

Podatkovni višemedijski prijenos  
i racunalne mreže

Branko Jeren i Predrag Pale

Fakultet elektrotehnike i racunarstva  
Zavod za elektronicke sustave i obradbu signala

B. Jeren i P. Pale: Podatkovni višemedijski prijenos i racunalne mreže PVPRM, LS&S (c) 2001

---

---

---

---

---

---

---

---

**Audio**

zvuk na racunalima i u mrežama

B. Jeren i P. Pale: Podatkovni višemedijski prijenos i racunalne mreže PVPRM, LS&S (c) 2001

---

---

---

---

---

---

---

---

**Vrste signala**

- govor
- ne-govor
  - najčešće muzika

B. Jeren i P. Pale: Podatkovni višemedijski prijenos i racunalne mreže PVPRM, LS&S (c) 2001

---

---

---

---

---

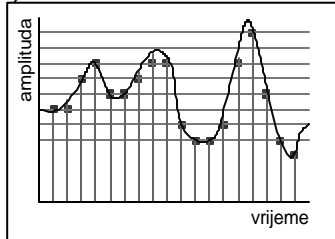
---

---

---

## Kodiranje zvuka

- pretvaranje fizikalne velicine (tlak zraka)
- u broj (niz brojeva)
- dvije faze
  - uzorkovanje
  - diskretizacija
    - sadrži i kodiranje
- najčešći je PCM (ITU-T G.711)



---

---

---

---

---

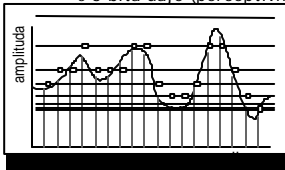
---

---

---

## Linearno i logaritamsko kodiranje

- linearno kodiranje
  - svim intenzitetima signala daje istu važnost
- logaritamsko kodiranje
  - vecim aplitudama daje manju važnost (rezoluciju) nego manjim amplitudama
  - s 8 bita daje (perceptivni) efekt kao 14 bita linerano



---

---

---

---

---

---

---

---

## Telefonski zvuk

- signali do 3.5 kHz
- 8 kHz (125  $\mu$ sec) uzorkovanje (Nyquistov kriterij)
- 8 bita kodiranje - logaritamsko
- $\mu$ -law (US) i A-law (EU)
  - različite tablice pretvorbe
- 64 kbps data rate

---

---

---

---

---

---

---

---

## CD audio

- ne samo govor već i muzika
- linearno kodiranje 16 bita
- ljudski sluh max 20 kHz
- uzorkovanje 44.1 kHz (23  $\mu$ .sec)
- stereofonija - dva kanala
- 1.411 Mbps data rate

---

---

---

---

---

---

---

---

## Drugi audio standardi

- DAT (Digital Audio Tape)
  - 32, 44, 48 KHz
  - 16 bit linear ili 12 bit non-linear coding

---

---

---

---

---

---

---

---

## Kodiranje i kompresije

- često sinonimi
- alternativni načini zapisa podataka
  - radi uštede prostora / bandwidtha
- CODEC = Coder/Decoder
  - PCM: ITU-T G. 711
  - ADPCM: ITU-T G. 721, G. 722, G. 723, G. 726, G. 727
  - CELP: LPC, ITU-T G. 728
  - GSM

---

---

---

---

---

---

---

---

## ITU-T (G.721 , G.722, G.723)

- ITU-TS G.721
  - 64 kbps pretvara u 32 kbps
  - ADPCM tehnika - 4 bita
  - 8 kHz uzorkovanje
- ITU-TS G.722
  - teži većoj kvaliteti od G.711 i G.722
  - kodira signal 50Hz do 7kHz
  - sub-band ADPCM (SB-ADPCM)
  - 16 kHz uzorkovanje i 14 bita razlučivost
  - proizvodi 48, 56 ili 64 kbps
- ITU-TS G.723
  - bit rate 24 kbps
  - ali je kvaliteta lošija i od G.711
  - rijetko se koristi

B. Jeren i P. Pale: Podatkovni višemedijski prijenos i računalne mreže

PVPRM, LS&S (c) 2001

---

---

---

---

---

---

---

---

## GSM kodiranje

- koristi se u GSM telefoniji
  - koja sve prenosi u digitalnom obliku
- 8 kHz uzorkovanje
- bit rate 13.2 kbps
- kvaliteta niža nego G.711 ili G.721

B. Jeren i P. Pale: Podatkovni višemedijski prijenos i računalne mreže

PVPRM, LS&S (c) 2001

---

---

---

---

---

---

---

---

## Linear Predictive Coding

- CELP = Code excited linear prediction
  - namijenjen samo glasu
  - samo 4.8 kbps bit rate
- LPC
  - pojednostavnjeni CELP
  - radi čak na samo 2.4 kbps
  - glas zvuči malo "strojno"
- ITU-TS G.728
  - low-delay CELP (LD-CELP)
  - signal samo do 3.4 kHz
  - 16 kbps bit rate

B. Jeren i P. Pale: Podatkovni višemedijski prijenos i računalne mreže

PVPRM, LS&S (c) 2001

---

---

---

---

---

---

---

---

## MPEG-1 Audio

- tri algoritma (“downward compatible”)
  - Layer -1, 2 i 3
- metoda
  - ulaz je podijeljen u 32 kanala
  - na svakom se radi Fourierova transformacija
  - na to se primjenjuje psiho-akusticki model
- radi na 32 do 448 kpbs po kanalu
- uzorkovanje 32, 44.1, 48 kHz
- rade s gubitkom, ali ne osjetilnim (perceptivnim)

B. Jeren i P. Pale: Podatakovni višemedijski prijenos i računalne mreže

PVPRM, LS&S (c) 2001

---

---

---

---

---

---

---

---

## MPEG slojevi

- Layer 1
  - pojednostavljena verzija MUSICAM -a
  - jednostavni enkoderi
  - 192 - 256 Kbps po kanalu
- Layer 2
  - istovjetan MUSICAM standardu
  - 96 do 128 Kbps po kanalu
  - stereo, približno kvaliteta CD-a
- Layer 3
  - kombinacija MUSICAM-a i ASPEC-a (kompr. shema)
  - 64 Kbps po kanalu
  - vrlo blizu CD kvaliteti

B. Jeren i P. Pale: Podatakovni višemedijski prijenos i računalne mreže

PVPRM, LS&S (c) 2001

---

---

---

---

---

---

---

---

## MIDI

- Musical Instrument Digital Interface
- definira 127 različitih muzičkih instrumenata
- gotovo kao notni zapis
- izuzetno “štedljiv” zapis muzike
- neupotrebljiv za vokale i govor

B. Jeren i P. Pale: Podatakovni višemedijski prijenos i računalne mreže

PVPRM, LS&S (c) 2001

---

---

---

---

---

---

---

---

## Sinteza govora

- velike mogućnosti primjene
- snimljeni prirodni govor (sinteza rečenica)
  - veća kvaliteta
  - ograničen riječnik
  - poseban problem s nekim jezicima (hrv.)
- fonemska sinteza (sinteza riječi)
  - neograničen riječnik
  - još uvijek "strojni" glas
  - problematična prilagodba izgovoru u različitim jezicima

B. Jeren i P. Pale: Podatkovni višemedijski prijenos i računalne mreže

PVPRM, LS&S (c) 2001

---

---

---

---

---

---

---

---

## Raspoznavanje govora

- ovisno / neovisno o govorniku
- neprekinuti / rascjepkani govor
- problem značenja (semantika)

B. Jeren i P. Pale: Podatkovni višemedijski prijenos i računalne mreže

PVPRM, LS&S (c) 2001

---

---

---

---

---

---

---

---

## Primjene

- telefonija
  - preko IP
  - integracija
- audio broadcasting (radio)
  - audio on demand
- audio conferencing
- CD i DVD pohrana

B. Jeren i P. Pale: Podatkovni višemedijski prijenos i računalne mreže

PVPRM, LS&S (c) 2001

---

---

---

---

---

---

---

---

## Primjeri

- potpuno automatizirani sustavi davanja informacija govorom
  - FEROFON
- digitalna radio stanica

---

---

---

---

---

---

---

---

## Podatkovni višemedijski prijenos i racunalne mreže

[www.zesoi.fer.hr/PVPRM](http://www.zesoi.fer.hr/PVPRM)

[PVPRM@zesoi.fer.hr](mailto:PVPRM@zesoi.fer.hr)

---

---

---

---

---

---

---

---