

EKONOMICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
FAKULTA HOSPODÁRSKEJ INFORMATIKY
Evidenčné číslo: 17300/B/2011/2469445898

Porovnávacia štúdia zvukových formátov a ich efektívneho využitia v multimediálnych produktoch

Bakalárska práca

Porovnávacia štúdia zvukových formátov a ich efektívneho využitia v multimediálnych produktoch

Bakalárska práca

Študijný program: Hospodárska informatika

Študijný odbor: 9.2.10 Hospodárska informatika

Školiace pracovisko: Katedra aplikovanej informatiky

Školiteľ: Ing. Anna Ondrejková

Čestné vyhlásenie

Čestne vyhlasujem, že záverečnú prácu som vypracoval samostatne a že som uviedol všetku použitú literatúru.

Dátum: 30.4.2011

.....

(podpis študenta)

ABSTRAKT

Švec, Martin: *Porovnávacia štúdia zvukových formátov a ich efektívneho využitia v multimediálnych produktoch*

Cieľom záverečnej práce bolo poskytnúť základné informácie o zvukových formátoch v prostredí dnešných multimédií. Každý by mal mať istú úroveň poznania a zhodnoteni pri výbere požadovaného formátu.

Práca obsahuje šesť kapitol, sedem obrázkov (z toho jednu schému). V práci je taktiež sedem tabuliek.

V úvode je spomenutá stručná história zvukového záznamu

Prvá kapitola sa venuje záznamu zvuku do digitálnej podoby, čo predstavuje oblasť poznania pre zvukové formáty.

Druhá kapitola obsahuje opis a použitie zvuku v multimediálnom prostredí a audiovizuálne dielo z právneho aspektu.

Tretia kapitola zachytáva popis jednotlivých formátov a ich štandardy(ak sú štandardizované).

Štvrtá kapitola opisuje popis porovnania jednotlivých formátov

Zvyšné kapitoly obsahujú tabuľky jednotlivých porovnaní.

Zachytený výsledok reprezentuje porovnanie formátov z hľadiska percentuálneho hodnotenia.

Kľúčové slová: MP3, MP4, MPEG, Záznam zvuku, Dátový tok, Komprimácia, PCM, Kodek, Vzorkovacia frekvencia

ABSTRACT

Švec, Martin: *Comparative analysis of sound format and their effective usage in multimedia product*

Purpose of this material is to offer basic information about multimedia sound format and their usage in multimedia products. Everybody should have basic knowledge about devices that just using spread sound format.

The work contains six chapters, seven pictures (with one scheme) and seven tables

In introduction chapter i mention short brief of sound format history

First chapter is about sound recording and putting it into digital form.

Second chapter contains description and usage of sound in multimedia environment. It also has basic information about Copyright act.

Third chapter collects information about specific sound format and their standardization

Fourth chapter describes method of comparison of particular sound format

Attachments contain comparison tables

Result of this work represents percentage of sound format.

Keywords: MP3, MP4, MPEG, Sound recording, Bitrate, Compressed format, PCM, Codec, Sampling rate

Obsah

Úvod.....	1
1. Záznam zvuku v digitálnej forme.....	3
2. Zvuk v multimedialnom prostredí.....	7
2.1. Použitie zvuku v prezentáciách.....	7
2.2. Audiovizuálne dielo.....	8
3. Zvukové formáty.....	9
3.1. MPEG štandard.....	10
3.2. MP3.....	11
3.3. WMA – Windows media audio.....	14
3.4. AAC (MPEG-2/4 audio).....	15
3.5. Real Audio.....	18
3.6. ATRAC.....	19
3.7. OGG (Vorbis).....	21
3.8. Bezstratové zvukové formáty.....	22
3.8.1. FLAC.....	22
3.8.2. Monkey's Audio.....	22
4. Porovnanie jednotlivých formátov.....	23
5. Prílohy.....	26
Záver.....	29
Zoznam použitej literatúry.....	30

Úvod

Zvuk, obraz, text sú základnými prvkami multimédií. Tieto prvky vnímame sluchom, zrakom alebo hmatom. Sluch patrí medzi jeden zo základných zmyslov ľudského vnímania, ktorý ma obrovský význam pri komunikácii so svetom. Naše videnie nie je ploché. Je to preto, lebo každý človek má dve oči. Každé oko posiela do mozgu odlišný obraz. Následne si náš mozog spojí dokopy tieto dva mierne odlišné obrazy. Tým získame pojem o priestore. Rovnakým spôsobom fungujú naše uši. Preto dokážeme rozoznať priestorový zvuk. Zvuk vzniká kmitaním častíc vzduchu. Toto kmitanie vieme odmerať a označiť. Kmitanie (frekvenciu) označujeme v Hertzoch (skr. Hz). Fyzikálna jednotka vyjadruje zmenu udalosti za 1 sekundu. V zvukovej teórii si označíme 1 kmit = 1 Hz. Ľudské ucho je schopné zachytiť zvuk v úrovni od 20 hertzov po 20 000 hertzov. V týchto úrovniach sme schopní vnímať 300 000 rôznych zvukov. Čím sme starší, tým sa táto hranica znižuje.

V minulosti sme zvuk nevedeli uchovávať. Informácie sa prepisovali do zvitkov na papyrusy a pergameny. Veľký prínos (pre uchovávanie informácií) bol vynález kníhtlače. Svet sa odrazu vedel dostať k rôznym informáciám. Bohužiaľ text nám neumožňuje zaznamenávať informácie o aktuálnom emočnom stave, pocite strachu atď. Zvuková informácia nám vie dokresliť okolie pre lepšiu orientáciu v prostredí. Hudobná informácia sa dá síce zachytiť, ale iba v textovej forme pomocou nôt. Tieto informácie si vedelo málo ľudí predstaviť v hudobnej/zvukovej forme. Na jej reprezentáciu sme potrebovali človeka, ktorý vedel noty čítať a následne reprodukovat' na hudobnom nástroji – vo väčšine prípadov iba jednom. Lenže zvuk sme nemali zachytený. Nebolo možné si ho prehrať ešte raz. Kto si chcel vypočuť hudbu ešte raz, musel ísť znova na koncert alebo si ju zahrať sám.

Prvý známy vynález záznamu bolo zariadenie nazvané fonautograf vynájdené francúzskym tlačiarom a knihovníkom Edouard-

Leon Scottom v roku 1857 . Na zachytenie zvuku



Obrázok 1 – Fonograf
[<http://fonograf.navajo.cz/fonograf.jpg>]

použil membránu, ktorá vibrovala na základe zvuku a zachytávala pomocou ihly kmitanie na začiernené sklo. Daný zvuk sa nedal prehrať. V roku 2008 sa podarilo zdigitalizovať zvuk zachytený na sklo. Po tomto vynáleze prišiel s prevratnou myšlienkou zachytávať zvuk americký vynálezca a obchodník Thomas Alva Edison. V roku 1877 vynášiel na základe princípov fonautografu zariadenie nazvané fonograf (obrázok č.1). Zvuk bol zaznamenaný na valci vyrobený s tenkej alobalovej fólie. Valec sa následne pomocou kľuky otáčal. Na prehrávanie bolo potrebné otáčať kľukou rovnakou rýchlosťou ako pri zápise. V roku 1886 Alexander Graham Bell vylepšil Edisonov prístroj použitím voskového valca a ihly ktorou sa zabezpečila čistejšia nahrávka.



Obrázok 2 – gramofón
[<http://www.fuxon.sk/videostudio/images/historia%20png/zvuk/07%20-%20Gramofon.png>]

Nezávisle od Bella si v roku 1887 si Emile Berliner nechal patentovať gramofón. Jeho princíp spočíval v prenose výčnelkov zaznamenaných na gramofónovej platni, ktorá bola nahradená za valec. Platňa bola vyrobená zo šelaku, čo malo za následok zvýšenie životnosti. Na povrchu platne sa nachádzala drážka v tvare špirály, na ktorej bol zvuk zapísaný. Prenos zvuku zabezpečovala tenká ihla

ktorá sa pri otáčaní a pohybe po platni rozkmitala a vydávala zvuk. Gramofónové platne vyzdržali vo vylepšenej forme až dodnes. Kvalitu nahrávky gramofónu CD ani iný počítačom zachytený zvuk nedosiahne.

Počas vývoja a zdokonaľovania gramofónu bol vyvinutý magnetický zápis, a to v roku 1898. V tomto roku dánsky vedec ukázal záznam zvukových vln na železný drôt. Po prvýkrát bola v roku 1925 prezentovaná magnetická páska. Vo vývoji magnetofónov už nestálo nič v ceste. Až v roku 1963 sa objavila prvá klasická páska na záznam zvuku. Po zmenšovaní rozmerov magnetofónových prehrávačov (Sony Walkman) sa zariadenie dostalo na svoj vrchol. Nasledoval záznam zvuku na počítač – digitálna revolúcia.

1. Záznam zvuku v digitálnej forme

Princíp záznamu zvuku na PC spočíva v PCM – Pulse Code Modulation. Bola vyvinutá Alec Reevesom v roku 1937. PCM reprezentuje digitálnu formu analógového signálu, ktorého amplitúdy sú rozdelené do rovnakých intervalov. Analógový signál sa pred uložením do PC musí zdigitalizovať pomocou analógovo – digitálneho prevodníka. Pri prevode zvuku dochádza k skresleniu zvuku a strate informácií. Tieto informácie sú pre ľudské ucho nevnímateľné. Pri prevode dochádza k vzorkovaniu, kvantifikácii a kódovaniu. Pri CD zázname sa používa interval 44 100 Hz pri 16 bitoch.

Na záznam zvuku do PC potrebujeme hardvérové a softvérové vybavenie. Medzi základné zariadenia patria:

- *Zvuková karta*

V dnešných desktopových počítačoch patrí medzi základný komponent. V minulosti bolo potrebné si kartu zakúpiť a zapojiť do PC. V dnešných PC je zvuková karta zabudovaná do základnej dosky. Existujú však stále zvukové karty pripojené cez rozhranie USB, Fire-wire resp. PCI-expres (interné zvukové karty). Je to v podstate analógovo-digitálny prevodník, do ktorého budeme zapájať reproduktory a mikrofón. Dnešné karty umožňujú zapojiť viac reproduktorov, a tým vytvoriť priestorový zvuk. Napr. 2.0 znamená možnosť pripojenia stereo reproduktorov. Pri označení 6.1 znamená možnosť pripojiť až 6 reproduktorov a jeden basový reproduktor.

- *Reproduktory*

Môžu byť súčasťou zobrazovacieho zariadenia (napr. monitora). Slúžia na reprodukciu zvuku z počítača. Môžeme ich rozdeliť do: celopásmové, nízkopásmové, strednopásmové a vysokopásmové, v závislosti, aký druh frekvencie majú reprodukovať. Výkon reproduktorov sa udáva vo Wattoch. Avšak je potrebné dať pozor na typ výkonu (RMS/PMPO)

- *Mikrofón*

Zariadenie, ktoré nám zaznamenáva zvuk do PC pomocou premeny akustického signálu na elektrický.

Poznáme viacej typov mikrofónov. Odporové, kondenzátorové a kryštálové. Kondenzátorový typ je náročnejší na konštrukciu a potrebuje vlastné napájanie. Avšak je citlivejší a hodnovernejšie vie zachytiť frekvencie. Odporový typ je vhodnejší pre zvuk s vyššou úrovňou hlasitosti (napr. spev)

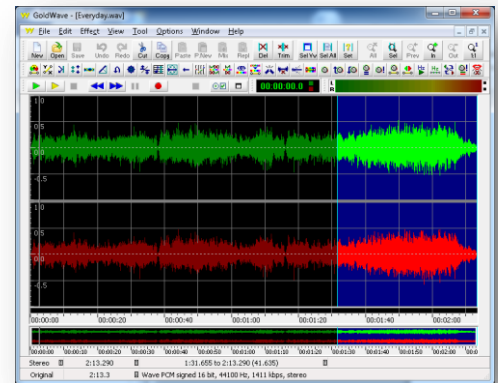
Na nahrávanie zvuku potrebujeme príslušný softvér, ktorý nám umožní použiť zvukovú kartu ako zariadenie na záznam zvuku. Na internete sa nachádza niekoľko typov programov. Od jednoduchých (integrovaných priamo v operačnom systéme) po sofistikovanejšie. Tieto programy dokážu upravovať nahratý zvuk, a to napríklad pridaním rôznych efektov, zmenu hlasitosti zmenu tónu resp. odstránenie časti zvukov. V terminológii je nutné spomenúť nasledujúce pojmy:

Vzorkovanie

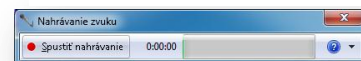
Jedna sa o proces prevodu analógového signálu na štvorčekový signál s rôznymi amplitúdami. Každý štvorček (obdĺžnik) reprezentuje úroveň zdigitalizovaného signálu v čase. Po spojení sa vytvoria hodnoty, ktoré je možné uchovať v binárnej podobe.

Kvantifikácia.

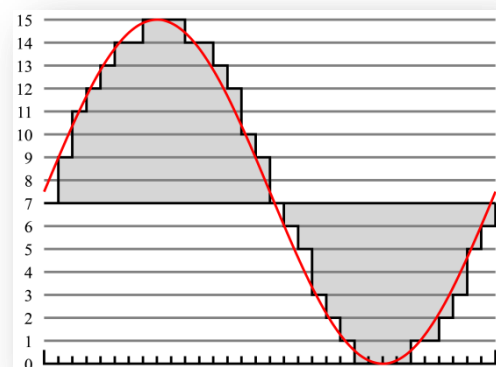
V spracovaní signálu je potrebné reprezentovať zdigitalizované hodnoty vzoriek. Na tento účel nám slúži priradenie hodnôt z digitálnej reprezentácie. Pri telefonovaní sa používa 8 bitov. V praxi to znamená, že zvuk dosahuje 256 hodnôt (2^8). Pri zachytení reči je to postačujúca hodnota. Pri hudbe je potrebné mať bitovú hĺbku



Obrázok 3 - editačný program [Screenshot – Martin Švec]



Obrázok 4 - Windows nahrávač [Screenshot – Martin Švec]



Obrázok 5 – Pulzno kódová modulácia [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Pcm.svg]

najmenej 16 bitov.

Frekvencia

Jedná sa o číslo, koľkokrát za 1 sekundu sa proces opakuje. V našom ponímaní, koľkokrát sa vykoná vzorkovanie. V prípade vyššej frekvencie je tým hodnovernejšia a kvalitnejšia nahrávka. Na zachovanie vernej kvality je potrebné použiť Nyquistovú frekvenciou (Dvojnásobok požadovanej frekvencie). Pri CD-AUDIO sa používa 44 100 Hz

Digitálne spôsoby nám ponúkajú veľa výhod. Tie najvýraznejšie sú:

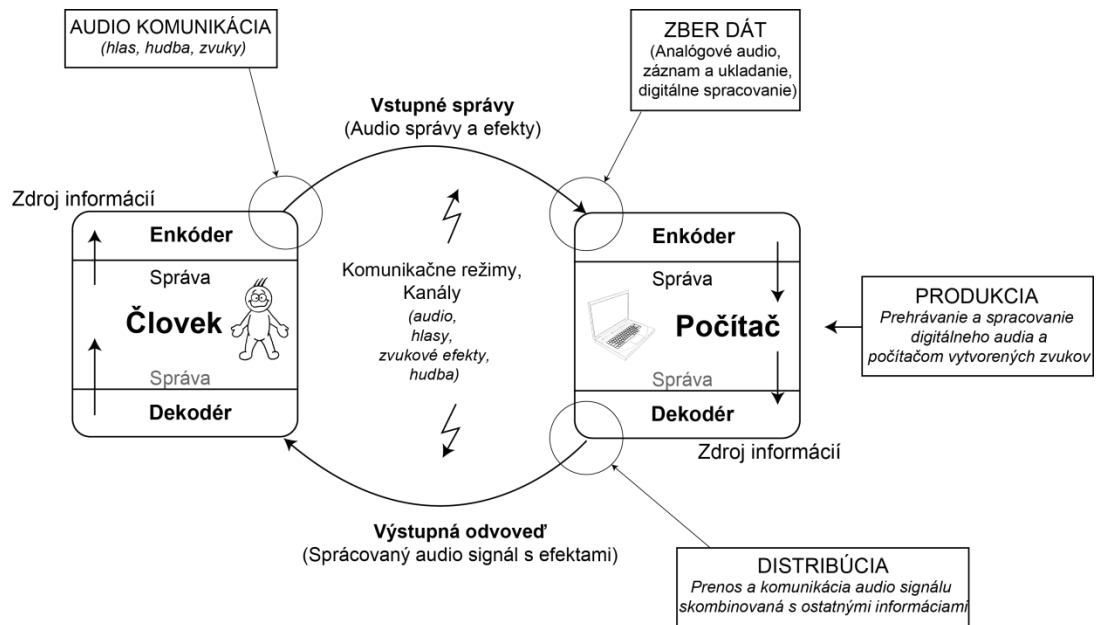
- **Prenosnosť:**
 - Digitálny zvuk si môžeme so sebou vziať v podobe nahratých skladieb v našom audio prehrávači resp. na inom záznamovom zariadení
- **Stálosť nahrávky**
 - Pri digitálnom audiu je záznam stále rovnaký. V prípade analógovej magnetickej pásky, ktorá sa časom deformuje, sa degraduje zápis.
- **Možnosti spracovania:**
 - Digitalizovaný zvuk vieme jednoduchšie spracovať pridaním rôznych efektov, zmenou hlasitosti a pod.

Pre profesionálne využitie je možné použiť digitálne, diktafóny ktoré nám umožňujú zaznamenať zvuk priamo do nich a následne prekopírovať do PC.

Pri vytváraní zvukového súboru sme zistili, že pri nekomprimovanom (PCM) formáte súboru sa uloží súbor, ktorý má veľkosť niekoľko desiatok megabajtov v závislosti od dĺžky záznamu. V dnešnej dobe veľkokapacitných diskov, USB kľúčov, to nie je problém. V minulosti bol problém mať 32 MB súbor na disku. Jedno z riešení je znížiť vzorkovaciu frekvenciu resp. kódovanie. Stratíme však na kvalite. Pri hlasových záznamoch to nie je problém, no pri kvalitnej hudbe už budeme znehodnotenie počuť. Pre tieto dôvody sa vytvorili rôzne zvukové formáty, ktoré nám umožnia zmenšiť zvuk v PC pomocou algoritmického spracovania a komprimácie údajov.

Zvuk je rozhodujúci prvok v zábavnom priemysle a multimédiách. Vytvorený zvuk sa použije ako komponent na zlepšenie počítačových hier. Hudba v pozadí, zvuk výstrelov zo zbrane, to sú len dva z príkladov využitia zvuku. Kombináciou rôznych zvukov vieme

vytvoriť rôzne atmosféry a vcítiť sa do nich. Základné príklady použitia v zariadeniach okolo nás sú: Ukladanie zvuku do PC, Spracovanie zvuku, komunikácia prostredníctvom internetu, syntéza hlasu, rozpoznávanie hlasu, automatické call centrá, odkazové služby. Počítač nám vie umožniť rozprávať, čo práve vykonávame.



Obrázok 6 – Popis komunikačných režimov¹

Pri použití audia nám zvuk pridáva nový rozmer. Keď ho vieme správne použiť, vieme dostať človeka do požadovaného emočného stavu. Bez zvuku by sme to nemohli nikdy dosiahnuť. Pri multimediálnych prezentáciách vytvorených pre študentov nám zvuk zabezpečí pozornosť študentov a následne lepšie výsledky pri skúškach, testoch a pod.

¹ ASHOK BANERJI, ANANDA MOHAN GHOSH, Multimedia Technologies. Tata McGraw Hill Education Private Limited, 2010 Str 231. ISBN 978-0-07-066923-9

2. Zvuk v multimediálnom prostredí

Hlavná úloha zvuku v multimédiách spočíva v naladení človeka počúvajúceho zvuk do atmosféry. Pri použití si musíme dať pozor na jeho správne načasovanie a použitie. Taktiež pre nevidiacich užívateľov zásadne zmení pohľad na multimédia. Tvorcovia multimédií musia správne identifikovať funkcie a použitie zvuku.²

Zvuk si vieme rozdeliť do viacerých kategórií. Prirodzený zvuk je taký zvuk ktorý vydáva príroda, mesto, hudba vytvorená hudobnými nástrojmi (gitara) a vnímame ho ľudským uchom. Rečový zvuk sa používa v ľudskej komunikácii. Každý jedinec má iné zafarbenie a melodiku zvuku. Pre každého človeka sú tieto faktory typické a jedinečné, pretože závisia od pohlavia, od fyzického a psychického stavu človeka.³

2.1. Použitie zvuku v prezentáciách

Pri práci s multimédiami si musíme uvedomiť, že sa jedná o spojenie hudby, zvukov, animácií, videí a textov. Ich spojením nám vznikne vnímateľná prezentácia, ktorá nás vie zaujať. Je dôležité použitie zvuku na správnom mieste a ľahko identifikovateľnom resp. v menej zrozumiteľných častiach prezentácií. Zvuk v prezentáciách je vhodné použiť na zaujatie obecnstva. Zvuky väčšinou nesú so sebou informáciu o zapamätaní produktu si či služby. Pri použití mnohí prezentátori používajú rôzne stratégie použitia audia. Niektorí používajú zvuk ako “pozadie” k prezentácií. Hovorené slovo odporúčam použiť v prípade opísania problému od ďalšej osoby, ktorá sa nemohla zúčastniť prezentácie.

Akékoľvek zvukové efekty i prehrávanie by sme mali používať triezvo a odôvodnene, pretože pri ich prehnanom použití môžeme naopak pozornosť odvieť.⁴ V prípade prezentačného programu Microsoft® PowerPoint 2007 je možné použiť viaceré formy zvukov. Napríklad: Vloženie zvuku z externého prostredia (z webovej lokality), z CD, z klipartu alebo zvuk nahráť.

² ING. DANA HORVÁTHOVÁ, ING. LUDOVÍT Trajtel, Phd. a kol. Komplexný pohľad na MULTIMÉDIÁ. Koprint, s.r.o.,2001. Str: 134. ISBN 80-8055-556-7

³ ING. DANA HORVÁTHOVÁ, ING. LUDOVÍT Trajtel, Phd. a kol. Komplexný pohľad na MULTIMÉDIÁ. Koprint, s.r.o.,2001. Str: 135. ISBN 80-8055-556-7

⁴ Mojmír Král, Ivo Magera, POWERPOINT 2007: PODROBNÁ UŽÍVATEĽSKÁ PRÍRUČKA. Computer Press, a.s.,2007. Str:196. ISBN 978-80-251-1619-7

2.2. Audiovizuálne dielo

Pre prostredie multimédií berieme do úvahy aj právny aspekt multimediálnych zvukových diel. Audiovizuálne dielo je dielo, ktoré je vnímateľné prostredníctvom technického zariadenia ako rad súvisiacich obrazov, či už sprevádzaných zvukom, alebo nie, ak je určené na uvádzanie na verejnosti; originálom audiovizuálneho diela je prvý zvukovo-obrazový záznam tohto diela určený na uvádzanie na verejnosti. Za spoluautorov tohto diela sa považujú najmä hlavný režisér, autor scenára, autor dialógov a autor hudby, ktorá bola vytvorená osobitne pre toto dielo.⁵

Týmto zákonom sa chráni autorské dielo použité pri šírení duševného resp. zvukovo-hudobného obsahu. Čiastočne oblasť zasahuje do mediálnych zákonov, pomocou ktorých sa šíria informácie v tlači, televíziách, rozhlase. V domácich podmienkach sú multimediálne diela šírené vo forme DVD/Blu-ray diskov. Autorovi multimediálneho obsahu vznikajú isté práva. Podrobnejšie sa tejto problematike venuje audiovizuálny zákon, ktorý vymedzuje audiovizuálne dielo nasledovne: Slovenské audiovizuálne dielo je audiovizuálne dielo vyrobené výrobcom audiovizuálneho diela, ktorý má alebo v čase jeho prvého uvedenia na verejnosti mal trvalý pobyt alebo sídlo na území Slovenskej republiky.⁶

Ministerstvo kultúry eviduje zoznamy multimediálnych diel, ktoré sú verejne prístupné. Na stránkach <http://www.culture.gov.sk/audiovizia/evidencia/mltmed> je možné vyhľadať multimediálne diela vydané na Slovensku a ich krátky opis.

⁵ Zákon č 618/2003 Z.z o autorskom práve a právach súvisiacich s autorským právom (autorský zákon) §5 ods. (2)

⁶ Zákon č 343/2007 Z.z o (audiovizuálny zákon) §2 ods. (1a)

3. Zvukové formáty

Zvukové súbory obsahujú zvuk v rôznych formátoch. Tie môžeme rozdeliť podľa rôznych kategórií:

- Komprimované
 - Stratové
 - Bezstratové
- Nekomprimované

Pri komprimácií dochádza k odstraňovaniu duplicitných dát, takže výstupný súbor bude menší, avšak nie menej kvalitný (bezstratová kompresia). Pri stratovej kompresii dochádza k väčšiemu odstráneniu častí zvukového súboru, ktoré nebude možné pri prehrávaní opätovne vytvoriť. Súbor pozostáva z hlavičky, doplnkových informácií a samotných dát. V hlavičke sú uvedené informácie o použitom formáte, veľkosti atď. Pri doplnkových informáciách si v istých formátoch môžeme uložiť informácie o žánri, autorovi atď. Táto identifikačná značka je možná len v niektorých formátoch (napr. MP3 používa ID3 tag). Komprimované zvukové formáty si rozdelíme medzi open source, proprietárne, bezplatné. Na komprimáciu je použitý kompresný algoritmus, ktorý údaje (zdigitalizované) v nekomprimovanom formáte spracúva matematickou procedúrou. Tým sa zabezpečí, že výstupnú súbor bude mať menšiu veľkosť. Na zabezpečenie vzniku nových dát si musíme zadať dátový tok. Do tejto hodnoty sa musia jednotlivé časti (rámce) dát uložiť. Teda reprezentuje, koľko Kb za 1 sekundu je potrebné na rekonštrukciu zvuku.

Pri jednotlivých formátoch spomeniem na úvod formát MIDI, ktorý je štandard určený pre hudobné nástroje. V podstate nedokáže zaznamenávať klasický zvuk, ale iba jednotlivé kanály resp. tóny.

3.1. MPEG štandard

MPEG je vo svete známym formátom, pod ktorý patria mnohé zvukové formáty. Skratka MPEG znamená *Moving Picture Experts Group* (*Expertná skupina pre pohyblivé obrázky*). Je to skupina spadajú pod organizáciu ISO (*Medzinárodná štandardizačná organizácia*) a IEC (*Medzinárodná elektrotechnická komisia*). Skupina bola vytvorená v roku 1988 ako organizácia, ktorá mala vytvoriť štandardy pre reprezentáciu pohyblivých obrazov a zvukov. Stratová kompresia založená na MPEG technike je veľmi efektívna a dosahujú sa ňou vysoké kompresné pomery⁷. Takéto hodnoty sú zaujímavé nielen pre prenos cez internet, ale aj pre záznam na bežné pamäťové médiá⁸.

Prvý formát, ktorý v roku 1992 bol dokončený bol označený **MPEG1**. Popisuje technológiu na komprimáciu zvuku a videa (obrazu). Formát je určený hlavne pre streaming videa a audia s dôsledkom na nižší dátový tok. Pri zvuku boli navrhnuté 3 kategórie, v závislosti na potrebnej výpočtovej zložitosti (MP1, MP2, MP3).

V roku 1994 bol dokončený návrh špecifikácie **MPEG2**. Jeho vylepšenia spočívali v dodaní komprimácie viacej kanálov (5.1 multikanál) a zvýšení možného dátového toku. V tejto časti vznikli taktiež 3 časti, definujúce ďalšie varianty dátového toku a frekvencií. V tejto časti formátovej špecifikácie vznikol aj MPEG2 Part 7. Štandard nebol spätne kompatibilný. Označuje sa ako AAC formát. Je efektívnejší v istých častiach a menej komplikovaný ako MPEG1 L3.

Po vývoji na MPEG-2 sa pokračovalo s vývojom **MPEG-4**. Dôvody vzniku formátu boli zvýšenie funkcionalít oproti predchodcom. Obsahoval prvky pre databázové spracovanie a multimediálnu interaktivitu. Viac informácií je spomenutých v časti 3.4).

Pri vývoji MPEG-7 sa postupne rozširuje ďalšie použitie v oblastiach digitálneho audia, biomedicíny, E-biznisu, Real time editovaniu obsahu a mnoho ďalších. Taktiež štandard umožňuje synchronizáciu textu a zvuku.

⁷ Ing. Ladislav Velicsányi, MULTIMÉDIA. Vydavateľstvo STU v Bratislave, 1999 Str. 28. ISBN 80-227-1208-6

⁸ Ing. Ladislav Velicsányi, MULTIMÉDIA. Vydavateľstvo STU v Bratislave, 1999 Str. 28. ISBN 80-227-1208-6

3.2. MP3

Príbeh o MP3 sa začína v 70-tych 20. Storočia, keď prof. Dieter Seitzer z Norimberskej univerzity uvažoval o prenose kvalitného zvuku cez telefónnu linku. Po zamietnutí jeho patentu, zostavil skupinu študentov na vývoj audio kódovacieho prostredia. V roku 1981 bol vydaný prvý kompaktný disk. To podnietilo vedcov pre ďalší vývoj. V 1987 bol založený projekt EUREKA, ktorý mal vyvinúť formát pre DAB (Digital audio broadcast). Bohužiaľ, daný kodek vyžadoval náročný výpočtový výkon pre kódovanie audia. Až v roku 1989 Karlheinz Brandenburg dokončil teoretický popis MP3 formátu, kde charakterizoval základné princípy fungovania. V roku 1991 prišlo dokončenie formátovej špecifikácie a naslednej štandardizácie ako koncept zvukového formátu. Formát MP3 bol navrhnutý vo Fraunhoferovom inštitúte spolu so spoločnosťou Thomson. Podiel na jeho masovom rozšírení mal kodek l3enc vyvinutý Fraunhoferom.

Princíp kódovania MP3 spočíva v odrezaní pre ľudské ucho nepočuteľných tónov. Pri kódovaní audia, akým je vytváranie MP3 súborov, si musíme zvoliť kompromis medzi veľkosťou súboru a kvalitou zvuku. Na konverziu do MP3 formátu budeme potrebovať nástroj označovaný ako enkodér. Ten zabezpečí konverziu zvuku do MP3. Nástroj obsahuje algoritmy na dosiahnutie požadovaného efektu. Kompromis si určujeme na základe dátového toku, ktorý určuje koľko kilobitov za sekundu môže enkodér použiť. Pri nesprávnom zvolení (napr. pri veľmi nízkom toku) budeme počuť vo výslednom zvuku nežiadúce rušenie. Pri hlasových nahrávkach je pri nízkom toku zachovaná istá kvalita. Pri samotnom kódovaní závisí aj od kvality pôvodného zdroja. V tabuľke č.1 sú uvedené odporúčané dátové toky pre typy zvukov.

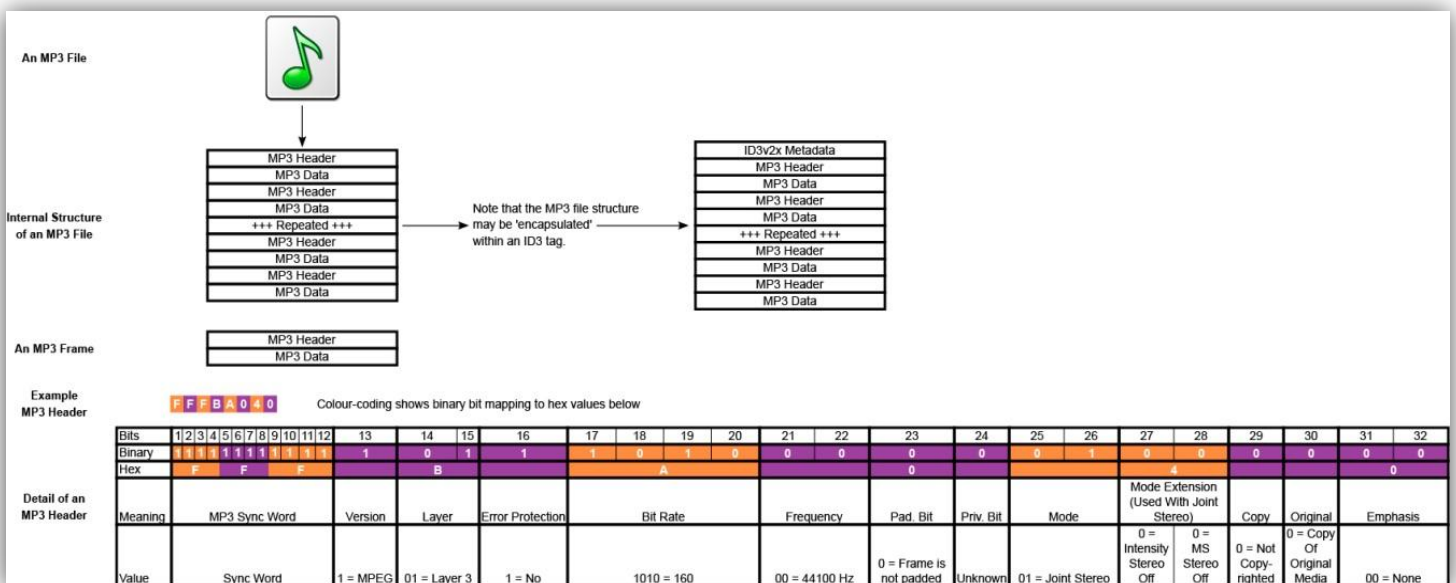
Tabuľka 1 [<http://en.wikipedia.org/wiki/MP3>]

Dátový tok kb/s		
Nízky	Stredný	Vysoký
<i>Určené pre pomalé internetové pripojenie – live streaming (dial-up, ISDN) Vhodné pre záznam hlasu</i>	Vhodné pre MP3 prehrávače, optimálne pre záznam zvuku výborný pomer veľkosť/kvalita	Vhodné pre zdrojové zvuky určené pre ďalšie spracovanie.
32	112	224
48	128	256
56	160	320
64	192	

Optimálnou možnosťou bol dátový tok 128kbit/s, avšak s príchodom väčšej kapacity sa posunula hranica od 160 – 192 kbit/s.

V princípoch kódovania si musíme spomenúť ešte jeden spôsob, CBR vs VBR. Je to spôsob zápisu náročnejších frekvencií (a tónov). Pri použití CBR (konštantný dátový tok) je celá skladba zaznamenaná rovnakým tokom dát za jednu sekundu. Ak skladba je „zvukovo náročnejšia“ niektoré časti sa môžu javiť ako menej kvalitnejšie. Je to spôsobené tým, že pri náročnejšom zvuku je potrebné, aby zvuk mal väčší dátový tok. Keďže dátový tok je konštantný, konverzia ide na úkor kvality. Pri VBR (variabilný dátový tok) sú menej náročné zvuky komprimované nižším dátovým tokom. Napr. pri tichej pasáži stačí využiť nižší dátový tok bez straty kvality. Naopak pri komplexnejšej zvukovej pasáži je dobré dátový tok zvýšiť. Z toho nám vyplynie, že dosiahneme nižšiu veľkosť komprimovaného súboru s vyššou kvalitou nahrávky.

Kvalita nahrávky je taktiež závislá od multimediálnych zariadení ako reproduktory, zvuková karta, slúchadlá, profesionál zvukár verzus laik atď. Štruktúru MP3 súboru sprehľadňuje nasledovný obrázok č.7.



Obrázok 7 - Štruktúra MP3 súboru
[\[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/01/Mp3filestructure.svg \]](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/01/Mp3filestructure.svg)

Hlavný dôvod prečo je MP3 úspešný je jeho prvenstvo na trhu a masové rozšírenie siete internet. Jeho popularita začala narastať aj z dôvodu populárneho audio prehrávača Winamp. Na internete sa začali objavovať stránky ako mp3.com a programy ako Napster, ktoré umožňovali ešte zväčšiť pôsobenie MP3 formátu. Pomocou Napstru sme si vedeli stiahnuť hudobnú skladbu od nášho autora. Hlavná výhoda spočívala v decentralizovanosti siete. V prípade, že by sme chceli stiahnuť nekomprimovanú formu obľúbenej skladby cez vtedy (1997) rozšírený dial up, tak by nám to zabralo veľa času. Pri kapacite MP3 3-6MB na skladbu oproti 40 MB wav súboru je to veľká úspora času i peňazí. Vzhľadom na vysoké kompresné pomery sú v súčasnosti súbory MP3 jednou z volieb na prenos audio informácií cez internet. Keďže sa prenáša menšie množstvo informácií, je nezanedbateľná aj celková úspora nákladov vyplývajúca z menších časov na prenos súborov.⁹

Pri jednoduchosti vytvoriť si zo svojich kompaktných diskov (CD) audio knižnicu začali vznikať problémy s licenciami. Zdieľať autorsky chránený obsah je nelegálne. Pri malých veľkostiach začalo byť zdieľanie populárne. Medzi hlavné dôvody patrila rýchlosť. V podstate do pár hodín bez toho aby sme museli niekam ísť bolo možné si stiahnuť ľubovoľný súbor, ktorý nám užívateľ zazdieľal.

Podstatná výhoda pre užívateľov spočívala aj v tom že formát neumožňoval chrániť autorské dielo pomocou DRM technológiu určenou proti kopírovaniu a prehrávaniu.

Použitie MP3 je dnes všade okolo nás. V inteligentných telefónoch (Smartphone) máme niekoľko tisíc MP3 skladieb, PC obsahujú takisto veľké množstvo. Výhody samotného formátu spočívajú v jeho kompaktnosti a čiastočne aj jeho propagácií. Formát je licencovaný. Ak si chceme vytvoriť MP3 je potrebné zaplatiť poplatky.

Pri použití MP3 formátu je potrebné zabezpečiť, aby sa na počítači nachádzal správny kodek. Dnešné operačné systémy ho majú v sebe zabudovaný, takže by s tým nemal byť problém. Formát sa oplatí použiť pri kvalitnejších a dlhších zvukoch. Formát je pre dnešné výpočtové nároky nenáročný. Užívatelia si vytvorili k formátu kladný vzťah kvôli jeho nenáročnosti a podpore širokého okolia.

⁹ Ing. Ladislav Velicsányi, MULTIMÉDIÁ. Vydavateľstvo STU v Bratislave, Str. 29. ISBN 80-227-1208-6

3.3. WMA – Windows media audio

Formát WMA slúži taktiež na komprimáciu audio súborov. Ide o značne uzavretý formát. Jeho technická špecifikácia nie je podrobne známa. Počiatky WMA kodeku sú založené na práci skupiny Microsoft research. Práca spočívala na projekte vytvorenia vlastného formátu pre operačný systém Windows formou implementácie do programu Windows Media Player a ktorý by bol konkurenčný formátu MP3.

WMA nedosahoval spočiatku kvality MP3, avšak po vývoji nových verzií sa postupne dopracoval medzi používané formáty. Podľa Microsoftu sa mala rovnaká kvalita ako pri MP3 dosiahnuť už v dátovom toku 64 kbit/s. Opak bol pravdou. Mnohí začali kritizovať Microsoft pre tento formát. Kritika sa vzniesla aj použitiu DRM. Keďže formát sa používal na legálne sťahovanie audio obsahu spolu s DRM, užívatelia začali hľadať spôsoby ako odstrániť túto ochranu. Problémy spôsoboval pri tzv. necertifikovaných prehrávačoch (resp. prehrávačoch nepodporujúcich Windows DRM). Tí, ktorí si zakúpili skladbu, si ju nemohli prehrávať na svojich prenosných prehrávačoch. Použitie DRM spočíva vo vložení informácií o skladbe a pomocou kryptografických algoritmov sa dáta zakódujú. Samotné DRM je zapracované najmä do herných konzolí, rôznych prehrávačov atď. Pre formát to bola viac nevýhoda ako výhoda. Microsoft chcel týmto zabezpečiť legálnosť a schopnosť použiť formát samotnými vydavateľstvami.

WMA dnes využíva samotný výrobca herných konzolí Xbox a zvyčajne ho podporujú aj samotné audio prehrávače. Je taktiež zakomponovaný do produktov spojených s videom ako Windows media video používaných pri streamovaní multimediálneho obsahu na internet. Jeho formátové triedy WMA Pro, WMA Lossless, WMA Voice boli určené ako náhrada za konkurenčné riešenia, no pri silnej uzavretosti sa mu rozšírenie nepodarilo. Formát nemá priamu podporu v iných operačných systémoch (napr. Linux). Preto formát pomaly upadá, aj keď ho stále podporuje Microsoft. Aj napriek tomu jeho použitie v prezentačnom programe PowerPoint je odporúčané, nakoľko formát ma priamu podporu.

3.4. AAC (MPEG-2/4 audio)

AAC nám ponúka efektívny spôsob zvukovej stratovej kompresie od dátového toku 2 kb/s. Jeho návrh sa zakladal ako nástupca starého MP3 formátu v štandardoch MPEG-2(17) a MPEG-4. AAC bol vyvinutý v spolupráci AT&T Bell Laboratories, Fraunhofer IIS, Dolby Laboratories, Sony Corporation a Nokia. Štandardizovaný bol v roku 1997 a špecifikuje sa v časti MPEG2 a taktiež v MPEG4. AAC ponúka až 48 kanálov a vyššou vzorkovaciu frekvenciou (až do 96 kHz). Formát umožňuje dátový tok na jeden kanál do veľkosti 256kb/s. Jeho výhoda spočíva v možnosti výberu profilov v závislosti od komplexnosti dátového toku, ktorý má byť zakódovaný. Profily sú odlišné v závislosti na špecifikácií.

- Málo komplexný profil
 - Je najviac podporovaný a najviac rozšírený formát definovaný v MPEG-2. Pri tokoch pod 96 kb/s je vhodnejšie použiť HE-AAC
- Hlavný profil
 - Jeho cieľ bol pre nízke dátové toky, nakoľko lepšie výsledky ponúka HE-AAC nemá veľkú podporu
- Profil so stupňovateľnou vzorkovacou frekvenciou
 - Jeho výhoda spočíva v prispôbení jednotlivých podpásiam. Rôzne frekvencie môžu byť zakódované rôznymi spôsobmi. Používa sa len v laboratórnych podmienkach.
- HE-AAC
 - Patrí pod rozšírenie špecifikácie MPEG-4
 - Je rozšírený v produktoch od Apple, Sony a taktiež v open source riešeniach (VLC a pod)

V nasledujúcej tabuľke č. 2 sú popísané jednotlivé AAC profily - formáty

Tabuľka 2 - Profily AAC

Kodek	Vlastnosti	Použitie	Odporúčaný dátový tok
AAC-LC	Vykonný kodek pre dobrú kvalitu audia pri nízkych dátových tokoch	<ul style="list-style-type: none"> • Apple Ipod(Iphone...) • iTunes • Japonská TV 	128 kbit/s(Stereo)
HE-AAC	Dobrá kvalita audia pri 32-48 kb/s na kanál	<ul style="list-style-type: none"> • SAT rádia • Mobilné hudobné zariadenia • Digitálne rádio 	64 kbit/s(Stereo)
HE-AACv2	Najvýkonnejší kodek pri použití malých dátových tokov (16-24 kbit/s)	<ul style="list-style-type: none"> • 3GPP mobilný formát • Digitálne rádio • Internetové rádio • Internetový streaming 	48 kbit/s (Stereo)
HD-AAC	Bezstratový zvukový kodek pre HD(vysoké rozlíšenie) audio, Lepší ako CD kvalita, až do 192 kHz	<ul style="list-style-type: none"> • Domáce multimediálne zariadenia • Profesionálne spracovanie hudby 	Polovica z nekomprimovaného zdroja
AAC-ELD	Kodek s nižším časovým oneskorením, vhodný pre simultánny prenos zvuku cez internet	<ul style="list-style-type: none"> • Video konferencie • Teleprezentácie • VoIP telefónia 	64 kbit/s (Stereo)
MPEG Surround	Rozšírenie používaných kodekov o priestorový zvuk	<ul style="list-style-type: none"> • Domáce multimediálne centrá • Profesionálne použitie 	64...192 kbit/s (5.1 kanálov)

10

Popularitu AAC formátu zabezpečila spoločnosť Apple, ktorá ho podporuje vo všetkých produktoch. Keďže AAC v špecifikácii MPEG-4 podporuje DRM, je jednoduché ochrániť hudbu pred nelegálnym šírením. Pri štandarde sa používa menej známa prípona súborov .aac. Pri MPE-4 sa používa .mp4. Apple používa .m4a, .m4p a .m4r pre zvonenia. Použitie AAC je v dnešnej dobe rozšírené. Jeho výhody oproti MP3 sú kvalitnejšia podpora pre zvuky s vyššími frekvenciami a rozlíšením, podpora viackanálového zvuku, kvalitnejšia reprodukcia, zabezpečená

¹⁰ http://www.iis.fraunhofer.de/en/bf/amm/download/MPEG_AAC_Family_V0609_270809_EN.pdf

vyššia kvalita pri porovnatel'nom dátovom toku (v niektorých prípadoch aj nižších oproti MP3). Ochrana pred nelegálnym šírením a podobne. Formát je v dnešnej dobe veľmi populárny a mnoho ľudí netuší, že ho využívajú. Podporu vo forme kodekov je niekoľko. Za poznamenanie stoja Itunes AAC, Nero AAC a open source verzia FAAC.

3.5. Real Audio

Jedná sa o proprietárny zvukový formát (kontajner) vyvinutý spoločnosťou Real Networks. Prvá verzia bola vydaná v roku 1995. V minulosti masovo používaný na streaming internetového vysielania. Jeho výhoda spočívala v dosiahnutí malých dátových tokov na pomerne dostatočne dobrú kvalitu (dátový tok pod 56kbit/s). Jeho použitie bolo vhodné pre dnes málo používané dial-up (vytáčané) spojenia.

V úvode som spomenul, že Real audio je aj kontajner pre rôzne zvukové a video formáty. Mnohé formáty sú určené na komprimáciu hlasových nahrávok (IS-54 VSELP, G.728 LD-CELP) ktoré potrebujú malý dátový tok na zaistenie funkčnosti a primeranej kvality. V kontajneri je možné ukladať zvuk aj vo formáte Dolby AC3 (Real Player v3). Formát RA si vďaka rozvoju AAC formátu pomohol. Nakoľko je možné dosiahnuť vyšší dátový tok pri zachovaní dobrej veľkosti výsledného súboru. RA dokáže od verzie 6 v sebe niesť DRM informáciu o právach na správu licencií.

Real audio používa viacero typov prípon. V minulosti používaná prípona bola .ra. Jej nevýhodou spočívala nemožnosť pretočenia (angl. seek) audia. Prípona .rv je určená pre video. Kombináciou .ra a .rv vznikla prípona .rm ktorá sa používa dodnes. Obsahuje audio a video časť.

Formát sa pomalým tempom dostáva do histórie pre jeho silnú uzatvorenosť a nutnosť používať ich prehrávač aj napriek snahe vytvoriť projektom Helix otvorený štandard určený na prehrávanie multimédií, ktorý má podporu u výrobcov mobilných zariadení. Postupne sa formát nahrádza flashovými prehrávačmi a formátmi MPEG-4 a Windows media. Hlavným používateľom formátu boli televízne spoločnosti, ktoré zaznamenávali streamované video s následnou možnosťou stiahnutia danej nahrávky.

3.6. ATRAC

Adaptive Transform Acoustic Coding (ATRAC) bol vytvorený spoločnosťou Sony. Jedná sa o proprietárny formát, ktorý sa využíval v zariadeniach MiniDisc. Kodek umožňoval dosiahnuť porovnateľnú kvalitu záznamu na médium menšie ako klasické CD. Dovolené toky sú 48, 64, 96, 128, 160, 192, 256, 320 a 352 kbit/s.

Tabuľka 3 [<http://www.sony.net/Products/ATRAC3/overview/index.html>]

	CD	ATRAC1	ATRAC3	ATRAC3Plus
Dátový tok	1141 kbit/s	292 kbit/s	132 kbit/s	64 kbit/s
Veľkosť súboru (4min)	42,33 MB	8,77 MB	3,97 MB	1,94 MB

Prvú verziu (ATRAC1) použilo Sony vo vlastnom formáte určené pre kiná (SDDS) v roku 1990. SDDS malo konkurovať Dolby Digital, ktorý bol tiež určený pre kinosály. SDDS používal 8 kánálov, pričom každý z nich využíval dátový tok 146 kbit/s (spolu 1168 kbit/s). Na stereo zvuk bol potrebný dátový tok okolo 292 kbit/s. Kvalita pri tomto formáte je postačujúca pre bežných ľudí. Formát sa v roku 1992 dostal do prenosných miniDisc prehrávačov.

Po ATRAC1 prišiel v roku 1999 modernejší ATRAC3. Vylepšenia prišli vo forme lepších a dopĺňujúcich algoritmov. Formát obsahoval 2 módy: LP2 a LP4. Pri LP2 sa využíva dátový tok 132kbit/s a kvalita je porovnateľná s MP3. LP4 zmenšila tok na 66 kbit/s, takže bol konkurencieschopnejší. LP4 mód sa taktiež využíva v hernej konzole PlayStation 3. Verzia ATRAC3 podľa Sony nevyžaduje náročný výpočtový výkon, teda spotrebuje menej energie.

V 2002 bola vydaná verzia ATRAC3 Plus. Jeho modernizácia spočívala v úprave rámcov. Bohužiaľ je nekompatibilná s predchádzajúcimi verziami. Využitie našlo v Hi-MD a portable player zariadeniach od spoločnosti Sony.

Po ATRAC3Plus prišiel na svet ATRAC Advanced Lossless. Poskytuje 30% - 80% komprimácie klasického CD bez straty kvality. Umožňuje meniť kompresiu záznamu počas kódovania (škálovateľnosť). Obsahuje záznamy vo formátoch ATRAC3 a ATRAC3Plus. ATRAC AL vyžaduje ukládanie jeden typ dát a odstraňuje potrebné dáta na rekompresiu, a teda umožňuje zmenšiť veľkosť súboru komprimovanej, alebo

nekomprimovanej veľkosti rovnakého súboru. Výhody škálovateľnosti umožňujú spätnú kompatibilitu.

Pre použitie ATRAC je potrebné si nainštalovať produkt SonicStage. Formát používa príponu .omg (Open MagicGate) resp. .oma Program umožňuje vytvárať záznamy v tomto formáte a previesť CD audio do ATRAC formátu. Taktiež umožňuje prevod do iných formátov avšak za splnení podmienok (originál nahrávka, záznam neobsahuje DRM atď).

Formát postupne ide do minulosti nakoľko neexistuje presná špecifikácia formátu. Navyše stabilita a nutnosť využívania programu SonicStage robí formát neperspektívnym.

3.7. OGG (Vorbis)

Jedná sa o formát veľmi populárny v open-source komunite. Ide o otvorený formát udržovaný a vytvorený organizáciou Xiph.org. Formát neobsahuje patenty. Je navrhnutý na poskytovanie streamingu vo vysokej kvalite. Formát je dobre špecifikovaný. Bol dokonca špecifikovaný v RFC dokumentoch (určujú štandardy pre elektronickú sféru). Formát je podporovaný takmer všetkými open-source, free prehrávačmi. V 2006 formát postupne sa začína presadzovať vo free oblastiach na webe. Taktiež niektorí výrobcovia prenosných prehrávačov začali podporovať ogg formát. Dokonca v multimediálnych počítačových hrách sa začal objavovať (Doom 3, Grand Theft Auto). Postupne sa formát dostal do internetového prehliadača ako priama podpora HTML5 audia (umožňujúca prehrávať obsah priamo v prehliadači). Keďže ogg je len kontajner ktorý uchováva v sebe dáta, je potrebné popísať jednotlivé kompresné algoritmy.

Vorbis je kodek určený pre hudobné nahrávky. Formát je šírený pod open source licenciou a je možné si ho stiahnuť a používať bez akýchkoľvek obáv. Mnohí výrobcovia ho začali používať vo svojich prenosných prehrávačov. Podľa nich dosahuje vyššiu zvukovú vernosť a tým, že nie je zaťažený patentom, jeho implementácia je jednoduchá. Kodek bol použitý v mnohých herných tituloch. Jeho výhoda spočíva v tom, že dosahuje lepšie parametre pri nižších dátových tokoch oproti MP3 a WMA.

Speex je taktiež kodek určený pre ogg kontajner. Je tiež bez patentových nárokov. Používa sa pri nahrávaní hlasu, kde dosahuje dobré výsledky. Používa dátový tok od 2 kbit/s až 44 kbit/s. Taktiež zvláda VBR. Kodek má vlastnosti, ktoré obyčajný formát pre hudobný žáner nedosiahne.

Dôvody úspechu ogg (vorbis) sú jeho bezplatnosť, efektívnosť, široká podpora pre rôzne platformy, prístup k zdrojom atď. Samotný formát ogg vorbis má pred sebou budúcnosť. Ak svet pôjde cestou bezplatných alternatív, potom formát bude na vzostupe. Po spresnení špecifikácie a podpory H264 alebo formátu Theora (súčasť ogg) W3C konzorciom, bude zrejmé, ktorým smerom sa vyberieme.

3.8. Bezstratové zvukové formáty

V tejto časti kapitoly si stručne opíšeme niektoré formáty. Bezstratová kompresia vytvára dáta, ktoré je možné zrekonštruovať do pôvodného zvuku. Toto je hlavný rozdiel oproti stratovým zvukovým formátom. Kompresné pomery sú okolo 50% až 60% z pôvodného nekomprimovaného zvuku. Použitie formátov spočíva v ich jednoduchej archivácii, editovaní, kvalitnejšiemu zážitku z hudby a v prípade potrebnej úpravy zvukov (práve kvôli bezstratovosti sa používajú v štúdiách). Kritéria, na základe ktorých vieme hodnotiť bezstratové formáty sú:

- Rýchlosť kompresie/dekompresie
- Stupeň kompresie(čo najmenšia veľkosť súboru)
- Schopnosť opravy chýb (dané komprimačným algoritmom)
- Podpora

Niektoré formáty už v súčasnosti nie sú vyvíjané, preto sa im nebudeme venovať (Shorten)

3.8.1. FLAC

FLAC je skratka Free Lossless Audio Codec. Ako z názvu vyplýva nevzťahujú sa naňho žiadne patenty. Bol vytvorený v roku 2000. Jeho cieľ bolo vytvoriť kodek ktorý nebude mať veľké nároky na výpočtovú zložitosť a bude open-source a zároveň v sebe zanechá spätnú kompatibilitu. Dokáže použiť ogg kontajner avšak častejšie používa vlastný pod označením .flac. Formát je veľmi úspešný na poli bezstratových formátov. Získal si podporu veľkých producentov softvéru. Viac o architektúre a formátovej špecifikácii je možné najst' na stránke FLAC-u(<http://flac.sourceforge.net/format.html>).

3.8.2. Monkey's Audio

Hlavná sila MA je vo vysoko efektívnom algoritme. Má vo všeobecnosti lepšiu podporu pre viacjadrové CPU a dosahuje lepší kompresný pomer. MA je freeware, teda neobsahoval otvorené zdrojové kódy. To sa však zmenilo, nakoľko autor uvoľnil jeho zdrojové kódy (no bez vysvetlení). Podporu má v takmer všetkých operačných systémoch. Pre viac technických informácií je možné navštíviť stránku MA(<http://www.monkeysaudio.com/theory.html>).

4. Porovnanie jednotlivých formátov

V nasledujúcej kapitole si porovnáme jednotlivé formáty a ich využitie pre spoločnosť. Ako sme opísali v predošlých kapitolách, existujú 2 typy formátov. Stratové a bezstratové. Každý z nich má svoje výhody a nevýhody. V prípade, že užívateľ sa rozhodne využiť stratové formáty, musí si uvedomiť, že stratí časť kvality (založenom na subjektívnom pocity). Pri bezstratových sa rozhoduje na základe veľkosti výsledných dát (a teda výsledného súboru).

Prvým porovnávacím kritériom je **úroveň jeho špecifikácie**. Pokiaľ formát nemá špecifikovaný štandard a bol vytvorený „doma na kolene“ alebo ako súčasť projektu, potom postupne pôjde do histórie a zabudnutia. Vo výhode sa nachádzajú tie, ktoré majú za sebou veľké spoločnosti a inštitúcie a samozrejme sú zaradené ako štandard. Bohužiaľ na úkor nie presnej špecifikácie pre verejnosť. V prípade open-source formátov by som vyzdvihol ich širokú podporu a možnosť úpravy a opravy chýb bez potrebných licencií. Na druhej strane sa zmeny vykonávajú väčšinou vo voľnom čase vývojárov. Nemožno očakávať pokrok v prípade, že vývoj sa skončí, čo v prípade proprietárnych je viac-menej zaručené. Pre formáty s ISO štandardom je ich špecifikácia zaručená. Pre špecifikáciu platí pravidlo „Čo je bezplatne dostupné väčšinou je problém nájsť ucelenú dokumentáciu“. Informácie sa hľadajú veľmi ťažko a väčšinou sa ich dozvedáme z rôznych diskusných príspevkov, kde nie je jednoduché nájsť relevantné informácie. Na rozdiel úplne uzavretých formátov bez tzv. SDK vývojárskych utilít, bez informácií o implementácii formátu sú bezplatné alternatívy správna cesta. Napriek tomu by istý druh financovania (napr. cez reklamu) nebol na škodu. 20 percentné hodnotenie je na základe dôležitosti špecifikácie. Keďže otvorenosť a špecifikácia je dôležitá pre ďalší pokrok a vývoj formátu, dostala najväčšie bodové ohodnotenie

Ďalším bodom je **podpora programov** pracujúcich s formátmi. Je zbytočné vytvoriť formát, ktorý nebude implementovaný do známych multimedialných prehrávačov. V prípade open-source formátov je potrebné, aby sa komunita dozvedela o nich a rozširovala ich ďalej. Dôležitosť musíme zdôrazniť pri existencii kodéra a dekodéra (programy potrebné na prehratie a vytváranie zvukových súborov). Taktiež je potrebné si uvedomiť možnosť podpory editačných programov či už poloprofesionálnych (Goldwave) alebo profesionálnych (Adobe Soundbooth). Samotné programy sú natoľko inteligentné, že vedia využiť integrované kodeky pomocou tzv. DirectShow filtrov. Tento spôsob obsahuje

metódu otvorenia súborov v prostredí Windows bez potrebnej inštalácie kodekov. Filter väčšinou obsahuje všetky základné a rozšírené kodeky. Softvérová podpora je dôležitá na 15 percent z nášho celkového hodnotenia. Oproti špecifikácií je menšia, nakoľko existujú spôsoby tzv. reverzného inžinierstva kde je možné implementovať do programov bez poznania základných informácií

Nasledujúcim kritériom je **podpora zariadení**. Problém sa odvíja od náročnosti spracovávať (prehrávať) zvukový súbor. V tejto časti vyhrávajú proprietárne formáty, ktoré sú zaplatené a väčšinou vyrobené pre daný špecifický formát (ATRAC). Na druhej strane implementácia nenáročného rozhrania open-source formátov môže byť výhodou pre technicky znalejších užívateľov. Pre bežných užívateľov to v konečnom dôsledku znamená väčšiu podporu softwarových a hardwarových produktov. 10 percentná hranica je pre hardvérovú podporu postačujúca z dôvodu možného zakúpenia licencií od vývojárov. Nakoľko väčšinou pre spoločnosti produkujúce takéto produkty to nie je finančný problém.

Ďalším kritériom je **výpočtová zložitosť** potrebná pre prehrávanie (a vytváranie) zvukových súborov. Algoritmus musí spĺňať základné požiadavky na čas tak, aby nevyžadoval náročné prostredie nebodaj výpočtovo náročné operácie. V dnešnej dobe ohromného vývoja procesorov to však už nie je problém nakoľko mnohé formáty boli vyvinuté v minulosti a teda nemali nároky na CPU, preto hodnotenie dostalo 5 percent.

Ďalším bodom porovnania je **úroveň komprimácie**. V prípade, že súbor bude veľký, užívateľ sa pre neho nerozhodne z dôvodu kapacity svojho HDD (v dnešnej dobe už nie je problém) alebo kapacity multimedialného prehrávača. Nižšie dátové toky sú používané na live streaming, preto dostanú nižšiu váhu o veľkosti 15 percent.

Ďalšie vlastnosti, ktoré užívateľ vníma sú založené na technickej úrovni používateľov, subjektívnom rozhodovaní a finančnej situácií, aktuálnej módnej situácií atď.

Posluchové testy sú posledným kritériom, ktoré bude uvedené. Jedná sa o štatistické meranie vybranej vzorky ľudí, ktorí na základe počúvania hudby v štúdiách ohodnotia formáty príslušnou známkou. Jednotlivé formáty sa porovnávajú na základe dátového toku. Celkovému hodnoteniu som dal 25 percent z dôvodu kvality nahrávok. Obyčajný človek väčšinou vníma tieto podnety ako napr. špecifikačné úrovne alebo použitie v programoch.

Zdrojmi našich testov boli http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_audio_formats. Pri technike testov a ich spôsobe používania je možné sa dočítať na <http://www.ff123.net>.

Zdrojom pre porovnanie bola stránka formátu ATRAC
<http://www.sony.net/Products/ATRAC3>.

V porovnávacíj tabuľke č.4 budú jednotlivé formáty mať nasledujúce váhy:

Tabuľka 4 - Ohodnotenia

Typ porovnaní	Percentuálne ohodnotenie (%)
Posluchové testy nízky dátový tok (<80kbps) /stratové formáty	10%
Posluchové testy vyšší dátový tok(>80kbps) /stratové formáty	15%
Úroveň kompresie /bezstratové formáty	25%
Úroveň špecifikácie	20%
Podpora multimedialných programov a SW podpory	15%
Podpora zariadení	10%
Výpočtová zložitosť	5%
Úroveň komprimácie	15%
Ostatné kritéria	10%
Spolu	<u>100%</u>

Porovnanie pri nízkych dátových tokoch prebiehalo v 2 vzorkách o 32 kbit/s a 64 kbit/s. Pri vyšších dátových tokoch prebiehali v 2-och úrovniach 128, 256 kbit/s. Pri bezstratových formátoch hodnotím úroveň kompresie (Pomer, rýchlosti, veľkosti súboru a rýchlosť dekompresie).

5. Prílohy *Tabuľka č.5: Formáty a ich porovnanie vo všeobecnej rovine*

Formát	Tvorca	Dátum prvej verzie	Poplatok za enkóder (určené na vytváranie)	Náklady na prehrávač (prehrávanie)	Použitie v proprietárnom prostredí	Použitie všeobecne	Bezstratový formát / možnosť	Patenty	DRM podpora
AAC	ISO/IEC MPEG Audio Committee	1997	Platený	Platený/Neplatený	iTunes, Nero Digital Audio	Apple prehrávače, Multimediálne prehrávače	Nie	Áno	Čiastočne
AC-3	Dolby Laboratories	1992	Platený/Neplatený	Platený/Neplatený	DVD prehrávače, Blu-ray	Filmy, Seriály	Nie	Áno	?
ATRAC	Sony Corp.	1991	Platený/Neplatený	Platený/Neplatený	MiniDisc, Walkman, VAIO, Clie, PlayStation3, PlayStation Portable, SDDS, SonicStage, SoundForge, RealPlayer, ConnectPlayer	Filmy (SDDS), Sony prehrávače	Áno	Áno	Áno
CELT	Xiph.Org Foundation, Jean-Marc Valin	2007	Zdarma	Zdarma	-	Hlas, Rádia s nízkym dátovým tokom	Nie	Nie	Nie
FLAC	Xiph.Org Foundation, Josh Coalson	2001	Zdarma	Zdarma	-	Hudba, Hovorené slovo	Áno	Nie	Nie
Monkey's Audio	Matthew T. Ashland	2000	Zdarma	Zdarma	Monkey's Audio	Hudba	Áno	Rôzne	Nie
MP3	ISO/IEC MPEG Audio Committee	1993	Platený (rôzne)	Platený (patentové spory)	FhG, l3enc, MP3enc	Hudba	Nie	Áno/Patentové spory	Čiastočne
MP2 (MPEG-1, 2 Audio Layer II)	ISO/IEC MPEG Audio Committee	1993	Platený/Neplatený	Platený/Neplatený	Rôzne DVD software, DVB vysielanie	Digitálne vysielanie, DVD prehrávače	Nie	Áno	?
Shorten	Tony Robinson	1999	Zdarma	Zdarma	Shorten	-	Áno	Nie	Nie
SILK	Skype Limited	2009	Zdarma	Zdarma	Skype	Skype software	Nie	Áno	?
Speex	Xiph.Org Foundation, Jean-Marc Valin	2003	Zdarma	Zdarma	Flash Player 10	Záznam hlasu	Nie	Nie	Nie
Vorbis (Ogg)	Xiph.Org Foundation	2000	Zdarma	Zdarma		Hudba, Film, Videá	Nie	Nie	Nie
WavPack	Conifer Software	1998	Zdarma	Zdarma		-	Áno	Nie	Nie
Windows Media Audio	Microsoft	1999	Zdarma (Windows media encoder)	Zdarma pre Windows	Windows Media Player, Windows Media Encoder	Hudba	Nie	Áno	Áno

11

¹¹ http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_audio_formats

Tabuľka formátov pokr.

MPEG-2 Audio Layer II (MP2)	16, 22.05, 24 kHz	8, 16, 24, 32, 40, 48, 56, 64, 80, 96, 112, 128, 144, 160 kbit/s	Áno	Áno, s obmedzením	Áno	
RealAudio	Rôzne	Rôzne	Áno	Áno	Do 6 kanálov	
SILK	8, 12, 16, 24 kHz	6 to 40 kbit/s	Áno	?	?	
Speex	8, 16, 32 (, 48) kHz	2.15 to 24.6 kbit/s (NB); 4 to 44.2 kbit/s (WB)	Áno	Áno	Áno	
Vorbis (Ogg)	1 Hz to 200 kHz	Rôzne	Áno/ABR	Áno	Do 255 kanálov	
WavPack Lossy	1 Hz to 16.777216 MHz	196 kbit/s a viac	Áno	Áno	Do 256 kanálov	
Windows Media Audio Standard	8, 11.025, 16, 22.05, 32, 44.1, 48 kHz	8 to 768kbit/s	Áno	Áno	Nie	
Windows Media Audio Pro	8, 11.025, 16, 22.05, 32, 44.1, 48, 88.2, 96 kHz	4 to 768kbit/s	Áno	Áno	Áno	
FLAC	1 Hz to 655350 Hz	8, 16, 20, 24, (32)	x	x	Do 8 kanálov	BEZSTRATOVÉ
Monkey's Audio	8, 11.025, 12, 16, 22.05, 24, 32, 44.1, 48 kHz	?	x	x	Nie	
RealAudio Lossless	Rôzne	Rôzne	x	x	Do 6 kanálov	
WavPack Lossless	1 Hz to 16.777216 MHz	Rôzne	x	x	Do 256 kanálov	
Windows Media Audio Lossless	8, 11.025, 16, 22.05, 32, 44.1, 48, 88.2, 96 kHz	16, 24	x	x	Do 6 kanálov	

12

¹² http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_audio_formats

Percentuálne porovnanie

Formát/Testované vlastnosti	Posluchové testy				Celková úroveň	Úroveň špecifikácie	Podpora multimediálnych programov /SW vybavenia	Podpora zariadení	Výpočtová zložitosť	Úroveň komprimácie	Ostatné kritéria	Výsledok
	Nízky dátový tok		Vyšší dátový tok									
	32 kbit/s	64kbit/s	128 kbit/s	256 kbit/s								
AAC	80%	80%	100%	100%		100%	90%	60%	90%	100%	80%	83%
ATRAC	60%	60%	40%	100%		20%	41%	38%	60%	80%	35%	41%
MP3	60%	60%	80%	80%		90%	100%	100%	95%	70%	80%	78%
Windows Media Audio Standard	80%	60%	60%	60%		50%	75%	80%	75%	68%	66%	61%
Real Audio	60%	80%	40%	40%		79%	65%	10%	78%	55%	41%	53%
Ogg Vorbis	100%	80%	100%	100%		100%	85%	70%	90%	80%	85%	81%
FLAC					58%	99%	80%	65%	80%	60%	76%	73%
Monkey's Audio					78%	80%	75%	10%	60%	1%	70%	58%
Windows Media Audio Lossless					80%	50%	75%	80%	75%	68%	66%	70%
Real Audio Lossless					70%	79%	65%	10%	75%	68%	55%	64%
Percentuálne hodnotenie/váha	5,0%	5,0%	7,5%	7,5%	25,0%	20,0%	15,0%	10,0%	5,0%	15,0%	10,0%	100%

Záver

Vývoj od počiatku záznamu zvuku prešiel obrovskú časovú vzdialenosť. 21. storočie môžeme označiť storočím digitálneho veku. Problematika formátov tu bude vždy.

Zvukové formáty sú v súčasnosti dôležitý fenomén, ktorý si mnohí z nás ani neuvedomujú. Pre porovnanie jednotlivých formátov som použil základné porovnávacie techniky spojené s posluchovými testami. Celkovo som opísal jednotlivé formáty a ich použitie v rôznych zariadeniach. Výsledok práce má prínos pre výber vhodného zvukového formátu.

Vývoj v oblasti audio a video formátov napreduje. V budúcnosti sa počíta s prepojením s televíznymi prijímačmi a taktiež dochádza k digitalizácii televízneho vysielania. Zvuk sa v digitálnom vysielaní prenáša v komprimovanom zvukovom formáte. Keďže existujú rôzne štandardy použitia formátov, je možné si vybrať zariadenie podporujúce viac vysielacích formátov.

Pre potreby jednotlivých formátov pre oblasť výpočtovej techniky a multimédií sa uvažuje vyvíjať univerzálne a multi-licenčné formáty. Tieto formáty bude možné použiť v širokých súvislostiach. Vývoj nám ukáže správnu cestu a rozvoj ideálneho formátu. Budúcnosť predpokladá sústredenie na webové služby. Takže je potrebné sústrediť vývoj na sieť internet. Multimediálny obsah prejde z našich počítačov na webové úložiská, ktoré budú prístupné z celého sveta. V konečnom dôsledku nás nebude zaujímať ani formát ani štruktúra súboru či formátu. Budeme vyžadovať „proste aby to fungovalo“.

V práci som zhodnotil celkový vývoj zvukových formátov ich historickú cestu vývoja. Taktiež priebeh záznamu zvuku na rôzne záznamové médiá. Materiály boli čerpané z rôznych zdrojov a vlastných životných skúseností, nakoľko som sa v časti svojho života zaoberal spracovaním multimediálnych materiálov ako sú: strih videa, komprimovanie audio súborov, streamovanie videa na sieť internet a pod.

V jednotlivých kapitolách som charakterizoval špecifiká daných formátov ich výhody pre spoločnosť. A zodpovedal som si otázku: Prečo by som mal použiť práve tento formát?

Zoznam použitej literatúry

1. ING. LADISLAV VELICSÁNYI, Multimédiá. Vydavateľstvo STU v Bratislave ISBN 80-227-1208-6
2. ASHOK BANERJI, ANANDA MOHAN GHOSH, Multimedia Technologies. Tata McGraw Hill Education Private Limited, 2010. ISBN 978-0-07-066923-9
3. ING. DANA HORVÁTHOVÁ, ING. ĽUDOVÍT TRAJTEL, PHD. A KOL. Komplexný pohľad na Multimédiá. Koprint, s.r.o.,2001. ISBN 80-8055-556-7
4. UDDIN, M. SALEH, Digital Architecture. McGraw-Hill. 1999. ISBN 0-07-065814-5
5. http://en.wikipedia.org/wiki/Codec_listening_test#Results
6. <http://en.wikipedia.org/wiki/Vorbis#aoTuV>
7. http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_audio_formats
8. <http://www.agocg.ac.uk/brief/audio.htm>
9. <http://frank.mtsu.edu/~itconf/proceed99/kerr.html>
10. <http://nigelcoldwell.co.uk/audio/>
11. http://www.fuxon.sk/videostudio/index.php?option=com_content&view=article&id=53&Itemid=61
12. <http://veda.sme.sk/c/4882412/strucna-historia-hi-fi.html>
13. http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_sound_recording
14. <http://ekei.com/audio/>
15. PCREVUE 4/2007 Kodeky a a formáty pre AUDIO str.24-25