastrukture za cjelovitu ponudu i korištenje svih multimedijskih sadržaja.

PRINCIPI MPEG AUDIO SAŽIMANJA

- **Smisao audio kompresije**

Pogledajmo kratki primjer. Pohrana samplirane 1-minutne pjesme na hard disk. CD kvalitete, samplirane sa 44.1 kHz, stereo, sa 16 bitova po sample-u.

44.100 Hz znači da imate 44.100 vrijednosti po sekundi. Pomnožimo to sa dva zbog dva kanala. Pomnožimo to sa dva zbog toga što trebaju dva byte-a po vrijednosti (to je ono što 16 bit-ova znači). Pjesma će zauzeti:

$44.100 \text{ samples/s} * 2 \text{ kanala} * 2 \text{ byte-a/sample} * 60 \text{ s/min} = \text{oko } 10 \text{ MBytes}$

prostora na *harddisk-u*. *Download* preko interneta, pri prosjeku od 28.8

$10.000.000 \text{ bytes} * 8 \text{ bits/byte} / (28.800 \text{ bits/s} * 60 \text{ s/min}) = \text{oko } 49 \text{ minuta.}$

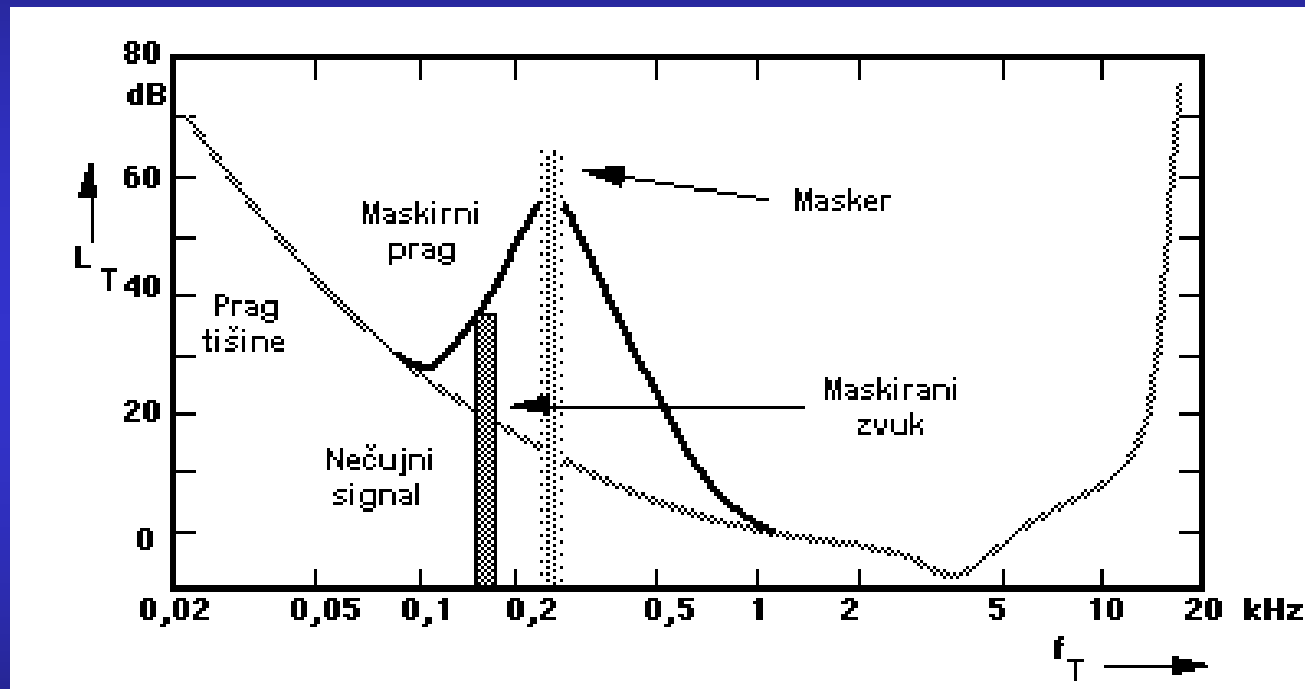
Samo da bi *download*-ali jednu minutu stereo muzike

Digitalno audio kodiranje, koje – u ovom kontekstu – je sinonim digitalnoj audio kompresiji, je umjetnost minimiziranja prostora za spremanje (ili širine pojasa kanala) za audio podatke. Moderne perceptualne audio kodirajuće tehnike (kao MPEG Layer-3 ili MPEG-2 AAC) koriste karakteristike ljudskog uha (percepcija zvuka) kako bi postigli redukciju za faktor od 12 sa malo ili ništa gubitka na kvaliteti.

Kompresijski odnosi, *bitrate* i kvaliteta

- Zbog toga što je kompresijski odnos neobična mjera, eksperti koriste izraz *bitrate* (digitalni protok) kada govore o snazi kompresije. *Bitrate* govori koliko prosječno će jedna sekunda audio podataka zauzeti bita. Uobičajena jedinica u ovom slučaju je kbps, što je kbit po sekundi, ili 1000 bits/s.
- Za digitalni audio signal sa CD-a, bit-rate je 1411.2 kbps. Sa MPEG-2 AAC, CD-sličnu kvalitetu zvuka se postiže sa 96 kbps

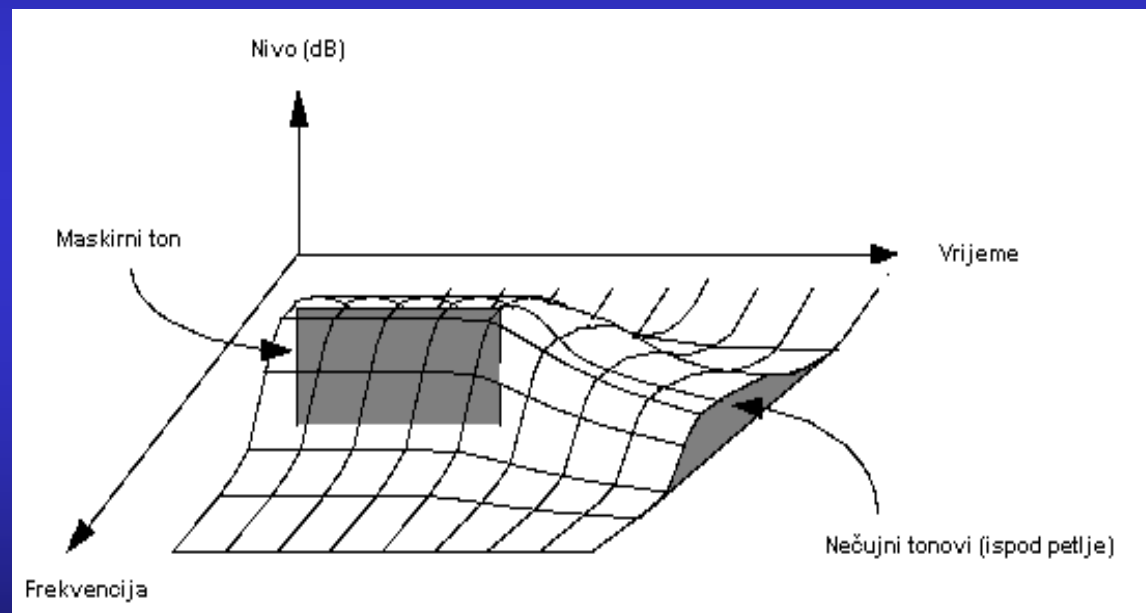
Psihoakustika



Kritična područja - Bark

- **Perceptualno jednolika mjera frekvencije, neproporcionalno prema širini krivulje maskiranja**
- **Širina oko 100 Hz za maskirajuće frekvencije < 500 Hz, širina raste iznad 500 Hz.**
- **Frekvencijska širina naziva se širina kritičnog područja**
- **Mjera za frekvenciju prema Barkhausenu 1 Bark = širina jednog kritičnog područja za frekvencije <500Hz,
1Bark = frekvencija/100
za frekvencije > 500 Hz, 1 Bark = 9 + 4 log (frekvencija/1000)**

Temporalno maskiranje



MPEG slojevi

- Sloj (Layer) 1: DCT filter u jednom *frame*-u i jednolikom frekvencijskom širinom u pojasu. Koristi samo psihoakustični model frekvencijskog maskiranja.
- Sloj (Layer) 2: koristi tri okvira u filteru (prethodni, tekući i idući; ukupno 1152 uzoraka). Koristi umjereno temporalno maskiranje.
- Sloj (Layer) 3: Koristi model kritičnih područja u 32 pojasa s nejednakim frekvencijskim širinama, a psihoakustički model koristi temporalno maskiranje, stereo redundanciju i Huffmanov koder.

- **Efikasnost MPEG audio sažimanja**

Sloj	ciljni protok	Odnos	Kakvoća@		Teoretski Min. kašnjenje
			64 kbits	128 kbits	
Layer 1	192 kbit	4:1	---	---	19 ms
Layer 2	128 kbit	6:1	2.1 to 2.6	4+	35 ms
Layer 3	64 kbit	12:1	3.6 to 3.8	4+	59 ms

20.4.2008

- **5 = odlično, 4 = primjetljivo, 3 = malo neugodno, 2 = neugodno, 1 = vrlo neugodno**

TESTIRANJE *CODEC*-a

• <i>Codec</i>	Fiksni protok	Proizvođač <i>codec</i> -a
• AAC	96	FhG
• MP3	96	FhG
• WMA (windows media audio)	96	Microsoft
• OGG (Ogg Vorbis)	96	Xiph.org Fuondation

TESTIRANJE *CODEC*-a

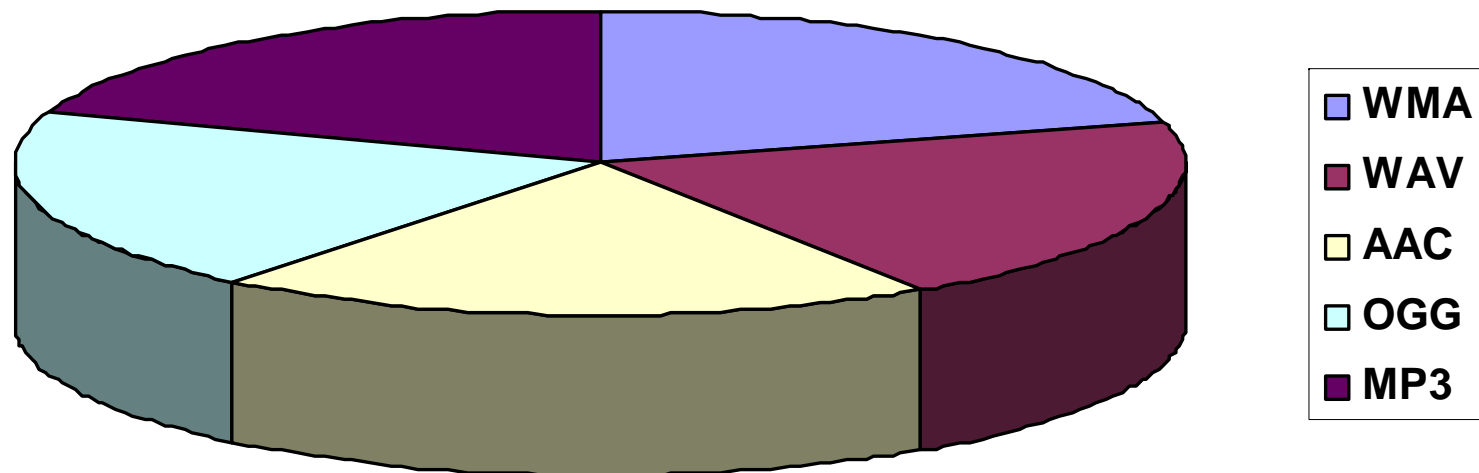
- **Testni materijal**
- **Testna metodologija**
- **Ocjenjivanje**
- **Priprema testnih materijala**
- **Trajanje testnog slušanja**
- **Slušači**
- **Instruiranje slušača**

STATISTIČKA ANALIZA

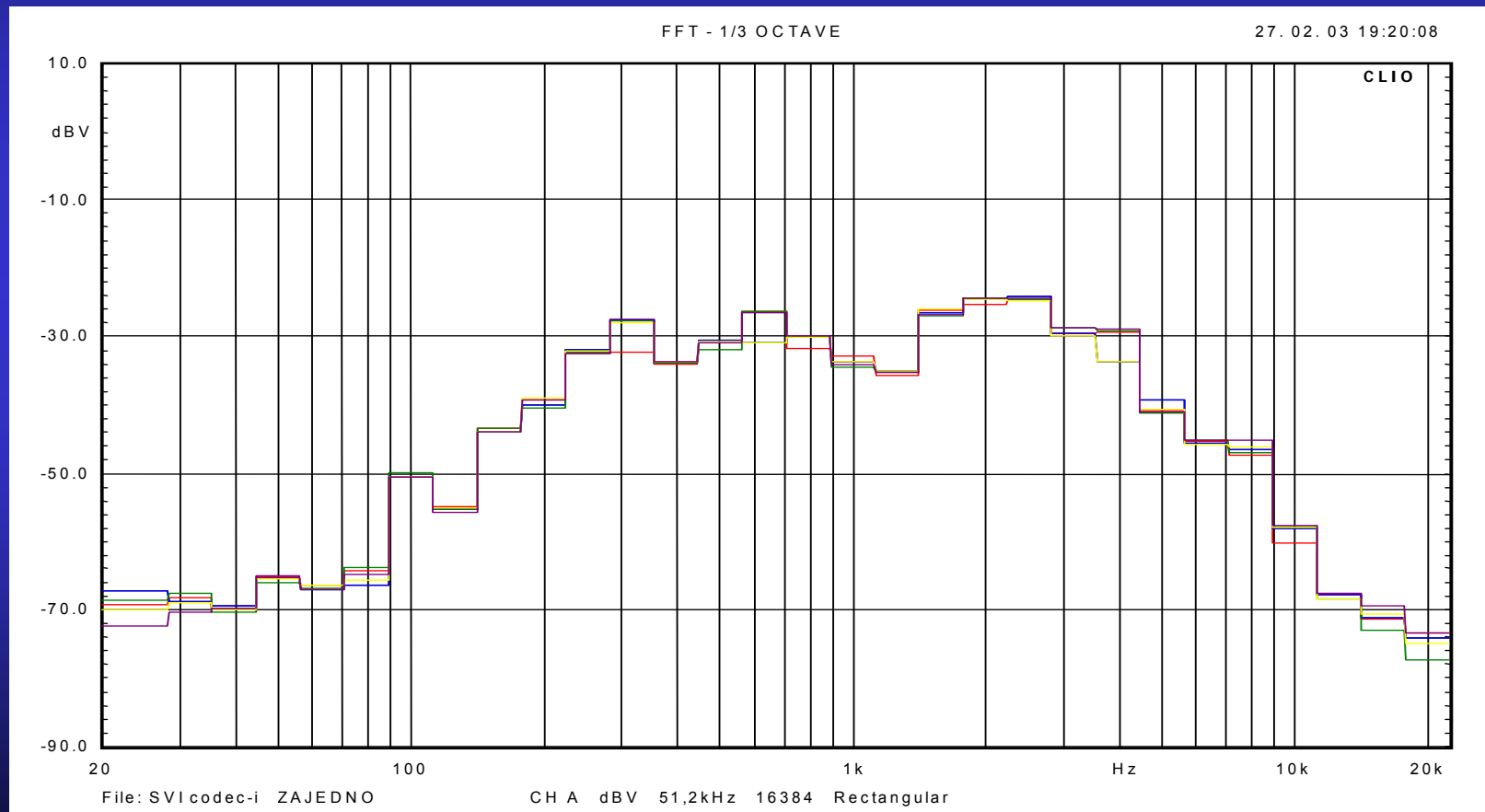
Pozicija na test CD	Naziv muzičkog isječka	Codec	Vel. WAV datoteke	Vel. kodirane datoteke	Odnos kompresije
21	Ry Cooder - Jazz - Nobody	AAC	6.516.780	443.016	6,80%
22	Ry Cooder - Jazz - Nobody	OGG	6.516.280	408.627	6,27%
23	Ry Cooder - Jazz - Nobody	WMA	6.508.844	454.258	6,98%
24	Ry Cooder - Jazz - Nobody	WAV	6.513.978	6.513.978	100,00%
25	Ry Cooder - Jazz - Nobody	MP3	6.534.188	443.416	6,79%

STATISTIČKA ANALIZA

Rang po kvalitativnoj skali



STATISTIČKA ANALIZA



STATISTIČKA ANALIZA

- **Kod prikazanih grafikona možemo uočiti da su svi *codec*-i postigli približno jednake rezultate, te samim tim se potvrdilo ono o čemu smo govorili kod subjektivnog testiranja. Programaska analiza muzičkih djela se poklapa sa rezultatima subjektivnog slušnog testa. Potvrđeno je da su svi *codec*-i dali približno iste rezultate, pa čak kod niskih I visokih frekvencija su izvršili određeno podizanje nivoa signala u odnosu na original**

Testni CD (sa snimljenim sekvencama)

CD sa *codec*-ima, standardima, programima za kodiranje i dekodiranje, testnim tablicama sa rezultatima

Audacity: A Free, Cross-Platform Digital Audio Editor

CDEX 1.50 beta 9

Exact Audio Copy eac09b4.exe

Codecs

- **LAME MP3 ENCODER 1.32 engine 3.93 MMX**
- **PsyTEL MPEG-4 AAC Encoder v2.15**
- **Ogg Vorbis Encoder (Xiph.org libVorbis 20020717)**
- **Microsoft WMA Encoder**

Freeware Advanced Audio Coder/Decoder

Burr-Brown PCM1702 A/D konvertor

Muzički ulomci upotrijebljeni prilikom testiranja na programskom paketu CLIO