

# Tehničko i naučno pisanje

– Digitalizacija zvuka –

Nina Ostojić, Maksim Krstović, Mihailo Radulović, Dušan Žugić

Matematički fakultet  
Univerzitet u Beogradu

Beograd, 2022.

# Literatura

Zasnovano na:

- Jurković, Anamaria. Digitalizacija zvuka. Završni rad, Sveučilište u Zagrebu, Filozofski fakultet, 2021.
- S. Filipović. Digitalizacija zvuka. Računari i programiranje, Wordpress, 2014.
- Wordpress. Digital Sound and Music. on-line at: <http://digitalsoundandmusic.com/5-1-2-digitization/>
- Dr. Dheeraj Sanghi. Data Encoding. Computer Networks, Computer Science and Engineering, IIT Kanpur. on-line at: <https://www.cse.iitk.ac.in/users/dheeraj/cs425/lec03.html>
- Fizika 4, udžbenik za 4. razred gimnazije, Nataša Čaluković, Krug, Beograd

# Sadržaj

- 1 Uvod
- 2 Digitalizacija zvuka
- 3 Kompresija i zaštita
- 4 Ciljevi i dobrobiti digitalizacije
- 5 Zaključak

# Šta je zapravo zvuk?

- Zvuk je vibracija koja se širi kroz vazduh ili neku drugu sredinu u vidu talasa.
- Čovek može čuje zvuk jačine od 16 do 20000 Hz.
- Osnovne karakteristike zvuka su:
  - **visina**,
  - **boja**,
  - **jačina**.

# Kako je sve počelo?

- Snimanje zvuka je počelo tako što su se zapisivale vibracije koje ljudsko uho registruje kao zvuk na neku vrstu medija.
- Fonoautograf
- Magnetna traka
- Kompaktna traka
- Početkom 1969. godine prvi put je uspešno realizovana računarska obrada zvuka koja je dovela do njegove digitalne transformacije.
- PCM procesori
- Kompaktni diskovi, CD-RW
- MP3

# Šta je digitalizacija?

- **Digitalizacija** je prevođenje analognog zvučnog signala u digitalni. Da bi se zvuk iz analognog preveo u digitalni oblik potrebno je izvršiti:
  - *uzorkovanje ili odabiranje* (eng. *sampling*)
  - *kvantizaciju*
  - *kodiranje*
- **Uzorkovanje** je postupak kojim se uzima vrednost električnog napona signala u određenim trenucima vremena.
- Frekvencija uzorkovanja treba da bude najmanje dva puta veća od najveće frekvencije analognog signala (Nikvist-Šenonova teorema odabiranja).
- Standardna frekvencija uzorkovanja je 44,1kHz (CD audio standard), a može ići i do 192kHz.

# Kvantizacija i kodiranje

- **Kvantizacija** je postupak kojim se odabrane vrednosti električnog napona zaokružuju na najbližu od dozvoljenih vrednosti.
- Dubina bita se prikazuje formulom:  $2^x = n$ , gde je  $x$  broj bitova, a  $n$  broj mogućih kombinacija.
- Kvantizacijska greška (eng. *quantization error*)
- **Kodiranje** (eng. *Encoding*) je proces pretvaranja podataka u neki drugi format pri kojem se vrednosti predstavljaju logičkim nulama i jedinicama, tj. bitovima.
- *Pulsna kod modulacija* (PCM) i *Delta modulacija* (DM)
- Bitska brzina (eng. *bit rate*)

# Kompresija i čuvanje digitalnih podataka

- Za **čuvanje** je bitno odrediti koji se kvalitet medijuma traži: kapacitet, dugovečnost, pouzdanost, način rukovanja i naravno, cena kao i dostupnost. Uglavnom se koriste:
  - *izmenjivi diskovi*
  - *tvrdi diskovi*
  - *magnetne trake*
- **Kompresija** audio podataka ima potencijal da smanji propusni opseg prenosa i zahteve za skladištenje audio podataka.
- MP3 format jedan je od najpoznatijih formata. Kvalitet MP3 formata zavisi od broja bitova
- Nekompresovani WAV i AIFF formati. Ostali poznatiji su AAC, OGG i dr.



# Zašto digitalizovati?

- Digitalizovani materijal treba zaštititi od neovlašćenog pristupa, kopiranja i distribucije. Neki od metoda zaštite su: šifrovanje, digitalni potpisi, digitalni sertifikati, vodeni žigovi, šifrovane koverta itd
- Ustanove digitalizuju svoju građu iz više razloga: zbog lakšeg i dugotrajnog čuvanja, kako bi dodale novi sadržaj u već postojeću zbirku, vezano za administrativne procese, zbog izrade internet stranica, radi konzervacije i restauracije, zbog ulaganja u nove tehnologije.
- Elektronsko bankarstvo, elektronski dnevnik
- Društvene mreže
- Muzičke biblioteke i *Streaming*

## Da rezimiramo

- Potrebno je digitalizovati građu, pogotovo kulturnu baštinu, kako se identitet i kultura ne bi zaboravili i kako bi ljudi digitalizovani materijal mogli da koriste i tokom celog života.
- S obzirom na današnju tehnologiju, potrebno je i održavati građu u određenim formatima kako bi bili čitljivi i dostupni većem broju ljudi.
- Analogni izvornici ili izvorni digitalni materijal će uvek imati svoju vrednost u pogledu informacija, pa i analogni zvuk, jer koliko god pogodnosti digitalni zvuk pružao, naročito u smislu dugotrajnosti i uštede prostora, postoji određen kvalitet 'živog' zvuka koji se neminovno gubi i koji je za sada nemoguće digitalno reprodukovati.