



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta elektrotechnická

Katedra radioelektroniky

Materiál pro subjektivní testy kvality multimedálních signálů

Bakalářská práce

Studijní program: Komunikace, Multimédia a Elektronika

Studijní obor: Multimediální technika

Vedoucí práce: Dr. Ing. Libor Husník

Petr Němeček

Praha 2014



Originál zadání – místo tohoto listu



potvrzení odložení termínu – místo této stránky



Poděkování

Chtěl bych poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce Dr. Ing. Liborovi Husníkovi za odborné vedení, za pomoc a rady při zpracování této práce. Mé poděkování patří též lidem, kteří byli ochotni trávit svůj čas subjektivními testy pro získání výsledků.



Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Materiál pro subjektivní testy kvality multimediálních signálů vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

.....

Datum

.....

Podpis



Obsah

Abstrakt.....	8
Klíčová slova	8
Bibliografická citace	8
Úvod.....	9
Teoretická část	10
1 Kvalita multimediálního signálu.....	10
1.1 Subjektivní testování.....	10
1.1.1 Výběr subjektů pro subjektivní testování	11
1.1.2 Prostředí pro testování	11
1.2 Vlastnosti audiosignálu pro subjektivní testování	11
1.2.1 Fyzikální vlastnosti signálu	12
1.2.2 Smyslové vlastnosti	12
1.2.3 Emoce vyvolané audiosignály	12
1.3 Vlastnosti videa pro subjektivní testování	13
2 Formáty a kódování audia a videa	14
2.1 Kodeky.....	14
2.2 Kontejner MP4.....	14
2.2.1 H.264.....	15
2.2.2 AAC	15
3 Statistická metoda ANOVA.....	16
3.1 Jednofaktorová analýza rozptylu.....	16
3.1.1 Součet čtverců.....	16
3.1.2 Stupně volnosti	17
3.1.3 F-test	17
3.2 Dvoufaktorová analýza rozptylu	18
3.2.1 Součet čtverců.....	18
3.2.2 Stupně volnosti	19
3.2.3 F-test	20



Praktická část	21
1 Výběr ukázek	21
1.1 Výběr audia.....	21
1.1.1 Vyhodnocení fyzických vlastností audiosignálů	22
1.1.2 Vyhodnocení emocí vyvolaných signály	24
1.1.3 Výběr audiosignálů pro další práci	24
1.2 Výběr videa.....	24
1.2.1 Vlastnosti vybraných videoukázek	24
2 Subjektivní testy	26
2.1 Příprava ukázek.....	26
2.2 Test hodnocení kvality	27
2.3 Párové srovnávání kvality.....	28
3 Výsledky subjektivních testů	29
3.1 Vliv výběru ukázek na hodnocení kvality	29
3.1.1 Testy hodnocení kvality.....	29
3.1.2 Párové srovnávání.....	30
3.1.3 Porovnání některých dvojic ukázek.....	30
3.1 Vliv kvality videa a kvality audia na celkové hodnocení kvality	31
3.2.1 Testy hodnocení kvality.....	31
3.2.2 Párové srovnávání.....	32
Závěr	33
Seznam použitých zdrojů informací	34
Přílohy.....	36
Příloha č. 1: Detailní informace o vybraných audioukázkách	37
Příloha č. 2: Tabulky pořadí ukázek v testovacích sekvencích	44
Příloha č. 3: Formulář k testům hodnocení kvality.....	48
Příloha č. 4: Formulář k testům párového srovnávání	49
Příloha č. 5: Databáze výsledků testování	50

Seznam příloh na CD:

- 1) Kompletní audio ukázky – Složka /Audio/Kompletní
- 2) Použitý úsek audioukázek – Složka /Audio/Ukázky
- 3) Použité videoukázky (ve zmenšené kvalitě) – Složka /Video
- 4) Multimediální ukázky použité při testování – Složka /Ukazky
- 5) Formuláře použité při testování – Složka /Formulare
- 6) Tato kompletní práce v pdf – Soubor „NemecekBP.pdf“



Abstrakt

Cílem této práce je sestavit databázi multimediálních signálů, využitelnou v další praxi. Zaměřil jsem se jak na sestavování databáze, tak i ověření její použitelnosti. Při vypracování bylo použito dostupných zdrojů audia a videa. Jakou součástí práce jsem naměřil data ze subjektivních testů hodnocení kvality. Ty jsem vyhodnotil statistickou metodou analýza rozptylu. V práci byla vytvořena databáze čtyř audioukázek a čtyř videoukázek, které byly v několika stupních komprese použity v subjektivních testech. Jejich výsledky ukázaly, že výběr ukázek má vliv na hodnocení celkové kvality, pro využití v další praxi je vhodné využít společně pouze některé ukázky.

Abstract

The objective of this thesis is to set up a database of multimedia signals that could be used in further work experience. The focus was put on both compiling database and the verification of its usability. When compiling the data the accessible sources of video and audio were used. As a part of the thesis I measured out the data from subjective tests of evaluating the quality. Furthermore I assessed those and using the statistic method analysis of variance. A database was created in the thesis of four audio extracts and four video extracts, which were used in several levels of compression in subjective tests. Their results have shown that the selection of the extracts influences the overall assessment of the quality, therefore for the use in other practices only some of them are appropriate to be used together.

Klíčová slova

Audiovizuální kvalita, subjektivní testy, databáze multimediálních signálů

Key words

Audiovisual quality, subjective tests, database of multimedia signals

Bibliografická citace

NĚMEČEK, Petr. Materiál pro subjektivní testy kvality multimediálních signálů. Praha, 2014. Bakalářská práce. České vysoké učení technické, Fakulta elektrotechnická, Katedra radioelektroniky.



Úvod

Tato bakalářská práce se zabývá přípravou databáze multimediálních signálů pro subjektivní testování. V dnešní době se dostáváme do styku s velkým množstvím audiovizuálního materiálu. Můžeme znát jeho technické parametry, formát apod., ale důležitým faktorem, který jako lidé vnímáme, je jeho subjektivní kvalita. Tu nemůžeme jednoduše změřit nějakým měřidlem či přístrojem, protože bychom pouze porovnávali jednotlivé psychoakustické a psychovizuální modely mezi sebou bez těsné vazby na subjektivní vjem člověka. Je tedy nutné provádět audiovizuální testy, kterých se zúčastní vybraný vzorek respondentů. Výsledky těchto testů jsou vyhodnocovány a následně využívány ke komerčním účelům či k dalšímu výzkumu.

Problémem v tomto testování je získání dostatečně velké a reprezentativní databáze audio a video signálů, která by byla dostačující k provedení většího množství měření. To mne přivedlo k vytvoření této práce, má za úkol připravit databázi audiovizuálních signálů, použitelnou i pro další výzkum v oblasti subjektivního testování audiovizuální kvality.



Teoretická část

1 Kvalita multimediálního signálu

Multimediálním signálem rozumíme signál, který v sobě nese audio a video stopu, které jsou pro člověka vnímatelné zrakem a sluchem. V dnešní době moderních technologií existuje řada formátů pro audio i video signály, které mají určité vlastnosti jako počty vzorků za vteřinu, datový tok či v případě videa rozlišení obrazu. Pomocí nich můžeme definovat kvalitu těchto signálů. Tu lze definovat objektivním či subjektivním hodnocením. Objektivní hodnocení se zakládá na objektivně měřitelných parametrech, které popisují příslušný signál, a také na modelech, které mají za úkol vyhodnotit, jak kvalitně by byl signál vnímán člověkem. Tyto metody jsou náročné na výkon zařízení, která je zpracovávají a neudávají přesnou informaci o tom, jak bude signál lidmi vnímán.

Druhým typem hodnocení kvality je subjektivní hodnocení, kterým se budu zabývat v této práci. Jde o postup, při kterém je kvalita multimediálních signálů hodnocena subjekty (lidmi), kteří na základě svého vjemu hodnotí, jak jim daný signál připadal kvalitní. Pro tyto výzkumy je třeba vybrat vhodný vzorek subjektů, který bude schopen podat relevantní informaci o kvalitě signálů, dále vhodný testovací materiál a připravit vhodné testovací podmínky. Na tyto aspekty se budu zaměřovat v dalších kapitolách práce.

1.1 Subjektivní testování

Zdroj [1] uvádí kompletní přehled toho, jakým způsobem se sestavuje subjektivní test na příkladu audiotestů. Tyto metody jsou ale velmi podobné i v případě videotestů, které jsou také součástí této práce. Při výstavbě audiotestu je nutné si nejprve stanovit cíl práce – nějakou vlastnost lidského vnímání, která má být zkoumána či nějaké hypotézy, které budou potvrzeny nebo vyvráceny. Na základě tohoto cíle pak probíhá celé sestavování testů. Na subjektivní testování je poté vybírán vhodný materiál, většinou vyhledávaný ve větší databázi materiálů, z které je odborníky zvolen ten nejvhodnější pro danou aplikaci. Je sestavena testovací sekvence vhodné délky, připravena stupnice, na které budou respondenti hodnotit jednotlivé ukázky a sestaven postup vlastního testování. Je třeba vybrat vhodnou skupinu respondentů, která bude mít vypovídací schopnost o daném problému. Po vytvoření vhodných testovacích podmínek se přejde k samotnému testování, které by mělo splňovat pro všechny subjekty stejná kritéria tak, aby výsledky jednotlivých respondentů byly porovnatelné. Po provedení samotných testů jsou výsledky statisticky zpracovány a jsou učiněny závěry, které by měly zodpovědět původně položené cíle a otázky, potvrdit či vyvrátit hypotézy.



1.1.1 Výběr subjektů pro subjektivní testování

Abychom mohli naprosto správně posoudit účinek multimediálního signálu na člověka, museli bychom teoreticky otestovat každého žijícího člověka, který je toho schopen. To je samozřejmě neuskutečnitelné, proto je třeba vybrat vhodný vzorek obyvatelstva, jejichž soudy budou mít vypovídající hodnotu a budou schopny reprezentovat relevantní výsledky pro daný experiment, zobecnitelné pro celou nebo cílovou populaci. Při tomto výběru je třeba se soustředit na aspekty celkové a na individuální.

Když je třeba vybrat skupinu subjektů pro subjektivní testování, je třeba nejprve promyslet, kolik a jakých subjektů budeme potřebovat. V testované skupině by měly být rovnoměrně zastoupeny podskupiny, které jsou potenciálními diváky či posluchači programů, na které může mít testování dopad. Jde především o pohlaví, věk, sociální skupinu apod. Dále je třeba rozmyslet si, zda půjde o skupinu expertů v subjektivním testování či lidí, kteří se se subjektivním testováním nesetkali a jejich přístup i výsledky se mohou od profesionálů v mnohém lišit.

Před subjektivním testováním je potřeba brát ohled na momentální stav každého testovaného jedince. Ten by měl ještě před zahájením testu potvrdit, že netrpí žádnými krátkodobými ani dlouhodobými zdravotními problémy, které by mohly výrazně ovlivnit výsledky. V případě audiovizuálních testů je pak třeba dát zvláštní pozor na všechny onemocnění ovlivňující vnímání sluchem (např. rýma, kašel) nebo zrakem (alergie). Pokud by byly známy problémy tohoto typu, je potřeba je zahrnout do vyhodnocení, případně jedince eliminovat z testování, jehož výsledek by mohl negativně ovlivnit. Subjekt musí být v dobré kondici, nesmí se u něj vyskytovat přílišná únava, která by mohla mít za důsledek značný pokles pozornosti při testování.

1.1.2 Prostředí pro testování

Při přípravě subjektivního testování je třeba se zamyslet nad tím, v jakém prostředí bude testování probíhat. Zdroj [8] uvádí doporučení pro prostředí, ve kterém by mělo testování probíhat. Je zde zmíněna vzdálenost pozorovatele od zdroje signálu, podsvícení zdroje signálu a další. Toto prostředí musí být při opakovaném testování stejné, aby neovlivňovalo výsledky experimentu.

1.2 Vlastnosti audiosignálu pro subjektivní testování

V experimentech, které mohou využít databázi multimediálních signálů, která je součástí této práce, je důležitý výběr audio i videosignálů. Je tedy nutné věnovat se zvlášť výběru audio signálů, kterému se bude věnovat tato kapitola.

Při výběru audia je nutné brát ohled na několik jeho vlastností. V této části čerpám především ze zdroje [3], kde jsou i odkazy na další zdroje pojednávající o tomto tématu. Některá kritéria jsou více důležitá, jiné méně. Některé se vzájemně vylučují, je proto třeba hledat určitý kompromis tak, aby použité signály co nejlépe odpovídaly požadavkům, které jsou na ně kladeny.



1.2.1 Fyzikální vlastnosti signálu

Jako první kritérium můžeme zmínit fyzikální vlastnosti použitých signálů. Nejprve je třeba zmínit délku signálu. Vzhledem ke společnému použití s videesignálem bude toto kritérium potřeba vzít v úvahu celkově pro výsledný signál. Signál by měl mít takovou délku, aby subjekt stačil správně zhodnotit zkoumané vlastnosti. Na druhou stranu se zase nesmí nudit příliš dlouhými sekvencemi, protože to by snižovalo jeho pozornost vůči dalšímu testování. Na základě doporučení Mezinárodní telekomunikační unie (ITU) jsem určil přibližnou délku jedné ukázky na 10 sekund [8].

Důležitým ukazatelem použitelnosti audiosignálu je jeho spektrum. V testování by měly být zahrnuty signály s různým typem spektra. Subjekt pak může lépe pozorovat artefakty, které vznikají při komprimaci signálu.

Pro posluchače je důležitý i časový průběh signálu ve smyslu náhlých a překvapivých hlasitých zvuků, kterých by se mohl leknout, či dlouhých sekvencí tichého zvuku, který by jej mohl nudit a zbavit pozornosti. Signál by také měl mít na začátku vzestupnou obálku, která by ho zbavila rychlých přechodových dějů, které mohou způsobit nepříjemné nárazy. Stejně tak na konci by měla být sestupná obálka za podobným účelem.

1.2.2 Smyslové vlastnosti

Dále je důležité vzít v úvahu, jakým způsobem bude signál působit na vnímání člověka. Vlastnosti těchto signálů nelze nijak subjektivně naměřit, ani předem říci, jak bude působit na lidské vnímání. V rozsáhlých experimentech je v první fázi postupně eliminována většina signálů, které byly pro experiment navrženy, konkrétní signály pro měření jsou vybírány odborníky.

V tomto případě budu sekvence vybírat já podle vlastností signálů popisované v této kapitole, může se tedy stát, že smyslové vlastnosti vybraných signálů budou zabarvené tím, jak já slyším.

1.2.3 Emoce vyvolané audiosignály

Pro lidské vnímání je důležitá nejen fyzikální zákonitost vysílaného a vnímaného zvuku, ale i jeho vliv na lidský mozek a emoce. Ty jsou ale tak komplikované, že nikdy nepůjde jednoznačně předpovědět, jak bude daný jedinec reagovat na určitý podnět. Z hlediska výběru vhodných audiosignálů to znamená pokusit se vybrat signály, které zasáhnou co nejméně emoce většiny lidí. V případě výběru hudby to v praxi znamená vybírat takovou hudbu, která je od neznámého autora, popřípadě jsou to variace na známé téma. Zároveň je důležitá otázka žánru hudby, kde je vhodné se vyhnout kontroverzním žánrům, kolem kterých vznikají rozsáhlé diskuse o oblíbenosti (metal, techno aj.), a také takovým, které jsou nějakou skupinou preferovány. Například v mladší generaci bude vážná hudba vzbuzovat negativní emoce, naopak současné hity strhnou pozornost na poslech písně jako takové a posluchač již nebude hodnotit vnímanou kvalitu zvuku.



1.3 Vlastnosti videa pro subjektivní testování

Stejně jako o vlastnostech zvukových ukázek je třeba se zaměřit na vlastnosti použitých video signálů. I ty mají celou řadu kritérií, podle kterých je třeba vybírat, co je vhodné pro dané subjektivní testování a co se pro něj nehodí.

Některé vlastnosti videa, na které je třeba dát si pozor, jsou podobné vlastnostem audia, zmiňovaným výše v kapitole 1.2 teoretické části.

Při výběru videa pro subjektivní testování je jednoznačně nejvýraznější složkou emocionální náplň, která by mohla narušovat nezaujatost subjektu v průběhu testování. Je dobré se vyhnout záběrům ze známých míst. Například velkých měst, ke kterým může mít někdo sympatie, někdo jiný odpor, romantickým záběrům, které mohou v subjektech vyvolat příjemné či nepříjemné vzpomínky apod. Ideální pro použití při subjektivním testování jsou záběry neznámých míst, které mohou být jen těžko s něčím spojovány, případně jednoduchých přírodních úkazů (tekoucí voda, strom ve větru).



2 Formáty a kódování audia a videa

Cílem práce je vytvořit databázi signálů, na kterých budou moci být zkoumány různé jevy, které se v subjektivním testování vyskytují. Předchozí kapitola byla věnována výběru audio a video ukázek, další důležitou částí je tyto ukázky připravit pro subjektivní testování. Tato kapitola se proto bude věnovat kodekům a formátům audia a videa.

2.1 Kodeky

Kodekem rozumíme nástroj, který nám umožňuje kódování a dekódování audia či videa do různých formátů. Slovo kodek je složeninou slov kodér a dekodér, v některých případech však kodek může sloužit pouze ke kódování či pouze k dekódování signálu. Kodeků použitelných pro audio a video je celá řada, některé jsou vyvinuty firmami k jejich komerčním účelům, jiné jsou vyvinuty jako univerzální nástroj pro převod signálu do formátu, který bude umět dekódovat široká škála přístrojů.

Kodeky můžeme rozdělit do dvou skupin – ztrátové a bezztrátové. Skupina ztrátových kodeků slouží pro kompresi dat a převod do takových formátů, které budou sloužit k uložení většího množství signálů na menší úložný prostor. Při ztrátové kompresi je samozřejmě nutné část dat odstranit, což se projeví na subjektivní i objektivní kvalitě signálu. Některé artefakty kompresí jsou lidské smysly schopné objevit lépe, jiné hůře. Vše závisí také na každém jedinci, jak má vyvinuté vnímání daným orgánem. Ztrátové kodeky se snaží využívat takovou kompresi, aby lidské vnímání co nejméně poznalo změnu, ke které kompresí dojde. U audia to bývá využití jevu maskování, kdy kodek z audia odebere takové frekvence, které člověk díky současnému znění jiných frekvencí v tu chvíli nevnímá. Video kodeky se snaží využít predikce pohybu, případně toho, že kódovaný formát bude přehráván na zařízení s menším rozlišením, kde se komprese zmenšením počtu pixelů méně pozná.

Jelikož bude v této práci použit tablet značky Apple, který má v oblasti komprese videa i audia svá omezení, bude nutné použít takové formáty, které budou s tímto zařízením použitelné.

2.2 Kontejner MP4

Pro tablet značky Apple je vhodný kontejner MP4 [13], který v sobě může zahrnovat různé druhy komprimace videa a audia. Kontejner MP4 je definován standardem ISO/IEC 14496-14:2003. Do kontejneru lze kromě více zvukových stop zasadit také titulky, menu či 3D objekty. V této práci bude použit kontejner MP4, který bude zahrnovat jednu videostopu a jednu audiostopu. Video bude ve formátu H.264, audio ve formátu AAC.



2.2.1 H.264

Formát H.264 byl zaveden v roce 2003 jako následník standardu H.263. Důvodem tohoto vývoje byla potřeba větší komprese, která přišla společně s rozvojem komunikace po internetu, živé streamování videa po internetu apod. [14]

Formát využívá pokročilé technologie predikce pohybu, které mu dovolují zachování kvality dat při větší kompresi datového toku a mnoho dalších technologií, které mu umožňují lepší kompresi dat.

Pro tento formát existuje celá řada profilů, definujících konkrétní využití formátu. V této práci bude využit hlavní profil (Main profile), který se využívá pro vysílání digitální televize ve standardním rozlišení. Formát H.264 může být také nazýván AVC (Advanced video coding).

2.2.2 AAC

Formát AAC (Advanced audio coding) je ztrátový kodek pro digitální audio [15]. Je následovníkem formátu MP3, přičemž při stejném datovém toku zachovává vyšší kvalitu.

Podobně jako formát MP3 pracuje na bázi odmazání nepodstatné části informace ze souboru. Oproti svému předchůdci je však o něco efektivnější, přináší řadu nových rozšíření (např. více kanálů zvuku, více možností nosné frekvence), ale ty jsou pro tuto práci nepodstatné.



3 Statistická metoda ANOVA

Jelikož v práci bude zkoumáno, jestli jednotlivé faktory experimentu mají významný vliv na náhodnou veličinu, která je zkoumána, bylo nutné stanovit vhodnou statistickou metodu, která bude tento vliv schopna posoudit. Jako nejvhodnější se jeví analýza rozptylu (ANOVA, Analysis of Variance) [16],[17].

Jak již z názvu vyplývá, analýza rozptylu se zabývá rozptylem měřených veličin. Rozptylem rozumíme vyjádření rozdělení variability veličiny kolem její střední hodnoty. V případě, kdy máme více skupin veličiny, ovlivněných jedním či více faktory, můžeme určit celkový rozptyl, rozptyl ve skupině a rozptyl mezi skupinami. Metoda ANOVA využívá právě těchto rozptylů k ověření nulové hypotézy, že daný faktor nemá vliv na náhodnou veličinu.

3.1 Jednofaktorová analýza rozptylu

První variantou analýzy rozptylu je její varianta pro výpočet vlivu jednoho faktoru na náhodnou veličinu.

Na počátku analýzy je potřeba definovat nulovou hypotézu. Jako nulová hypotéza se stanoví, že daný faktor nemá významný vliv na hodnoty náhodné veličiny. K této hypotéze stanovíme hypotézu alternativní, která říká, že s velkou pravděpodobností neplatí hypotéza nulová a faktor tak má s vysokou pravděpodobností zásadní vliv na hodnoty náhodné veličiny.

3.1.1 Součet čtverců

V analýze rozptylu je k výpočtu zapotřebí použít součty čtverců, které mají přímou souvislost s rozptylem. Pro další výpočty je potřeba vypočítat celkový součet čtverců, součet čtverců mezi skupinami dat a součet čtverců v rámci skupin dat.

Celkový součet čtverců spočítáme jako

$$SS_T = \left(\sum X^2 \right) - \left(\frac{(\sum X)^2}{N} \right)$$

kde X je hodnota náhodné veličiny, N je celkový počet hodnot

Součet čtverců pro variabilitu mezi skupinami dat

$$SS_B = \frac{\sum_{j=1}^n (\sum_{i=1}^m X_{ij})^2}{n} - \left(\frac{(\sum X)^2}{N} \right)$$

kde X je hodnota náhodné veličiny, m je počet hodnot ve skupině, n je počet skupin, N je celkový počet hodnot.

Součet čtverců pro variabilitu v rámci skupin dat je

$$SS_W = \sum X^2 - \frac{\sum_{j=1}^n (\sum_{i=1}^m X_{ij})^2}{n}$$

kde X je hodnota náhodné veličiny, m je počet hodnot ve skupině, n je počet skupin dat.



3.1.2 Stupně volnosti

Další podstatnou veličinou, která je použita k výpočtu analýzy rozptylu, jsou stupně volnosti. Ty jsou podobně jako součty čtverců počítány pro všechny zdroje variability (celkový, mezi skupinami a v rámci skupin).

Počet stupňů volnosti pro celkový součet SS_T se vypočítá jako

$$df_T = N - 1$$

kde N je celkový počet hodnot v analýze.

Počet stupňů volnosti pro SS_B se vypočítá jako

$$df_B = j - 1$$

kde j je počet skupin dat.

Počet stupňů volnosti pro SS_W se vypočítá jako

$$df_W = j \cdot (n - 1)$$

kde j je počet skupin dat a n je počet hodnot v každé skupině dat.

3.1.3 F-test

Pro samotnou analýzu rozptylu je třeba použít rozptyl, který vznikne podílem součtu čtverců a počtu stupňů volnosti. Definice pro rozptyl jsou

$$MS_T = \frac{SS_T}{df_T}$$

$$MS_B = \frac{SS_B}{df_B}$$

$$MS_W = \frac{SS_W}{df_W}$$

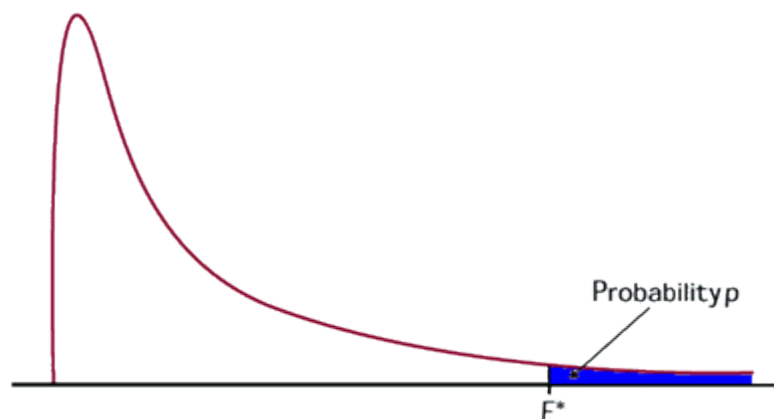
Samotná ANOVA se pak zabývá výpočtem hodnoty F , která je definováno jako

$$F = \frac{MS_B}{MS_W}$$

Tato hodnota F se porovnává s F_{crit} , což je hodnota, při které s danou pravděpodobností α platí nulová hypotéza. Toto F_{crit} se zjišťuje z tabulky, uvedené například ve zdrojích [16] a [17]. Vstupními hodnotami, které je třeba pro určení F_{crit} znát, jsou df_W , df_B a pravděpodobnost α , kde se ve většině případů používá hodnota $\alpha=0,05$.

Porovnání hodnoty F dokresluje obrázek 1, kde je vidět F křivka, podle které se potvrdí či nepotvrdí s určitou pravděpodobností nulová hypotéza. Modrá oblast je

taková, ve které je F větší, než F_{crit} a zároveň tedy α je menší než 0,05. Pokud tedy hodnota F vyjde větší, než F_{crit} , můžeme říct, že s velkou pravděpodobností mají jednotlivé faktory velký vliv na hodnoty náhodné veličiny. Při $F=F^*$ je pravděpodobnost nulové hypotézy rovna α , většinou tedy 0,05.



Obrázek 1: F křivka

F křivka je mírně rozdílná pro různé stupně volnosti, na obrázku 1 je zobrazena přibližná křivka ze zdroje [7], u které nejsou definovány přesné parametry stupně volnosti.

3.2 Dvoufaktorová analýza rozptylu

Pokud jsou v měření přítomny dva faktory, které mohou ovlivňovat hodnoty náhodné veličiny, používá se dvoufaktorová analýza rozptylu.

Výpočet jednotlivých proměnných, použitých ve dvoufaktorové analýze rozptylu, je v mnohém podobný jednofaktorové. Proměnných je ale o něco více, jelikož je třeba zahrnout vliv obou faktorů a zhodnotit míru jejich vlivu na zkoumanou veličinu.

3.2.1 Součet čtverců

Součty čtverců použité ve dvoufaktorové analýze rozptylu jsou

$$SS_T = \left(\sum X^2 \right) - \left(\frac{(\sum X)^2}{N} \right)$$

kde X je hodnota náhodné veličiny, N je celkový počet hodnot

Součet čtverců pro zdroj variability mezi řádky se spočítá

$$SS_R = \sum_{j=1}^{n_r} \frac{(\sum_{i=1}^m X_{ij})^2}{n_r} - \left(\frac{(\sum X)^2}{N} \right)$$

kde X je hodnota náhodné veličiny, m je počet náhodných veličin v jednom řádku, n_r je počet řádků, N je celkový počet hodnot.



Součet čtverců pro zdroj variability mezi řádky se spočítá

$$SS_C = \sum_{j=1}^{n_c} \frac{(\sum_{i=1}^m X_{ij})^2}{n_c} - \left(\frac{(\sum X)^2}{N} \right)$$

kde X je hodnota náhodné veličiny, m je počet náhodných veličin v jednom řádku, n_c je počet sloupců, N je celkový počet hodnot.

Součet čtverců pro variabilitu v rámci skupin dat je

$$SS_W = \sum X^2 - \sum_{j=1}^{n_w} \frac{(\sum_{i=1}^m X_{ij})^2}{n_w}$$

kde X je hodnota náhodné veličiny, m je počet hodnot v jedné buňce, n_w je počet buněk. Buňka je kombinace hodnot prvního a druhého faktoru.

Součet čtverců pro zdroj variability v interakci řádků a sloupců se spočítá

$$SS_{R \times C} = SS_T - SS_R - SS_C - SS_W$$

3.2.2 Stupně volnosti

Podobně jako u jednofaktorové analýzy rozptylu je třeba určit počet stupňů volnosti pro jednotlivé součty čtverců.

Pro celkový součet čtverců SS_T

$$df_T = N - 1$$

kde N je celkový počet hodnot.

Počet stupňů volnosti pro součet čtverců SS_R

$$df_R = n_r - 1$$

kde n_r je počet řádků.

Počet stupňů volnosti pro součet čtverců SS_C

$$df_C = n_c - 1$$

kde n_c je počet sloupců.

Počet stupňů volnosti pro SS_W se vypočítá jako

$$df_W = n_r \cdot n_c \cdot (n - 1)$$

kde n_r je počet řádků, n_c je počet sloupců, n je počet hodnot v jedné buňce.

Počet stupňů volnosti pro $SS_{R \times C}$ se vypočítá jako

$$SS_{R \times C} = (n_r - 1) \cdot (n_c - 1)$$

kde n_r je počet řádků, n_c je počet sloupců.



3.2.3 F-test

Stejně jako u jednofaktorové analýzy bude třeba spočítat rozptyl pro každý typ součtu čtverců. Výpočty jsou obdobné, jako u jednofaktorové analýzy.

$$MS_T = \frac{SS_T}{df_T}$$

$$MS_R = \frac{SS_R}{df_R}$$

$$MS_W = \frac{SS_W}{df_W}$$

$$MS_C = \frac{SS_C}{df_C}$$

$$MS_{R \times C} = \frac{SS_{R \times C}}{df_{R \times C}}$$

Protože se jedná o dvoufaktorovou analýzu, je třeba určit F hodnotu pro každý faktor zvlášť, a navíc i hodnotu F pro interakci obou faktorů. Celkem nám tedy vyjdou tři F hodnoty, které budeme srovnávat s příslušným F_{crit} . Hodnota F pro první faktor, daný řádky, se vypočte

$$F_R = \frac{MS_R}{MS_W}$$

Hodnota F pro druhý faktor, daný sloupci, se vypočte

$$F_C = \frac{MS_C}{MS_W}$$

Hodnota F pro interakci obou faktorů se vypočte

$$F_{R \times C} = \frac{MS_{R \times C}}{MS_W}$$

Principy pro zjištění F_{crit} a jejich porovnání s hodnotami F jsou stejné jako u jednofaktorové analýzy v kapitole 3.1.3.



Praktická část

Pro účely další práce bylo nutné, abych našel a vybral audio a videoukázky, které by svými vlastnostmi co nejlépe vyhovovaly danému účelu a umožňovaly vytvořit databázi pro další práci, kterou je vytváření subjektivních testů pro zkoumání vzájemného ovlivnění audio a video kvality signálu. Ukázky by se měly skládat z emocionálně neutrálních signálů, které budou stejně dlouhé. Těchto ukázek by mělo být z hlediska audia i videa více, podle doporučení zdroje [8] minimálně čtyři pro každý typ signálu. Pořadí a střídání jednotlivých signálů pak před každým měřením určuje experimentátor, který sestavuje subjektivní test.

V praktické části této bakalářské práce se budu zabývat shromážděním materiálu pro databázi signálů, jejich kompresí do požadovaných formátů určitých vlastností a otestováním těchto signálů za pomoci subjektivních testů na dostatečně velké skupině subjektů. Z těchto testů pak určím, zda je databáze použitelná pro další výzkum.

1 Výběr ukázek

1.1 Výběr audia

Pro výběr použitelných zvukových stop bylo důležité vzít v úvahu všechny vlastnosti audia, které je třeba vzít v úvahu (viz kapitola 1.2). Do první fáze výběru jsem vybral 7 ukázek různých hudebních žánrů a stylů, uvedených v tabulce 1. U těch jsem pak zkoumal jejich vlastnosti z hlediska požadovaných kritérií a udělal jejich výběr pro další práci.

Číslo	Označení	Název	Zdroj
1	Flétny	Allegro	CD - Aulété
2	Pan	Jolly old St Nicholas	CD – Panpipes at Christmars
3	Jazzfunk	Jazz – funk	Soukromý autor
4	Worship	Every Knee shall bow	CD – Peaceful flowing river
5	Chorál	Bog Gospod	CD – Gregorian Chants
6	Rock	Oh our Lord and King	CD – SU 2004 mix
7	Klavír	Chopin – Scherzo	CD - Chopin

Tabulka 1: Výběr audiosignálů

Sloupec „Označení“ obsahuje shrnující název, kterým jsem nahrávky označil pro identifikaci při další práci. Detaily o jednotlivých audiosignálech jsou uvedeny v přílohách k této práci.

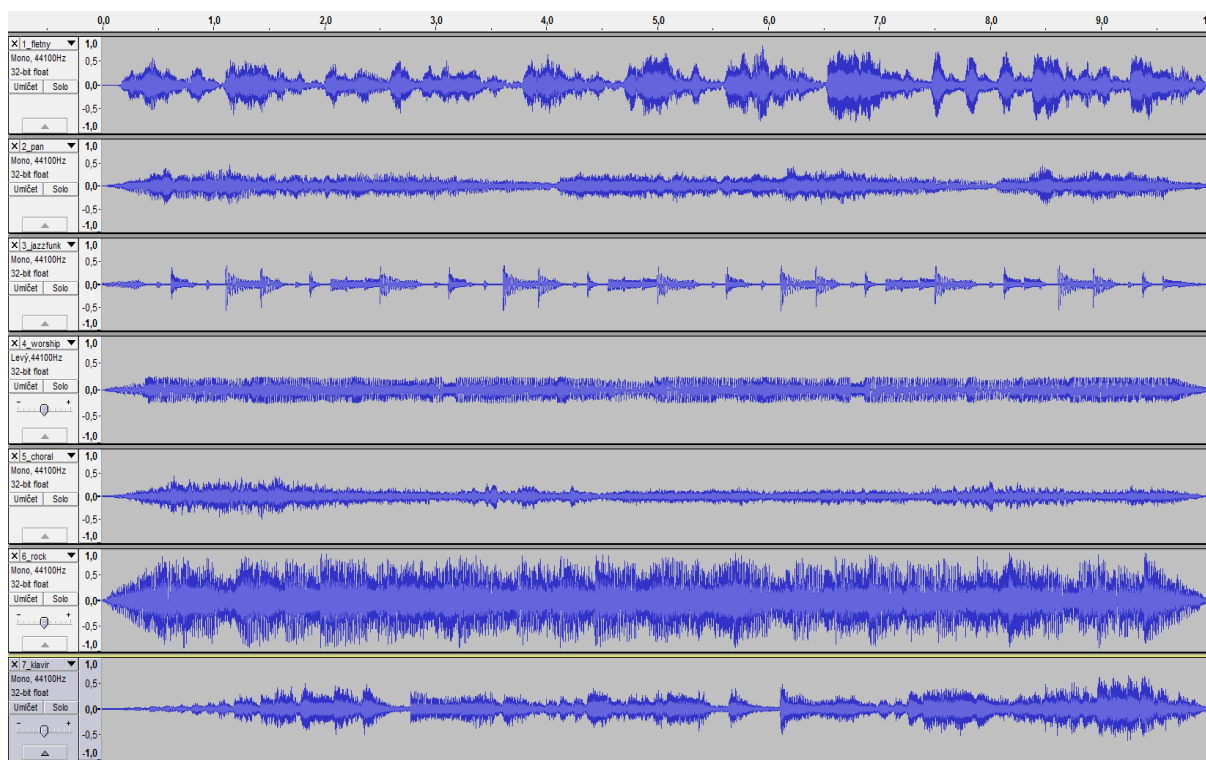
Tyto nahrávky jsem hodnotil z hledisek, která jsou popsána v kapitole 1.2 teoretické části, a provedl výběr takových, se kterými lze pracovat dále. V příštích podkapitolách popíšu výběr z hlediska jednotlivých vlastností signálů, které musí být brány v úvahu

1.1.1 Vyhodnocení fyzických vlastností audiosignálů

Abych dodržel pořadí, ve kterém jsem popisoval jednotlivé vlastnosti v části, začnu i v tomto hodnocení ukázek podle pořadí, kterého bylo využito. Jako první tedy popíšu fyzikální vlastnosti jednotlivých signálů.

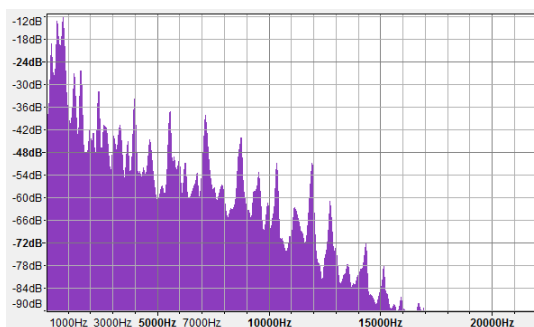
Ze skladeb, uvedených v tabulce 1 bylo vždy vybráno 10 sekund, které dobře reprezentují skladbu v její rozvinuté fázi – nebyly tedy vybrány začátky ani konce skladeb, které by mohly jednotlivé vlastnosti zkreslit. V hodnocení většiny vlastností budu vycházet z této reprezentativní ukázky.

První vlastností, na kterou je třeba se podívat a která nám dá zevrubnou představu o signálech, je zobrazení jejich průběhu. K tomu jsem použil volně šiřitelný program Audacity. Vykreslené průběhy ukázek jsou na obrázku 2. Ukázky jsou pojmenovány a jsou odshora seřazeny stejně jako v tabulce 1. Pro účely tohoto zobrazení jsou stereofonní kanály sloučeny do jednoho monofonního. Detailní stereofonní zobrazení i další vlastnosti těchto signálů jsou součástí příloh této práce.

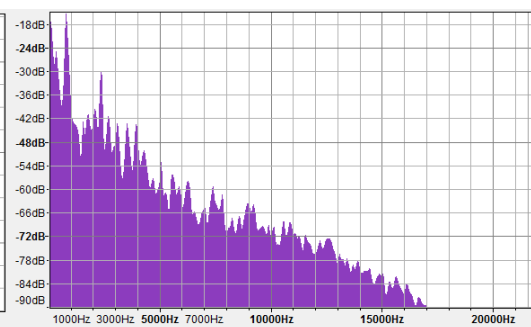


Obrázek 2: Časové průběhy audioukázek

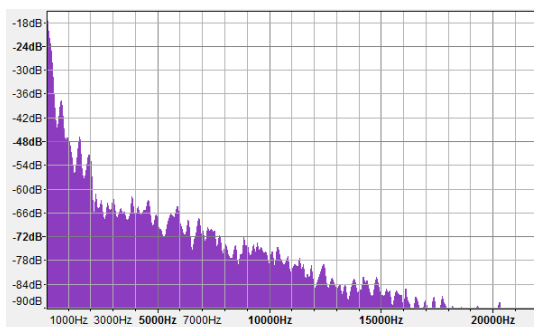
Dalším ukazatelem fyzikálních vlastností audiosignálů je jejich spektrum. Spektra jednotlivých signálů jsou zobrazena na obrázcích 3-9, v detailu pak i v příloze u detailních popisů jednotlivých audiosignálů. Spektra jsem získal analýzou části signálu, kterou jsem provedl v programu Audacity. Ten využívá k zobrazení spektra Welchovu metodu



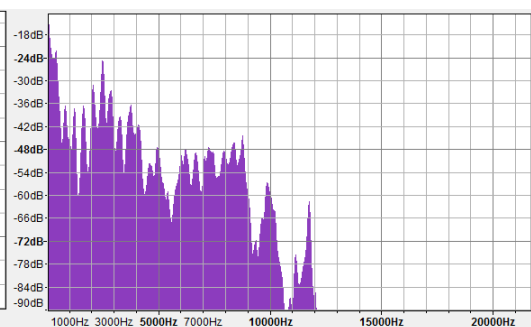
Obrázek 3: Spektrum ukázky „Flétny“



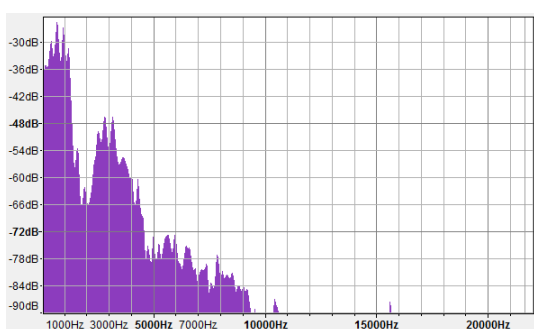
Obrázek 4: Spektrum ukázky „Pan“



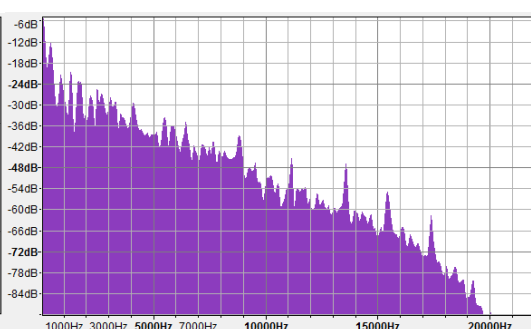
Obrázek 5: Spektrum ukázky „Jazzfunk“



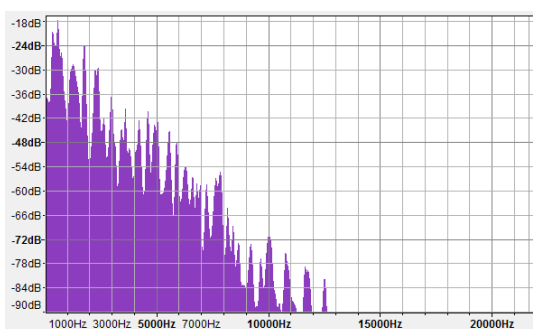
Obrázek 6: Spektrum ukázky „Worship“



Obrázek 7: Spektrum ukázky „Choral“



Obrázek 8: Spektrum ukázky „Rock“



Obrázek 9: Spektrum ukázky „Klavir“

Jednotlivá spektra jsou spektra krátké části audioukázky (0,1s), ve které je zvuk nejvíce pro ukázku typický, je v ustáleném stavu a významně se nemění. Spektra pro mě byla spíše informativní záležitostí, při které jsem mohl nahlédnout do skladby zvuku jednotlivých ukázek.



1.1.2 Vyhodnocení emocí vyvolaných signály

Emocionální vliv audiosignálů na psychiku člověka jsem vyhodnotil na základě poslechu těchto audioukázek. Hodnotil jsem kritéria tak, jak jsou popsána v kapitole 1.2.3 teoretického úvodu této práce. Eliminoval jsem především ty ukázky, které by mohly již svým stylem vzbudit pozitivní či negativní emoce.

1.1.3 Výběr audiosignálů pro další práci

Na základě vlastností zkoumaných výše jsem vybral čtyři audiosignály, které jsem použil pro další práci při vytváření databáze, a zkomprimoval jsem je různým stupněm komprese. Jedním z kritérií pro výběr byla i rozmanitost signálů, která zaručuje, že bude zkoumána komprese signálu, která se může projevit odlišně na různých signálech. Podobné signály by mohly potlačovat některé jevy, které mohou být zřetelné u jiných typů signálů. Výběr těchto signálů je uveden v tabulce 2.

Označení	Ukázka
1	Flétny
2	Pan
3	Jazzfunk
4	Rock

Tabulka 2: Definitivní výběr audiosignálů

1.2 Výběr videa

Pro získání videí jsem použil jako zdroj internetovou stránku www.cdvl.org, která poskytuje zdarma videa ve vysokém rozlišení. Všechna videa jsem stahoval v rozlišení 1920x1080, videa byla prokládaná, se snímkovou frekvencí 60 fps. V tabulce 3 jsou vypsány ukázky videa, které jsem vybral pro další práci. Z těchto ukázek jsem vybral vždy 10 sekund, které byly použity pro subjektivní testování.

Číslo	Označení	Popis	Vlastník
1	lode	Dva lidé pádlující na lodi na moři	Cdvl.org
2	ruze	Sekvence s růžemi v detailu	Cdvl.org
3	snih	Sekvence z města v zimě	Cdvl.org
4	vcela	Sekvence s květinami a včelou	Cdvl.org

Tabulka 3: Výběr videosignálů

1.2.1 Vlastnosti vybraných videoukázek

Jak již bylo uvedeno v teoretické části práce v kapitole 1.3, hlavním faktorem pro výběr videoukázek je jejich emocionální dopad na subjekt.

Ukázka „lode“ ukazuje moře se zapadajícím sluncem na pozadí. Na moři jsou dva čluny a na každém postava pádlující pádlem. V sekvenci jsou výrazně vidět odlesky slunce na vodní hladině, podobně podrobně lze zachytit i pohyb postav na moři.

V ukázce „ruze“ je vidět nejprve keř růží pohybující se mírně ve větru s trávníkem na pozadí. Zajímavý je výrazný přechod mezi sytě červenou barvou růží a světle zeleným trávníkem, na kterém vzniká větrem nepravidelný pohyb, který je následně při komprimaci zdrojem artefaktů, které jsou viditelné po komprimaci.



Ukázka „snih“ ukazuje ve třech scénách silné sněžení v neznámém městě. Motiv padajícího sněhu je pro zkoumání subjektivního vnímání komprimace zajímavý, jelikož představuje rychlý nepravidelný pohyb mnoha částí, probíhá v něm tedy mnoho rychlých změn.

V poslední sekvenci „vcela“ je nejprve pohled na trávu zmítanou větrem, ve zbytku ukázky pak detailní záběr na včelu, která létá na několika bílých květinách. Sekvence nabízí velké množství pohybu a barevných změn, které mohou být po komprimaci vnímány jako rušivé.

Na obrázcích 10-13 jsou zobrazeny klíčové snímky jednotlivých ukázek.



Obrázek 10: Klíčový snímek ukázky „lode“



Obrázek 11: Klíčové snímky ukázky „ruze“



Obrázek 12: Klíčové snímky ukázky „snih“



Obrázek 13: Klíčové snímky ukázky „vcela“



2 Subjektivní testy

Aby bylo možno ověřit použitelnost databáze pro další výzkum, sestavil jsem sadu subjektivních testů. Testy jsem sestavoval i tvořil podle zásad, popsanych v teoretickém úvodu práce. V této kapitole popíšu přípravu a samotný průběh subjektivních testů.

Největší částí přípravy po vybrání audia a videa byla komprimace audia a videa do vhodného formátu a příprava sekvencí pro samotné testování. Sekvence jsem sestavil dle doporučení zmíněných v teoretickém úvodu i ve zdroji [8]. Pro subjektivní testy jsem vytvořil dvě sady testů.

2.1 Příprava ukázek

Data jsem připravil k testování do vhodného formátu tak, aby byly použitelné se zařízením, na kterém jsem prováděl testování. Jako vhodný formát jsem zvolil MP4, popsany v kapitole 2.2 teoretické části této práce.

Hlasitost audioukázek jsem podle poslechu srovnal na téměř shodnou úroveň tak, aby byla eliminována chyba, která by mohla nastat při použití různých úrovní hlasitosti ukázek.

Kvalitu audia i videa jsem komprimací upravil na vhodné úrovně, které jsem určil na základě pokusu. Komprimaci jsem prováděl na základě změny datového toku, ostatní parametry jsem nechával stejné. Zkoušel jsem, při jaké nejvyšší úrovni komprimace začnou být vidět či slyšet artefakty způsobené komprimací. Tento datový tok jsem pak určil jako horní testovanou úroveň komprimace ukázky. Jako spodní hranici kvality jsem pak určil úroveň, kde již byly artefakty velmi zřetelné a pro mě silně rušivé. Mezi těmito dvěma hranicemi jsem určil dalších několik úrovní komprimace, které jsou v testech použity. Kompletní přehled vlastností audia i videa je vidět v tabulkách 4 a 5.

Vlastnost	Hodnota
Kodek	H.264
TV standard	NTSC
Šířka snímku	1024 px
Výška snímku	768 px
Snímková rychlost	29,97 fps
Poměr stran	16:09
Datový tok	Proměnná

Tabulka 4: Vlastnosti videa použitého při testování

Vlastnost	Hodnota
Kodek	AAC
Kanály	2(Stereo)
Frekvence	24 kHz
Datový tok	Proměnná

Tabulka 5: Vlastnosti audia použitého při testování



Jak je uvedeno v tabulkách, datové toky videa i audia jsou proměnné. Vliv těchto faktorů na výsledné hodnocení jednotlivých ukázek bude předmětem vyhodnocení subjektivních testů. Hodnoty datového toku, které jsem použil při subjektivním testování, jsou uvedeny v tabulce 6.

Audio [kbps]	32	40	48	56
Video [Mbps]	0,5	0,75	1	2

Tabulka 6: Datový tok ukázek audia a videa

Z původních čtyř ukázek audia a čtyř ukázek videa jsem utvořil dvojice, které jsem sloučil do jednoho souboru ve všech kombinacích kvality audia a videa. Tyto kombinace jsou uvedeny v tabulce 7.

Číslo ukázky	Označení pro další práci	Použité video	Použité audio
1	lode-fletny	lode	fletny
2	ruze-pan	ruze	pan
3	snih-jazzfunk	snih	jazzfunk
4	vcela-rock	vcela	rock

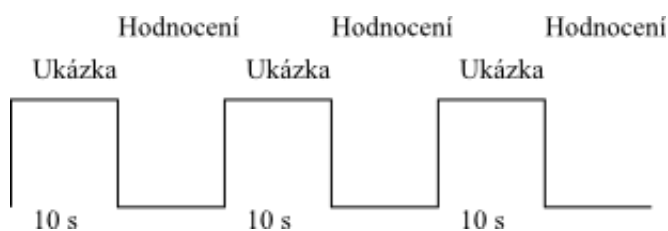
Tabulka 7: Sestavení dvojic audia a videa pro další práci

Z těchto dvojic jsem sestavil testovací sekvence. Přehled těchto sekvencí je znázorněn v příloze této práce.

Subjektivní testy jsem prováděl ve zvukové buňce, zobrazeny byly na tabletu Apple iPad mini 16GB s úhlopříčkou 7,9 palce. Jako poslechové zařízení jsem použil sluchátka AKG K1000, zesílené přes zesilovač Behringer AMP800. Buňka byla osvětlena vestavěným osvětlením, které zaručovalo stejné podmínky všem testovaným subjektům. Subjekty nejprve absolvovaly první část testu, popsanou v kapitole 2.2, poté měly přibližně 15 minut pauzu, po které absolvovaly druhou část testu, popsanou v kapitole 2.3

2.2 Test hodnocení kvality

První sada testů byla založena na bázi hodnocení celkové kvality ukázky na stupnici od jedné do pěti. Ukázky měly 10 vteřin a v intervalech mezi nimi bylo 10 vteřin času na hodnocení kvality předchozí ukázky, jak je znázorněno na obrázku 14. Zároveň byly v tomto čase subjekty informovány o čísle ukázky, která předcházela a která bude následovat. V testu bylo celkem 45 ukázek, každý test tedy trval 15 minut. Celkem jsem vytvořil 5 verzí těchto testů. Toto množství by mělo minimalizovat nebezpečí, že se ve výsledcích testu projeví chyba z pořadí [1]. Pokud by všechny subjekty absolvovaly stejný test, byly by výsledky ovlivněny pořadím ukázek.

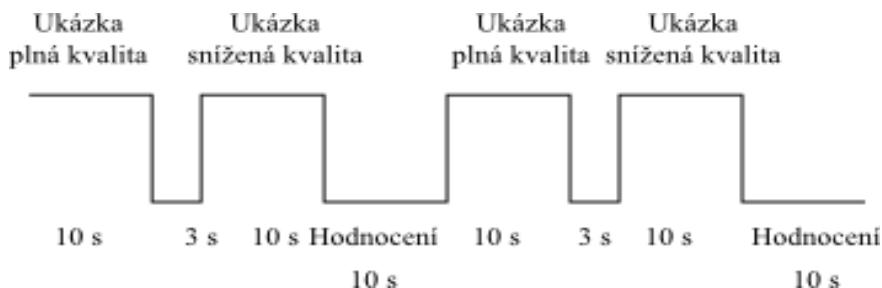


Obrázek 14: Průběh testů hodnocení kvality

Subjekty dostaly v písemné podobě formulář s instrukcemi k testu, v němž byly požádány, aby na stupnici od jedné do pěti hodnotily celkovou kvalitu zobrazených ukázek. Stupeň jedna odpovídal nejlepší kvalitě, kdy se ukázka zdála být kvalitní a neměla žádné rušivé artefakty, stupněm pět označily subjekty ukázky, kde pro ně byla kvalita značně rušivá. Formulář, který měly subjekty k dispozici, je součástí příloh této práce.

2.3 Párové srovnávání kvality

Druhá sada testů byla založena na párovém srovnávání kvality ukázek. V sekvenci byla vždy nejprve informace o čísle ukázky, následovaná desetivteřinovou ukázkou v nejvyšší kvalitě zvuku i videa. Po další třívteřinové pauze následovala stejná ukázka ve stejné či snížené kvalitě. Hodnocena byla pozorovaná změna celkové kvality ukázky. Naznačený průběh těchto testů je na obrázku 15.



Obrázek 15: Průběh sekvence párového srovnávání kvality

Stejně jako u první sady testů jsem vytvořil 5 verzí testu pro předejití chyby z pořadí. Každý test obsahoval 30 dvojic ukázek, celková doba tohoto testu byla 16,5 minuty. Subjekty měly k dispozici hodnotící formulář, ve kterém měly písemně zadány instrukce. Jejich úkolem bylo hodnotit pozorovanou změnu v celkové kvalitě mezi první a druhou ukázkou ve dvojici. K dispozici měli stupnici, která vychází z doporučení [8] a je znázorněna v tabulce 8. Hodnotící formulář je přílohou této práce.

Stupeň hodnocení	Pozorovaná změna kvality
1	Nepostřehnutelná
2	Postřehnutelná, ale ne rušivá
3	Mírně rušivá
4	Rušivá
5	Silně rušivá

Tabulka 8: Stupně pro hodnocení párového srovnávání kvality



3 Výsledky subjektivních testů

Celkem se testů zúčastnilo 16 subjektů, každý z nich byl testován jednou verzí testů hodnocení kvality a jednou verzí testů párového srovnávání. Výsledky těchto testů jsem přepsal do tabulek v aplikaci Microsoft Excel. Tyto tabulky jsou součástí příloh této práce.

Z naměřených dat jsem za pomoci analýzy rozptylu byl schopen vyhodnotit dvě nulové hypotézy, které jsem si definoval.

K vyhodnocení výsledků metodou analýzy rozptylu bylo potřeba použít stejný počet hodnocení pro každou kombinaci kvality audia a kvality videa. V celkové databázi naměřených výsledků byly tyto počty různé. Použit pro výpočty jsem mohl minimální počet hodnot, který některá kombinace obsahovala. Pro testy hodnocení kvality to bylo 8 hodnocení na každou kombinaci kvalit, při metodě párového srovnávání 6. Abych nijak neovlivňoval výsledky cílenou eliminací některých hodnot, eliminoval jsem ty hodnoty, které byly naměřeny a zapsány do tabulek jako poslední.

K vyhodnocení výsledků jsem využíval tuto funkci v aplikaci Microsoft Excel, která nabízí funkci analýzy rozptylu. Po jejím použití se výsledky zobrazí v tabulce. Tyto tabulky jsou v následující kapitole zobrazeny, pouze se změnou názvů proměnných tak, aby odpovídaly kapitole 3 teoretického úvodu.

3.1 Vliv výběru ukázek na hodnocení kvality

První hypotézou, kterou jsem zkoumal, byla ta, že výběr audio a video ukázek nemá vliv na výsledné hodnocení celkové kvality. Zjišťoval jsem, zda ukázky, které jsem vybral, jsou použitelné pro další výzkum.

3.1.1 Testy hodnocení kvality

Po použití analýzy rozptylu na data získaná z testů hodnocení kvality jsem vypočítal údaje zapsané v tabulce 9.

Zdroj variability	SS	df	MS	F	α	F_{crit}
Mezi skupinami	50,28711	3	16,76237	11,42883	2,91E-07	2,622453
V rámci skupin	745,0703	508	1,466674			
Celkem	795,3574	511				

Tabulka 9: Výsledky analýzy rozptylu pro vliv výběru ukázek na hodnocení kvality – testy hodnocení kvality

Ve výsledcích analýzy rozptylu je vidět, že výběr ukázek má s velkou pravděpodobností vliv na hodnocení jejich celkové kvality. Nulová hypotéza tedy s velkou pravděpodobností neplatí a výběr ukázek silně ovlivňuje jejich hodnocení kvality. Hodnota F , která je 11,43, je řádově větší, než F_{crit} .



V tabulce 10 je zobrazen součet a průměr hodnocení pro jednotlivé ukázky. Z tabulky lze vyčíst, že ukázky „ruze-pan“ a „snih-jazzfunk“ byly hodnoceny lépe, než zbylé dvě ukázky.

Ukázka	Součet	Průměr
lode-fletny	410	3,203125
ruze-pan	341	2,664063
snih-jazzfunk	333	2,601563
vcela-rock	423	3,304688

Tabulka 10: Součet a průměr hodnocení pro jednotlivé ukázky při použití testů hodnocení kvality

3.1.2 Párové srovnávání

V tabulce 11 jsou data získaná analýzou rozptylu z testů párového srovnávání pro zjištění vlivu výběru ukázek na celkové hodnocení kvality.

Zdroj variability	SS	df	MS	F	α	F_{crit}
Mezi skupinami	28,38281	3	9,460938	5,963456	0,000556	2,628395
V rámci skupin	602,8646	380	1,586486			
Celkem	631,2474	383				

Tabulka 11: Výsledky analýzy rozptylu pro vliv výběru ukázek na hodnocení kvality – párové srovnávání

Z tabulky je zřejmé, že hodnota F je větší, než hodnota F_{crit} , výběr ukázek tedy s velkou pravděpodobností má vliv na hodnocení jejich celkové kvality. Tento výsledek koresponduje s výsledkem z testů hodnocení kvality. Rovněž součet a průměr hodnocení jednotlivých ukázek, zobrazený v tabulce 12 potvrzuje, že i při použití této metody testů byly lépe hodnoceny ukázky „ruze-pan“ a „snih-jazzfunk“.

Ukázka	Součet	Průměr
lode-fletny	298	3,104167
ruze-pan	255	2,65625
snih-jazzfunk	246	2,5625
vcela-rock	306	3,1875

Tabulka 12: Součet a průměr hodnocení pro jednotlivé ukázky při použití testů párového srovnávání

3.1.3 Porovnání některých dvojic ukázek

Jak již bylo uvedeno v minulých kapitolách, dvojice ukázek „lode-fletny“ a „vcela-rock“, a dvojice „ruze-pan“ a „snih-jazzfunk“ byly hodnoceny velmi podobně, udělal jsem analýzu rozptylu na tyto dvojice ukázek. Ta ukázala, že v rámci těchto dvojic pravděpodobně nemá výběr ukázek významný vliv na jejich hodnocení. Tyto výsledky jsou zobrazeny v tabulkách 13 a 14.



Zdroj variability	SS	df	MS	F	α	F_{crit}
Mezi skupinami	0,25	1	0,25	0,173861	0,677055	3,87833
V rámci skupin	365,2344	254	1,437931			
Celkem	365,4844	255				

Tabulka 13: Analýza rozptylu pro dvojici ukázek „ruze-pan“ a „snih-jazzfunk“ při testu hodnocení kvality

Zdroj variability	SS	df	MS	F	α	F_{crit}
Mezi skupinami	0,660156	1	0,660156	0,441453	0,507025	3,87833
V rámci skupin	379,8359	254	1,495417			
Celkem	380,4961	255				

Tabulka 14: Analýza rozptylu pro dvojici ukázek „lode-fletny“ a „vcela-rock“ při testu hodnocení kvality

3.1 Vliv kvality videa a kvality audia na celkové hodnocení kvality

Dalšími faktory, které mohly ovlivňovat hodnocení celkové kvality ukázek, byly kvalita videa a kvalita audia. Jejich kvalita byla ovlivněna použitými datovými toky pro audio a video, jak je popsáno v kapitole 2.1 praktické části této práce. Pro zjištění vlivu těchto faktorů jsem použil dvoufaktorovou analýzu rozptylu, u níž jsem si stanovil nulovou hypotézu, že kvalita audia ani kvalita videa nemá vliv na hodnocení celkové kvality ukázek.

3.2.1 Testy hodnocení kvality

Po aplikaci analýzy rozptylu na data získaná při subjektivním testování za použití metody hodnocení kvality jsem vypočítal data zobrazená v tabulce 15. V řádcích zdrojových dat byly uvedené různé kvality videa, ve sloupcích pak kvality audia.

Zdroj variability	SS	df	MS	F	α	F_{crit}
Řádky (Video)	307,4121	3	102,4707	105,3582	8,84E-53	2,622879
Sloupce (Audio)	0,490234	3	0,163411	0,168016	0,917946	2,622879
Interakce	5,048828	9	0,560981	0,576789	0,816495	1,898752
Dohromady	482,4063	496	0,972593			
Celkem	795,3574	511				

Tabulka 15: Výsledky analýzy rozptylu pro vliv kvality audia a kvality videa na hodnocení celkové kvality – testy hodnocení kvality

Podle hodnot F a F_{crit} lze vyčíst, že kvalita videa má s velkou pravděpodobností vliv na hodnocení celkové kvality ukázek, zatímco kvalita audia a interakce tento vliv pravděpodobně nemají. Tento výsledek je dán pravděpodobně tím, že při velké komprimaci dat, která byla při použití testována, subjekty více vnímaly artefakty ve videu než ty, které byly slyšet v audiu.



3.2.2 Párové srovnávání

Poslední analýza rozptylu, kterou jsem provedl, vypovídala o vlivu kvality audia a kvality videa na celkové hodnocení kvality ukázek. Výsledky této analýzy při použití dat z testů metodou párového srovnávání jsou zobrazeny v tabulce 16.

Zdroj variability	SS	df	MS	F	α	F_{crit}
Řádky (Video)	274,5911	3	91,53038	107,0298	7,84E-50	2,629165
Sloupce (Audio)	30,38281	3	10,1276	11,84258	2,02E-07	2,629165
Interakce	11,5651	9	1,285012	1,502611	0,145056	1,905346
Dohromady	314,7083	368	0,855186			
Celkem	631,2474	383				

Tabulka 16: Výsledky analýzy rozptylu pro vliv kvality audia a kvality videa na hodnocení celkové kvality – testy párového srovnávání

Z výsledků analýzy je vidět, že u metody párového srovnávání má s velkou pravděpodobností vliv na hodnocení celkové kvality jak kvalita videa, tak kvalita audia. Oproti testu hodnocení kvality tak je vidět, že u metody párového srovnávání subjekty lépe vnímaly zvuk a změny v jeho kvalitě.



Závěr

Cílem bakalářské práce bylo vytvořit databázi, která by byla vhodná pro subjektivní testování kvality audia a videa. V rámci práce jsem databázi vytvořil a subjektivními testy ověřil, jakými výsledky subjekty hodnotí jednotlivé ukázky v různém stupni komprimace audia a videa. Testy probíhaly ve zvukové kabině, která eliminuje odrazy a ruchy zvenku. Zobrazeny byly na tabletu iPad mini, jako poslechové zařízení byla použita sluchátka AKG. Ze subjektivních testů jsem statistickou metodou analýza rozptylu vyhodnotil výsledek, že kvalita videa měla větší vliv na hodnocení celkové kvality, než kvalita audia, a že výběr audio a videoukázek má zásadní vliv na hodnocení celkové kvality ukázek. Testy, kdy se hodnotila pouze kvalita ukázky na stupnici od jedné do pěti, vykazovaly větší rozptyl hodnot než testy, kdy byla použita metoda párového srovnávání.

Podle výsledků by bylo možné pro další praxi využít společně ukázky „lode-fletny“ a „vcela-rock“, nebo dvojici „ruze-pan“ a „snih-jazzfunk“, protože tyto dvojice byly hodnoceny podobně a v rámci dvojic nebyl velký rozptyl hodnocení. Pro další využití by bylo vhodné najít ke každé dvojici další ukázky, které by byly hodnoceny podobně.



Seznam použitých zdrojů informací

- [1] Melka, A.: Základy experimentální psychoakustiky, Nakladatelství AMU Praha, 2005, vydání 1., ISBN 80-7331-043-0
- [2] A. Joly, N. Montard, M. Buttin: Audio-visual quality and interactions between television audio and video, ISSPA 2001, Malaysia
- [3] J. Ekeroot, J. Berg, A. Nykanen: Selection of audio stimuli for listening tests, Convention Paper 8445, Presented at the 130th Convection 2011, London, UK
- [4] J. G. Beerdens, F. E. De Caluwe: The Influence of Video Quality on Perceived Audio Quality and Vice Versa, KPN Research, P.O. Box 421, 2260 AK, Leidschendam
- [5] R. Schatz, S. Egger, K. Masuch: The Impact of Test Duration on User Fatigue and Reliability of Subjective Quality Ratings, J. Audio Eng. Soc., Vol. 59, No. 10, 2012 March
- [6] http://www.webopedia.com/DidYouKnow/Computer_Science/digital_audio_for_mats.asp (citace 11.5.2013)
- [7] <http://people.whitman.edu/~blagovp/resources/anova/fdist.gif>
- [8] ITU-T Recommendation P.910, "Subjective video quality assessment methods for multimedia applications," Recommendations of the ITU, Telecommunication Standardization Sector.
- [9] <http://www.digizone.cz/clanky/nova-pro-nase-hd-programy-staci-datovy-tok/> (datum citace 12.5.2013)
- [10] <http://www.real-statistics.com/two-way-anova/two-factor-anova-with-replication/>
- [11] <http://pro-av.panasonic.net/en/technology/technology.pdf> (datum citace 16.5.2013)
- [12] Lina Zhao, Lili Guan: An Optimized Method and Implementation for Parsing MP4 Metadata, IBSN: 978-1-4244-6788-4
- [13] <http://www.aneesoft.com/tutorials/ipad-supported-video-format.html> (datum citace 6.5.2014)
- [14] Recommendation ITU-T H.264, „Advanced video coding for generic audiovisual services“
- [15] http://ipod.about.com/od/glossary/g/what_is_aac.htm (datum citace 6.5.2014)



- [16] Sarah M. Dinham: Exploring statistics, An introduction for psychology and education; ISBN: 0-8185-0182-0; Wadsworth Publishing Company; 1976
- [17] <http://cit.vfu.cz/statpotr/POTR/Teorie/Predn3/ANOVA.htm>
(datum citace 13.5.2014)

Zdroje použitých souborů:

Flétna: Stopa 3, Allegro, Aulété – Sbor zobcových fléten, Bohemia Records

Pan: Stopa 17, Jolly old St. Nicolaus, Panpipes at Christmars, Song ltd.

Jazzfunk: Bez známého autorství, volně ke stažení i šíření

Worship: Stopa 6, Every knee shall bow, Peacefull flowing river vol.1

Choral: Stopa12, Bog Gospod, Gregorian Chants, Weton-Wesgram B. V.

Rock: Stopa 1, SU 2004 mix

Klavír: Stopa 2, Scherzo, F. Chopin(1810-1849), Onyx Classix

Videosoubory: cvdl.org



Přílohy

- Příloha č. 1: Detailní informace o vybraných audioukázkách
- Příloha č. 2: Tabulky pořadí ukázek v testovacích sekvencích
- Příloha č. 3: Formulář k testům hodnocení kvality
- Příloha č. 4: Formulář k testům párového srovnávání
- Příloha č. 5: Databáze výsledků testování

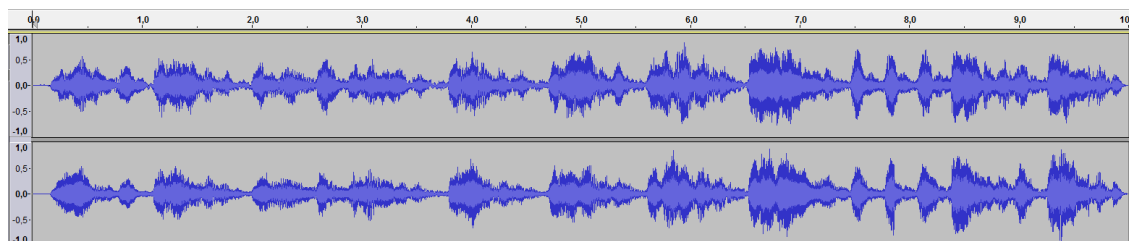


Příloha č. 1: Detailní informace o vybraných audioukázkách

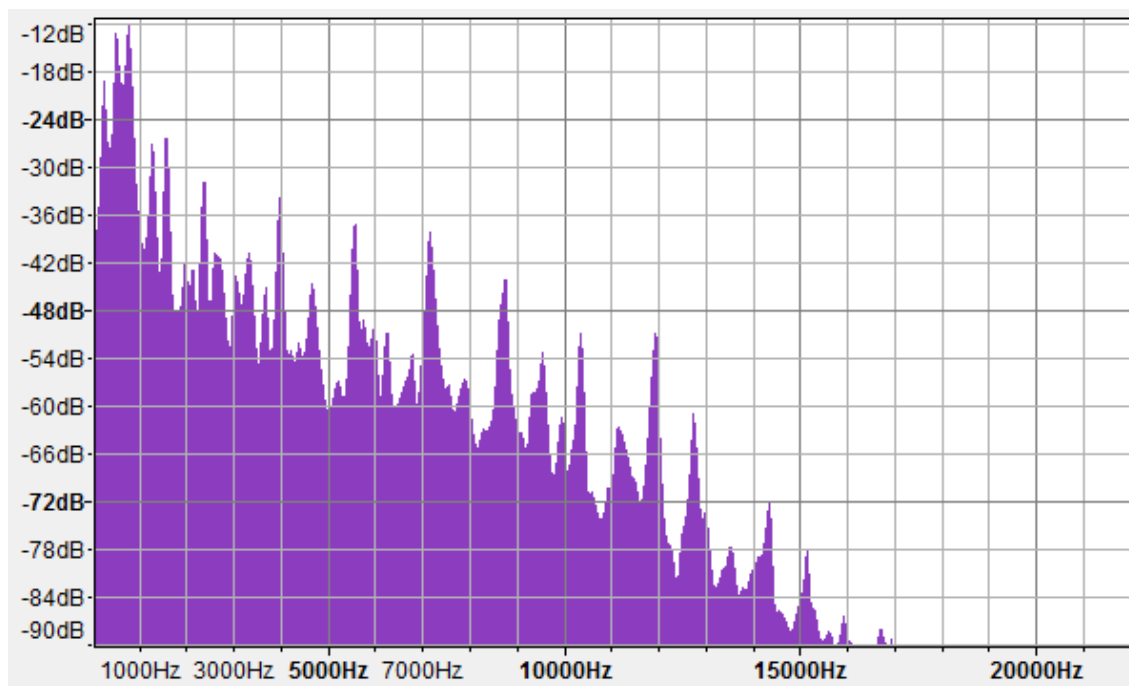
Ukázka „fletny“

Zdroj: Stopa 3, Allegro, Aulété – Sbor zobcových fléten, Bohemia Records

Časový průběh signálu:



Spektrum signálu (získané z ukázky, čas 08:400 - 08:500s)

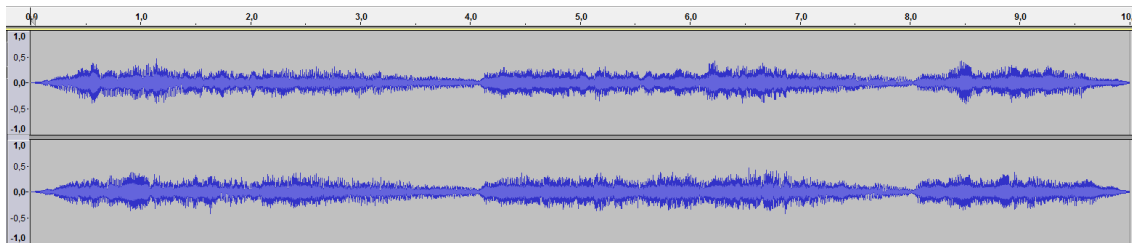




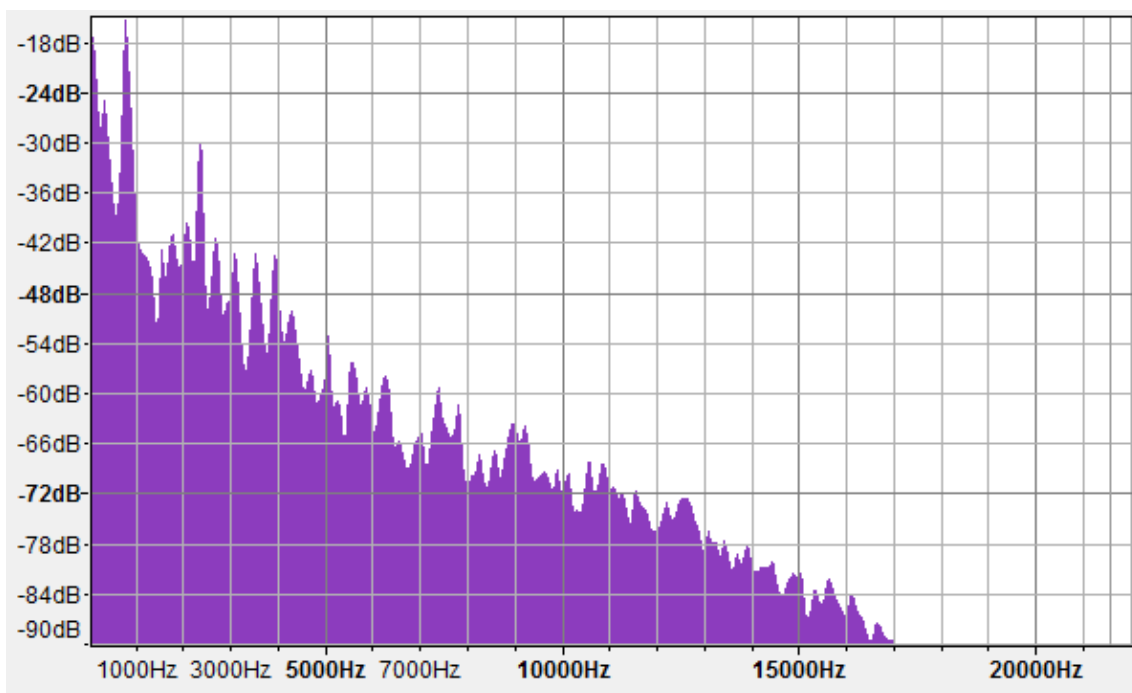
Ukázka „pan“

Zdroj: Stopa 17, Jolly old St. Nicolaus, Panpipes at Christmars, Song ltd.

Časový průběh signálu:



Spektrum signálu (získané z ukázky, čas 02:200 - 02:300s)

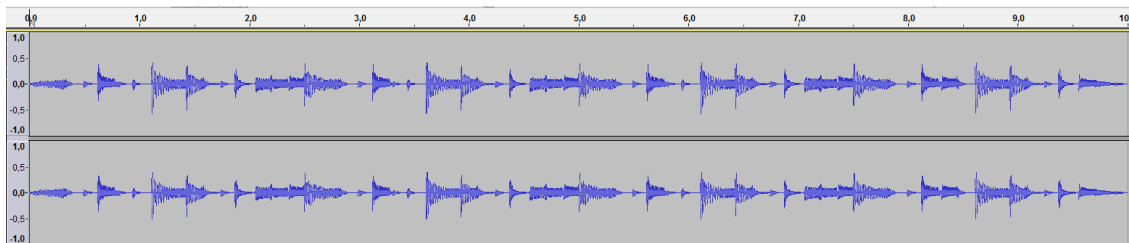




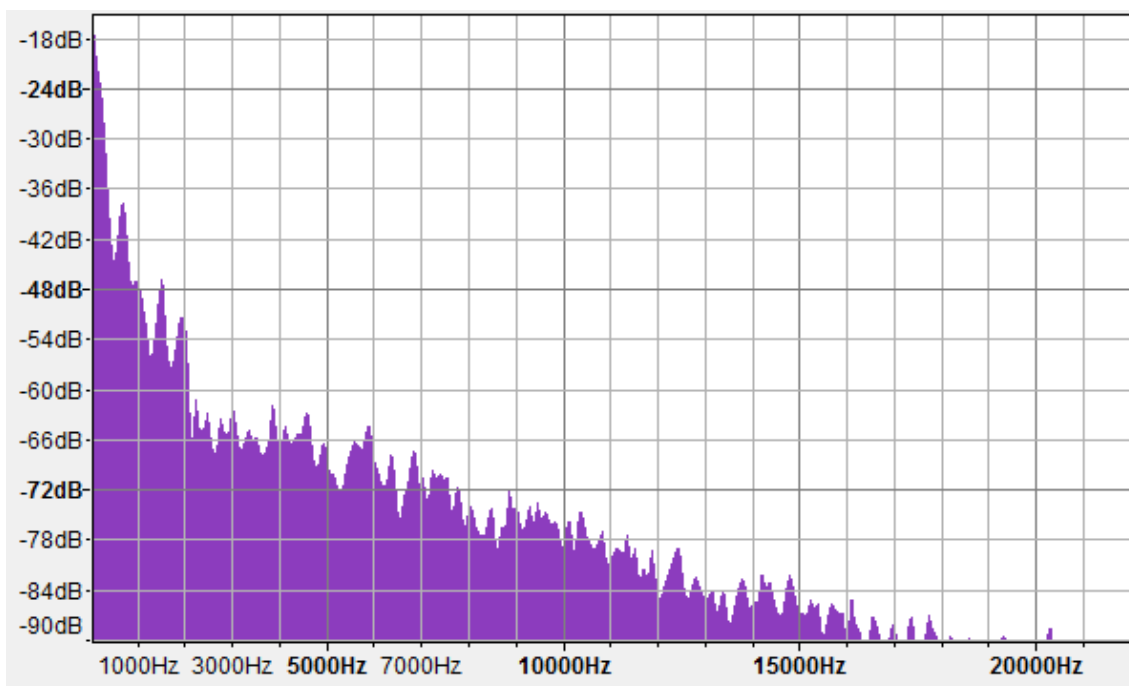
Ukázka „jazzfunk“

Zdroj: Bez známého autorství, volně ke stažení i šíření

Časový průběh signálu:



Spektrum signálu (získané z ukázky, čas 03:700 - 03:800s)

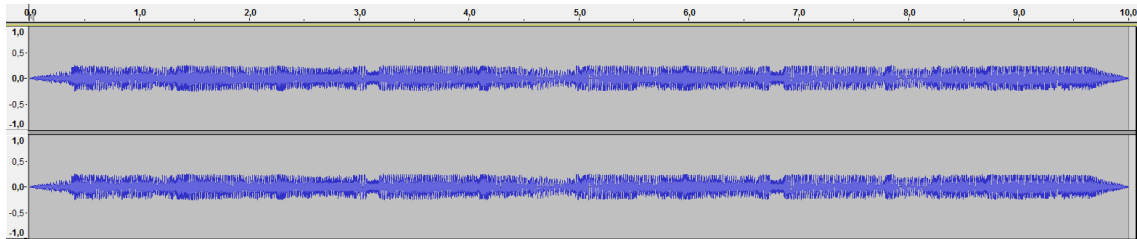




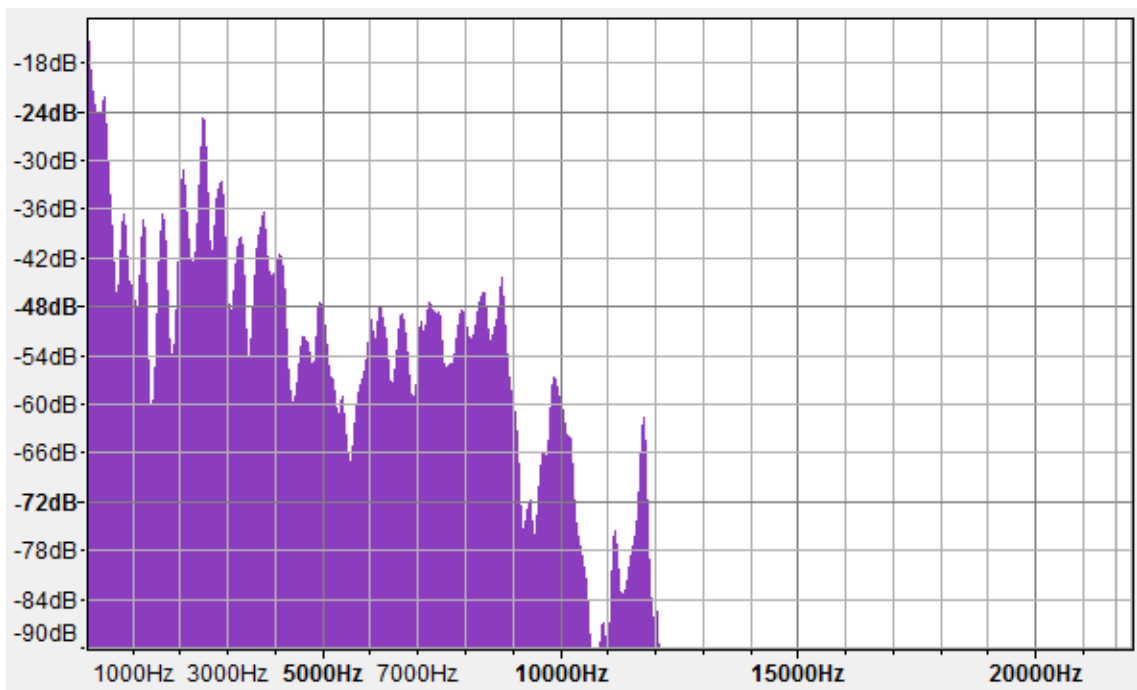
Ukázka „worship“

Zdroj: Stopa 6, Every knee shall bow, Peacefull flowing river vol.1

Časový průběh signálu:



Spektrum signálu (získané z ukázky, čas 07:200 - 07:300s)

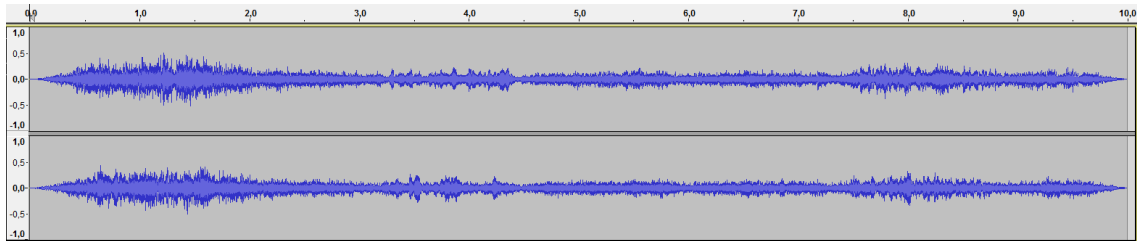




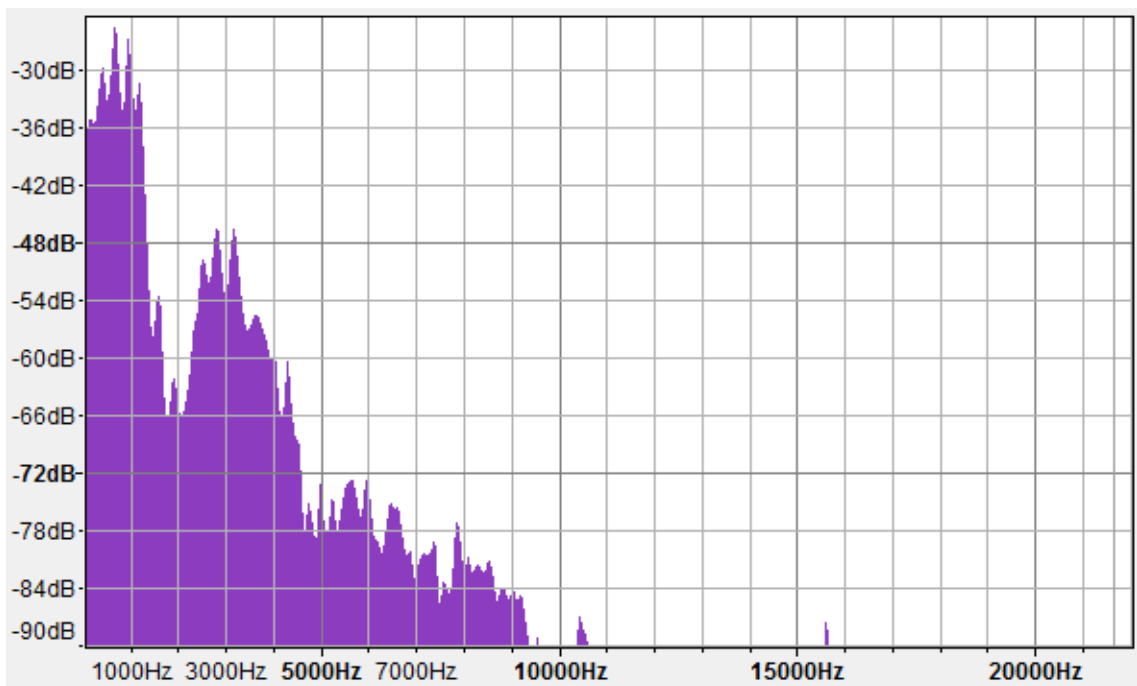
Ukázka „choral“

Zdroj: Stopa12, Bog Gospod, Gregorian Chants, Weton-Wesgram B. V.

Časový průběh signálu:



Spektrum signálu (získané z ukázky, čas 06:400 - 06:500s)

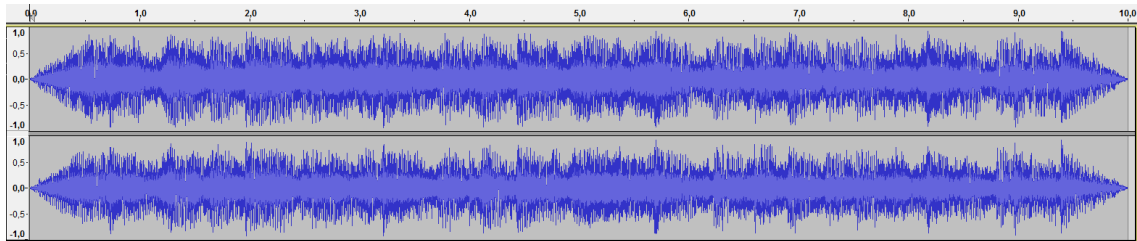




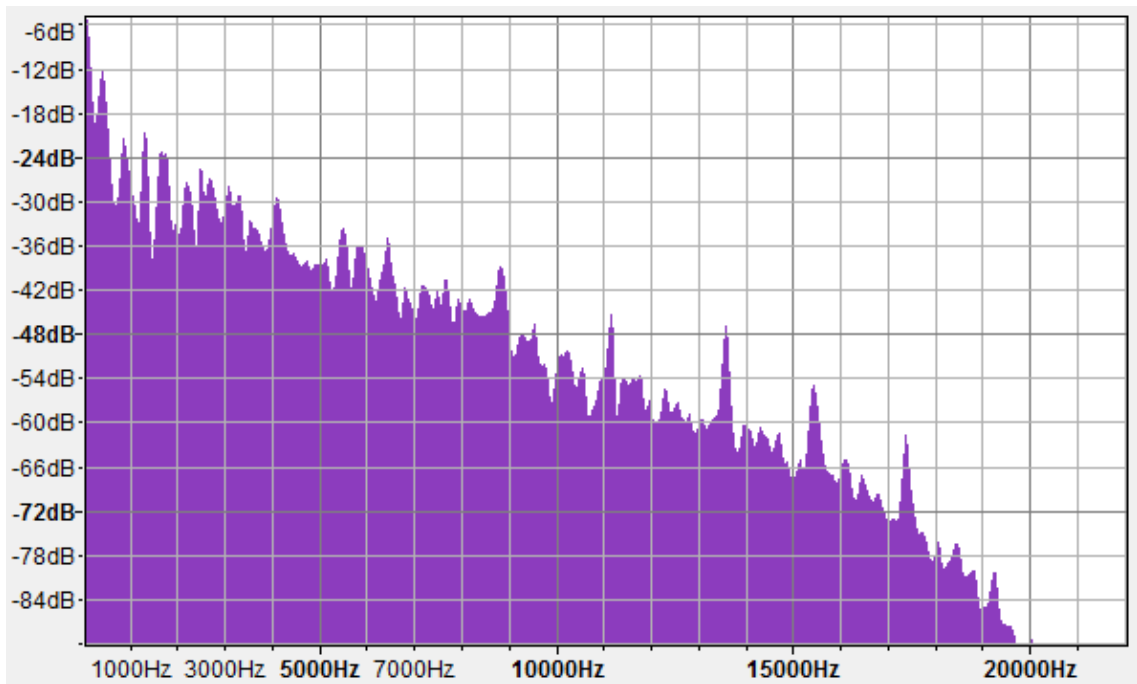
Ukázka „rock“

Zdroj: Stopa 1, SU 2004 mix

Časový průběh signálu:



Spektrum signálu (získané z ukázky, čas 07:600 - 07:700s)

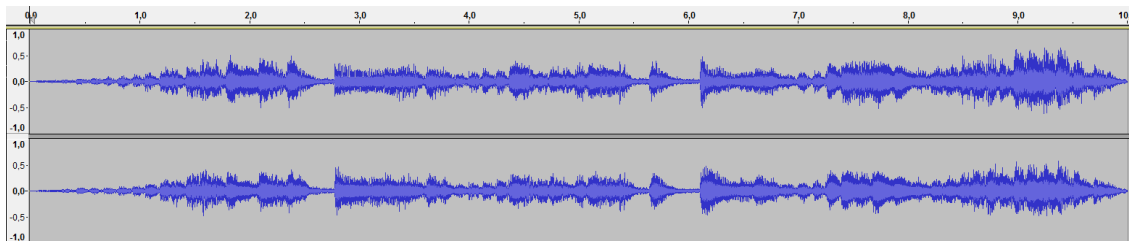




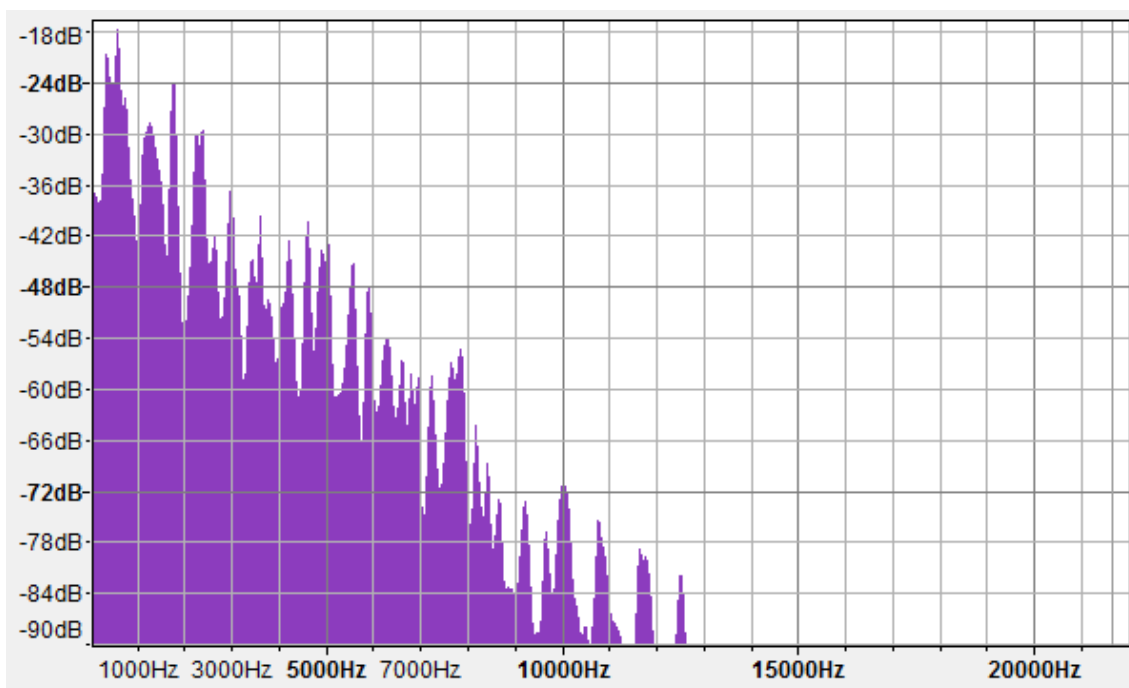
Ukázka „klavir“

Zdroj: Stopa 2, Scherzo, F. Chopin (1810-1849), Onyx Classix

Časový průběh signálu:



Spektrum signálu (získané z ukázky, čas 07:600 - 07:700s)





Příloha č. 2: Tabulky pořadí ukázek v testovacích sekvencích

Pořadí ukázek v sekvencích v testech hodnocení kvality

Kvalita videa je uvedena v hodnotě datového toku v Mb/s, hodnota audia je uvedena v hodnotě datového toku v kb/s, ukázky jsou označeny čísly podle tabulky 7.

Sekvence Pořadí	1			2			3		
	Ukázka	Video	Audio	Ukázka	Video	Audio	Ukázka	Video	Audio
1	1	0,5	32	4	2	56	3	1	32
2	2	0,75	40	3	0,5	48	4	2	40
3	3	1	48	2	1	40	1	0,5	48
4	4	2	56	1	2	56	2	0,75	56
5	1	0,75	40	3	0,75	48	4	2	40
6	2	1	32	2	0,5	32	1	1	32
7	4	2	48	4	2	40	3	0,5	56
8	3	0,5	56	1	0,75	48	2	2	48
9	2	1	32	2	1	40	1	1	40
10	4	2	48	4	2	32	4	0,5	32
11	1	0,75	40	3	0,75	56	2	2	56
12	3	0,5	56	1	1	48	3	0,75	48
13	1	2	48	4	0,5	40	2	0,5	40
14	2	0,5	40	2	2	56	4	2	32
15	4	1	56	1	0,75	32	1	0,75	48
16	2	0,75	32	4	0,5	48	3	1	56
17	3	0,5	56	3	1	56	4	0,75	48
18	4	1	32	2	2	32	2	2	40
19	2	0,75	56	1	0,5	48	3	0,5	32
20	1	2	48	3	1	40	1	1	56
21	3	1	40	2	0,75	32	4	0,5	40
22	2	0,75	48	1	0,5	48	3	0,75	32
23	4	2	56	4	2	40	1	0,5	48
24	3	0,5	32	3	1	56	2	1	56
25	1	0,75	40	1	0,75	48	3	2	32
26	2	1	48	2	2	40	1	0,5	40
27	4	0,5	40	4	0,75	32	2	0,75	48
28	1	2	32	1	1	48	4	2	56
29	3	1	56	3	0,5	56	1	1	48
30	4	0,5	48	2	0,75	40	2	0,75	32
31	2	0,75	40	1	1	32	3	0,5	56
32	3	2	56	4	0,5	48	4	2	40
33	1	0,5	32	2	2	56	2	0,75	56
34	4	1	48	3	0,5	32	1	2	48
35	3	0,75	56	4	1	48	4	0,5	40
36	1	2	40	1	2	40	3	0,75	56
37	4	1	32	3	1	56	1	1	32
38	2	0,75	40	2	0,5	48	4	2	40
39	1	2	56	1	2	40	2	0,75	56
40	3	0,75	48	4	1	56	3	0,5	48
41	2	0,5	32	3	0,75	32	4	2	56
42	4	1	56	1	2	56	3	0,5	32
43	2	1	48	2	1	40	1	1	40
44	3	0,5	40	4	0,75	48	2	2	40
45	2	2	32	3	0,5	32	4	0,75	56

Tabulka pořadí ukázek v sekvencích v testech hodnocení kvality



Sekvence	4			5		
	Ukázka	Video	Audio	Ukázka	Video	Audio
1	1	0,5	56	4	0,5	32
2	2	2	48	1	1	56
3	3	0,75	40	2	2	48
4	4	1	40	3	0,5	40
5	2	0,5	56	4	0,75	48
6	3	2	48	2	0,5	40
7	4	0,5	56	1	2	32
8	1	0,75	56	3	0,75	32
9	3	1	32	4	1	40
10	4	0,75	40	3	2	56
11	2	0,5	56	1	0,5	32
12	1	2	32	4	1	48
13	2	1	56	2	0,75	48
14	4	0,5	32	1	1	32
15	1	1	56	3	1	48
16	3	2	40	1	0,75	48
17	4	1	40	2	2	40
18	2	0,5	48	3	0,75	40
19	1	0,75	32	4	1	40
20	3	0,5	40	2	0,75	32
21	1	1	40	3	2	32
22	3	1	32	4	2	48
23	4	0,5	56	1	0,5	40
24	2	2	40	3	0,5	48
25	3	2	32	2	2	56
26	2	1	56	1	0,75	32
27	1	0,75	56	4	0,75	40
28	4	0,75	32	2	0,5	48
29	2	0,5	40	4	1	56
30	4	2	48	1	0,5	32
31	1	0,5	40	3	2	48
32	3	0,75	40	4	0,75	56
33	2	1	32	2	1	40
34	1	0,5	56	1	0,75	56
35	4	1	32	3	1	40
36	3	1	48	2	2	32
37	4	0,75	56	3	2	40
38	1	0,75	32	1	1	56
39	2	0,5	56	4	0,5	56
40	3	2	56	3	2	40
41	1	0,5	56	1	2	56
42	4	0,75	40	1	0,75	32
43	2	0,5	32	2	2	56
44	3	2	48	3	1	32
45	4	2	32	4	0,5	40

Tabulka pořadí ukázek v sekvencích v testech hodnocení kvality (pokračování)



Pořadí ukázek v sekvencích pro párové srovnávání

Kvalita videa je uvedena v hodnotě datového toku v Mb/s, hodnota audia je uvedena v hodnotě datového toku v kb/s, ukázky jsou označeny čísly podle tabulky 7.

Sekvence	1			2			3		
	Ukázka	Video	Audio	Ukázka	Video	Audio	Ukázka	Video	Audio
1	1	1	48	4	2	56	1	1	32
2	3	0,5	40	1	0,75	40	2	2	56
3	2	0,75	32	3	1	48	3	0,5	48
4	4	2	56	2	2	32	4	0,75	40
5	3	1	48	4	0,75	48	2	1	56
6	1	0,75	40	3	1	40	3	0,5	48
7	4	0,5	56	4	0,5	32	1	2	40
8	2	1	32	2	2	56	4	0,75	32
9	1	2	30	3	1	40	3	0,5	48
10	4	0,5	48	1	0,5	56	1	2	56
11	2	1	32	4	0,75	32	2	1	40
12	3	2	40	3	2	48	4	0,75	32
13	2	0,75	48	1	0,5	40	1	2	40
14	4	1	56	4	0,75	32	2	0,5	48
15	1	2	40	2	2	48	4	0,5	32
16	2	0,75	48	1	2	40	3	0,75	48
17	4	0,5	32	4	0,75	56	2	2	40
18	1	2	56	2	2	48	4	0,5	32
19	3	0,75	48	3	1	40	3	0,75	56
20	4	0,5	56	2	0,5	32	1	1	48
21	1	1	56	4	2	48	4	0,5	32
22	3	2	40	1	1	40	3	0,75	56
23	2	0,5	56	2	0,5	32	1	2	40
24	1	1	48	4	0,75	56	2	1	48
25	3	0,75	40	1	1	48	1	0,75	56
26	4	2	48	3	0,5	40	2	2	48
27	2	1	32	4	2	56	3	1	40
28	3	0,75	48	2	0,75	32	4	0,5	32
29	1	0,5	40	3	0,5	48	2	2	48
30	2	1	56	1	1	40	1	0,75	40

Tabulka pořadí ukázek v sekvencích v testech párového srovnávání



Sekvence	4			5		
	Pořadí	Ukázka	Video	Audio	Ukázka	Video
1	3	0,5	32	3	2	48
2	1	0	15	1	0,5	48
3	2	2	32	2	0,75	40
4	1	0,5	48	3	1	32
5	2	0,75	56	4	2	40
6	4	2	40	1	0,75	32
7	1	0,75	32	3	0,5	56
8	3	0,5	56	4	1	48
9	4	0,75	40	2	0,5	48
10	2	0,5	48	3	2	56
11	3	1	32	1	0,5	40
12	1	2	48	2	0,75	56
13	3	2	56	4	0,5	40
14	2	1	40	1	2	32
15	1	0,75	48	2	1	48
16	4	1	40	4	2	32
17	2	0,5	56	3	0,75	32
18	1	2	32	2	0,5	40
19	3	0,75	40	1	2	48
20	4	0,5	48	3	0,5	32
21	1	0,5	32	4	1	32
22	4	1	56	3	1	56
23	3	1	56	1	1	32
24	4	0,75	48	4	0,5	40
25	3	2	32	2	2	40
26	1	0,75	56	4	1	40
27	4	2	32	3	2	32
28	2	0,5	56	2	0,5	56
29	3	0,75	32	1	1	56
30	4	1	32	2	0,75	40

Tabulka pořadí ukázek v sekvencích v testech párového srovnávání (pokračování)



Příloha č. 3: Formulář k testům hodnocení kvality

Chci Vám nejprve poděkovat za účast v experimentu. Cílem experimentu je zjišťovat vliv kvality videa a audia na celkovou vnímanou kvalitu.

K experimentu bude použit tablet značky Apple, na kterém Vám bude promítnuta sekvence audiovizuálních signálů. Před každým tímto signálem bude zobrazeno číslo ukázky a po ukázce samotné bude čas vyplnit hodnotící arch pro danou ukázku. Prosím využijte tohoto času a každou ukázku ohodnoťte bezprostředně po jejím skončení.

Experiment bude trvat přibližně 15 minut, buďte proto prosím připraveni se mu tuto dobu bez přestávek věnovat. U každého čísla ukázky označte prosím křížkem čtvereček u stupně, který nejlépe vystihuje **celkovou** kvalitu, jakou podle Vás ukázka má. Stupeň 1 odpovídá nejlepší kvalitě, kdy se Vám ukázka zdá kvalitní a nemá žádné rušivé příznaky, které by Vás při pozorování rušily. Stupeň 5 odpovídá nejhoršímu hodnocení, kdy je kvalita ukázky značně rušivá.

V případě jakýchkoli dotazů se prosím neváhejte dokázat experimentátora.

Číslo ukázky	Nejlepší					Nejhorší
	1	2	3	4	5	
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
14	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
15	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
16	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
17	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	



Příloha č. 4: Formulář k testům párového srovnávání

Chci Vám nejprve poděkovat za účast v experimentu. Cílem experimentu je zjišťovat vliv kvality videa a audia na celkovou vnímanou kvalitu.

K experimentu bude použit tablet značky Apple, na kterém Vám bude promítnuta sekvence dvojicí audiovizuálních signálů. První ukázka ve dvojici je v nejvyšší kvalitě, druhá je ve kvalitě stejné či pozmeněné. Do archu prosím udělejte křížek ke stupni, který podle vás nejlépe odpovídá pozorované změně v kvalitě ukázky.

Stupně hodnocení:

- 1 – Nepostřehnutelná
- 2 – Postřehnutelná, ale ne rušivá
- 3 – Mírně rušivá
- 4 – Rušivá
- 5 – Silně rušivá

Experiment bude trvat přibližně 15 minut, buďte proto prosím připraveni se mu tuto dobu bez přestávků věnovat. Před každou dvojicí ukázek bude sděleno číslo následující ukázky, po ukázce bude čas na hodnocení kvality.

V případě jakýchkoli dotazů se prosím neváhejte dokázat experimentátora.

Číslo ukázky	1	2	3	4	5
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Příloha č. 5: Databáze výsledků testování

V následující tabulce jsou uvedeny hodnocení jednotlivých ukázek použité pro výpočty analýzy rozptylu z testů hodnocení kvality.

Ve sloupcích jsou uvedeny hodnoty datového toku audia v kb/s, v řádcích hodnoty datového toku videa v Mb/s.

Ukázka	lode-fletny				ruze-pan				snih-jazzfunk				vcela-rock			
	V/A	32	40	48	56	32	40	48	56	32	40	48	56	32	40	48
0,5	4	4	5	3	5	5	5	3	5	5	4	3	5	5	5	3
	4	4	5	4	4	5	4	3	4	3	4	4	5	5	5	3
	3	3	4	4	2	4	4	4	4	2	4	5	4	5	5	5
	4	4	4	5	2	3	4	2	4	4	4	4	5	5	4	5
	3	5	3	5	5	3	3	3	5	3	5	5	4	3	4	4
	4	3	4	5	3	2	4	3	4	2	3	3	4	5	3	3
	4	5	4	4	3	3	2	2	4	1	2	4	4	5	5	3
	5	4	5	5	4	4	3	3	2	3	4	3	2	2	5	5
0,75	4	4	4	2	3	3	4	3	2	3	3	4	5	3	5	4
	4	5	3	3	4	4	5	3	1	3	3	4	4	3	4	5
	3	5	3	4	5	3	2	4	3	3	4	3	5	5	4	3
	2	3	4	4	3	4	3	4	4	2	4	4	2	5	5	4
	3	3	3	4	2	3	5	2	4	3	2	3	5	5	5	5
	3	3	4	2	4	3	3	4	2	1	4	2	5	3	4	3
	4	2	4	4	3	3	1	5	1	3	1	2	2	4	3	4
	4	3	5	3	4	3	1	5	2	3	4	4	5	4	2	4
1	3	3	4	2	3	3	4	3	2	3	4	4	3	1	4	3
	3	2	3	5	3	1	2	4	3	4	1	3	5	2	4	3
	3	5	1	2	2	3	2	1	2	3	1	3	3	4	2	2
	2	4	3	3	2	2	2	2	3	1	2	3	2	4	1	2
	4	2	2	3	1	2	2	2	2	3	3	3	5	5	4	2
	5	3	3	4	2	2	1	2	2	2	2	4	4	4	4	2
	4	3	3	1	1	3	3	2	2	3	1	4	2	2	4	2
	4	3	4	2	2	3	2	1	3	1	2	4	4	2	2	3
2	3	3	2	2	1	2	3	1	1	1	1	2	2	2	2	2
	2	2	2	2	2	1	2	4	2	2	1	1	3	2	2	2
	1	2	1	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	1	2	3
	2	1	2	5	2	2	1	1	1	1	1	1	3	2	1	2
	2	2	3	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	1	3	2
	1	2	3	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2
	2	2	2	4	4	1	3	1	2	1	2	1	2	2	1	1
	2	2	3	2	1	1	3	1	1	2	2	1	3	3	1	2



V následující tabulce jsou uvedeny hodnocení jednotlivých ukázek použité pro výpočty analýzy rozptylu z testů párového srovnávání.

Ve sloupcích jsou uvedeny hodnoty datového toku audia v kb/s, v řádcích hodnoty datového toku videa v Mb/s.

Ukázka	lode-fletny				ruze-pan				snih-jazzfunk				vcela-rock			
	V/A	32	40	48	56	32	40	48	56	32	40	48	56	32	40	48
0,5	5	4	4	5	3	5	3	4	4	2	4	3	5	5	3	3
	4	3	4	4	4	4	3	3	3	2	5	2	5	5	4	4
	5	4	4	4	5	4	4	3	5	2	4	3	4	5	5	3
	5	2	4	4	3	4	5	3	3	2	5	5	5	4	4	5
	5	4	5	3	3	2	5	5	4	3	3	2	5	3	5	5
	5	3	5	4	4	4	3	1	5	4	4	4	4	5	5	5
0,75	4	4	3	3	3	3	2	2	4	2	2	3	5	4	5	5
	3	4	3	3	3	3	3	3	2	2	1	2	5	3	3	5
	4	3	5	4	2	3	4	4	4	5	3	2	5	5	4	4
	4	3	4	4	2	3	2	3	4	3	3	3	5	5	4	4
	4	5	4	4	2	4	2	4	4	5	2	3	3	3	2	2
	4	4	4	4	3	3	3	3	4	3	2	1	4	3	4	4
1	3	3	2	3	2	2	3	2	3	1	1	2	3	2	1	2
	2	3	3	3	2	2	1	2	2	3	2	1	3	2	2	3
	4	2	3	3	3	3	3	3	4	1	2	2	5	4	3	3
	3	2	2	3	3	3	4	1	3	3	1	3	3	1	4	2
	4	2	2	2	2	2	3	3	4	2	4	1	5	2	4	2
	4	2	2	4	2	3	2	2	4	1	3	1	3	2	3	4
2	3	1	1	1	1	2	2	1	3	1	1	1	3	2	1	1
	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	3	2	2	1	2	1	2	1	4	1	1	1	4	1	1	1
	3	1	2	3	2	3	3	1	2	1	2	2	1	1	1	1
	4	2	2	1	2	3	2	1	3	1	4	1	5	3	1	1
	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	2	3	2	1	1	1