

5. Digitalizácia zvuku, formáty zvukových súborov, prehratie a záznam zvuku, výpočty

Zvuk – je pozdĺžne mechanické vlnenie s istou vlnovou dĺžkou, a teda zodpovedajúcou frekvenciou, s istou farbou a intenzitou (hlasitosťou).

Zvuk je spojitá - analógová informácia.

Harmonický zvuk (napr. komorné "a") môžeme znázorniť sínusoidou.

Počítače však nevedia spracovávať spojité informácie, preto bolo potrebné vymyslieť spôsob, ako zvuk digitalizovať - previesť na čísla.

Formáty zvuku

Tak, ako grafické údaje, tak aj zvukové údaje môžeme zakódovať pomocou rôznych formátov.

Súborové formáty môžeme rozdeliť do dvoch kategórií:

1. Formáty, ktoré zabezpečujú umelé vytvorenie zvuku
2. Formáty, v ktorých je uložený digitalizovaný zvuk (môžu byť stratové, teda vynechávať menej podstatné dáta, alebo sa môžu striktné snažiť o čo najvernejší záznam zvuku bez straty jeho kvality)

MIDI (*Musical Instrument Digital Interface*)

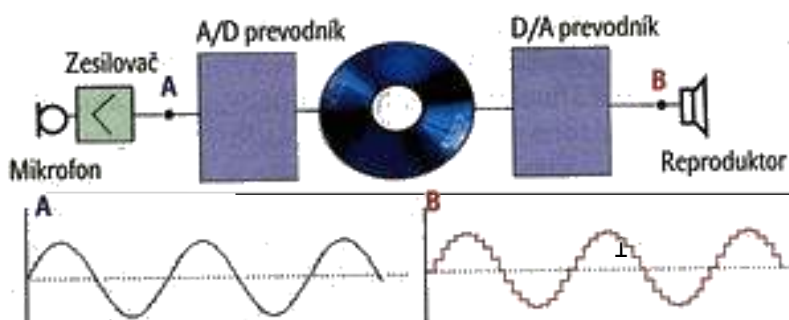
Tento formát je prvým typom - zabezpečuje umelé vytvorenie zvuku. Súbor MIDI je súhrn inštrukcií pre zvukový syntetizátor počítača, hudobného nástroja alebo iného zariadenia, podľa ktorých sa zvuk vytvára (rovnaké syntetizátory majú mobilné telefóny, preto sa hudba MIDI označuje tiež polyfonické zvonenie).

Výhodou súborov MIDI je, že na minútu záznamu potrebujú oveľa menší úložný priestor ako ostatné formáty.

Wave alebo **Waveform formát** (súbor spríponou .wav) vyvinuli spoločnosti IBM a Microsoft na použitie na platforme PC. Stal sa štandardom na záznam zvuku v operačných systémoch Windows. Metódou záznamu dát je najčastejšie Pulse Code Modulation (PCM), ukladajúca nekomprimované dáta (Existujú však i ďalšie spôsoby, ktoré Wave formát podporuje ako CCIT, GSM, G.723.1 ...). Princíp uloženia zvuku v tomto formáte popisuje digitalizácia zvuku:

Digitalizácia zvuku

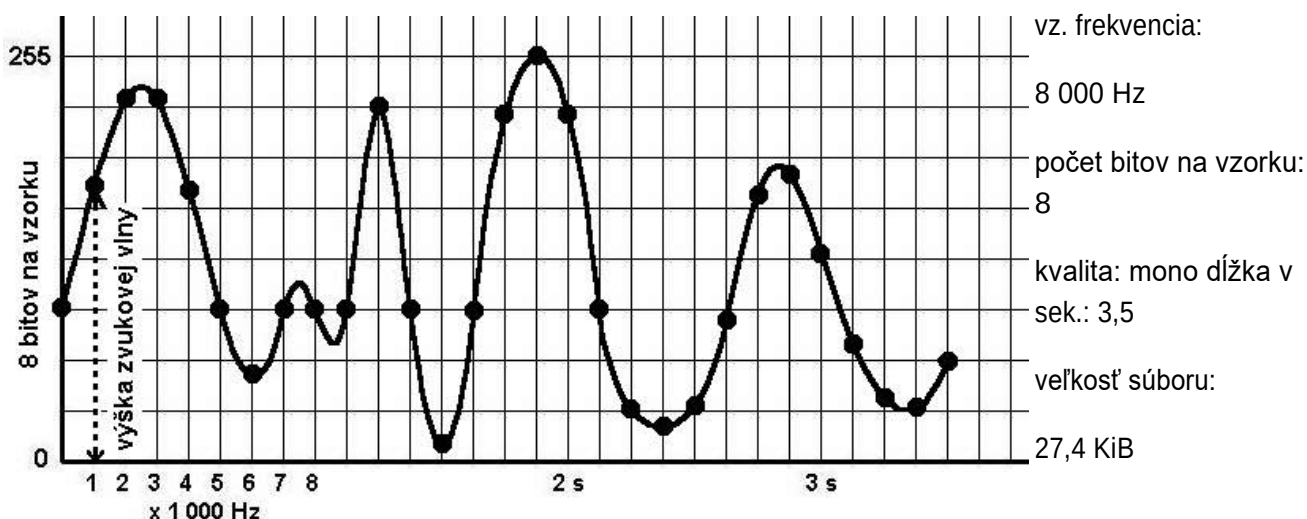
Prevod zvuku z analógovej podoby do digitálnej zabezpečuje A/D - analógovo - digitálny prevodník.



Skôr ako sa z analógového signálu stane PCM zvuk, musí najprv prejsť vzorkovaním, kvantovaním a kódovaním.

VZORKOVANIE: Vzorkovač zaznamenáva aktuálne hodnoty analógového signálu v pravidelných intervaloch s istou frekvenciou napr. pri frekvencii 10kHz sa zaznamená hodnota signálu 10 000 krát za sekundu. Vzniká signál PAM - pulzná amplitúdová modulácia.

V obrázku je zakreslená analógová zvuková informácia, ktorá sa s hustotou vzorkovacej frekvencie digitalizuje odčítaním výšky zvukovej vlny, napr. posledný bod má kód 6310 = 001111112 (v obrázku je zakreslené len každé tisícé odčítanie výšky zvukovej vlny z 8000 odčítaní za sekundu)



veľkosť nekomprimovaného zvukového súboru [v bitoch] =

= vzorkovacia frekvencia [s⁻¹] x počet bitov na vzorku [b] x kvalita x dĺžka v sekundách [s]

Kde:

vzorkovacia frekvencia je číslo udávajúce, koľkokrát za sekundu sa zosníma výška analógovej vlny (bežne od 8 000 Hz do 48 000 Hz),

počet bitov na vzorku je číslo vyjadrujúce bohatosť zvuku; 8 bitov znamená 256 hodnotovú stupnicu v smere osi y, 16 bitov znamená 2¹⁶ = 65 536 hodnotovú stupnicu

kvalita znamená počet kanálov, pri mono jeden (1), pri stereo dva (2)

dĺžka v sekundách je čas trvania skladby (zvuku).

Príklad: Ku zvukovej karte PC pripojte mikrofón a cez aplikáciu Nahrávanie zvuku (*Programy – Príslušenstvo – Zábava – Nahrávanie zvuku*) nahrajte a uložte zvuk v nekomprimovanom formáte PCM 8 000Hz, 8 bitov, mono v dĺžke napríklad 30 sekúnd. Porovnajte veľkosť súboru získanú výpočtom (234,375 KiB) s veľkosťou súboru wav získaného nahrávkou. Ako sa zmení veľkosť súboru pri zmene kvality na stereo?

Príklad: Zvukový súbor wav má veľkosť 55 MiB. Koľko trvá prehranie skladby, ak bola uložená v najvyššej kvalite? [5 minút]

Príklad:

Koľko sekúnd trvá prehranie čiernobieleho videoklipu, ak sa vystrieda 30 obrázkov za sekundu vo formáte 150x150 bodov? Súbor má veľkosť 1,2 MiB.

Riešenie:

$150 \times 150 \text{ bodov} \times 30 / \text{s} = 22\,500 \text{ bodov} \times 30 / \text{s} = 675\,000 / \text{s} = 675\,000 \text{ b/s} = 84\,375 \text{ B/s} = 82,4 \text{ KB/s}$

$1,2 \text{ MiB} = 1\,229 \text{ KiB}; 1\,229 \text{ KiB} : 82,4 \text{ KiB/s} = 15 \text{ s}$

Príklad:

Skladba bola nahraná v najvyššej kvalite (48 kHz, 2B, stereo) a trvá 2,5 minúty. Koľko MiB zaberá na disku vo formáte wav? Čo a ako sa zmení pri uložení skladby vo formáte mp3?

Riešenie:

1 s nahrávky zaberá: $48\,000 \times 2 \text{ B} \times 2 / \text{s} = 192\,000 \text{ B/s}$

2,5 min = 150 s: $192\,000 \text{ B/s} \times 150 \text{ s} = 28\,800\,000 \text{ B} = 27,5 \text{ MiB}$

Ďalšie formáty zvuku

MPEG1 Layer 3 - veľmi populárny formát, ktorý všetci poznáme ako MP3. Je to stratový audioformát, schopný redukovať množstvo dát potrebných na záznam zvuku až desať násobne. To znamená, že na jedno CD sa zmestí desať bežných audio CD skomprimovaných do tohto formátu. Stratová kompresia spočíva vo využití vlastností ľudského sluchu na odstránenie nepočuteľných zvukov z nahrávky.

Windows Media Audio - konkurenčný stratový zvukový formát spoločnosti Microsoft (súbor s príponou .wma). Vznikol ako odpoveď na formát MP3 a ako priama konkurencia spoločnosti RealNetworks. Microsoft deklaruje kvalitu záznamu porovnateľnú s CD kvalitou už pri dátovom toku 64 kb/s, čím má prekonať MP3, ale nezávislé testy to nepotvrdzujú. Formát umožňuje vložiť do záznamu aj digitálne riadenie autorských práv, Digital Rights Management (DRM), preto ho na publikovanie nahrávok preferujú skôr vydavateľstvá. ☺

OGG Vorbis - rovnako veľmi kvalitný stratový formát. Jeho výhodou je to, že je OPEN SOURCE (tzn. je verejne k dispozícii zdrojový program a ktorýkoľvek programátor si ho môže upraviť podľa vlastných potrieb)

RealAudio je audioformát spoločnosti RealNetworks (súbor s príponou .ra). Vyžaduje si vlastný prehrávač zvuku. Je uspokojený najmä na prenos zvuku pri nízkom bitrate. Často sa teda používa pri publikovaní cez internet pomocou tzv. prúdového audia.

Viackanálové formáty zvuku

AAC - MPEG-4 Advanced Audio Coding je veľmi kvalitná kompresia zvuku, ktorá umožňuje použiť takmer neobmedzený počet kanálov. Nevýhodou je, že nie je zadarmo. ☹

AC3 - Dolby Digital. Najviac sa používa na kódovanie zvukových stôp na DVD. Aj keď tento formát nedosahuje takú dobrú kvalitu, je často používaný.

DTS - Digital Theater Systems je ďalší formát určený pre DVD. Poskytuje vyššiu kvalitu než AC3, ale za cenu extrémne vysokého bitového toku.

Programy na prehrávanie zvuku

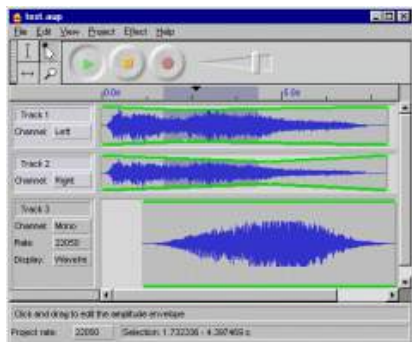
Jedným z najdôležitejších parametrov prehrávacieho programu je to, koľko zvukových formátov dokáže prehrať. Keď vznikol nový zvukový formát, bolo potrebné stiahnuť si novšiu verziu prehrávača, do ktorého výrobcovia pridali jeho podporu. Niektorí výrobcovia však tento problém vyriešili inak. Navrhli svoj prehrávač tak, aby dokázal prehrať akýkoľvek formát pomocou tzv. kodekov. Kodek je vlastne akýsi návod pre prehrávač, pomocou ktorého vie dekodovať daný zvukový formát. V operačnom systéme Windows sa nachádza práve takýto typ prehrávača s názvom Media Player. Okrem tohto prehrávača však existuje obrovské množstvo voľne dostupných prehrávačov, z ktorých najznámejšími sú WinAmp a Sonique. Súčasný výkon počítača však už umožňuje i prehrávanie viacerých skladieb súčasne, takže môžeme pomocou prehrávača ako napríklad OTS Turntables mixovať skladby ako DJ na diskotéke.



Programy na nahrávanie zvuku a úpravu zvuku

Najjednoduchším programom pre nahrávanie zvuku je program "Nahrávanie zvuku", ktorý je súčasťou operačného systému Windows. Program ponúka aj jednoduché efekty, ako je zrýchlenie, či spomalenie záznamu, vloženie ozveny a zaujímavé spätné prehrávanie. Medzi

vyspelejšie editory, ktoré umožňujú nahrávať a upravovať viac kanálov a sú dostupné zadarmo, patrí program Audacity. Umožňuje nahrávať neobmedzený počet kanálov, strihať, kopírovať a mixovať ich dohromady. Dokáže tiež zmeniť rýchlosť prehrávania a hlasnosť jednotlivých kanálov, odstrániť šum a výsledok uložiť v rôznych formátoch. Medzi Profesionálne nástroje, ktoré obsahujú viac ako 50 efektov na úpravu zvukových kanálov patria programy SoundForge od firmy Sony a Audition od firmy Adobe.



zvukový editor Audacity

zvukový editor Sony SoundForge



zvukový editor Adobe Audition

