IPTV – kabelová televize po ethernetu

IPTV – cable TV over Ethernet

Bc. Ondřej Sapík

Diplomová práce
2007

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
Ústav aplikované informatiky
akademický rok: 2006/2007

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení:	**Bc. Ondřej SAPÍK**
Studijní program:	**N 3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor:	**Informační technologie**
Téma práce:	**IPTV – kabelová televize po ethernetu**

Zásady pro vypracování:

1.Vytvořte rešerši na téma "Možnosti a využití technologie IPTV pro přenos TV programů", zaměrenou na:
– standardy pro IPTV a jejich HW a SW implementace. V případě SW komponent se zaměřte prioritně na open-source řešení
– výběr hardwaru pro implementaci IPTV v reálném provozu (digitalizační moduly, přijímací set-top-boxy)
– legislativní předpoklady k provozování vlastní IPTV
2. Na základě dostupných SW a HW komponent realizujte nejjednodušší možnou infrastrukturu pro vysílání a příjem jednoho TV kanálu pomocí IPTV.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. MPEG4IP – standards oriented package of open source components for video and audio streaming: http://mpeg4ip.sourceforge.net/
2. Darwing Streaming Server – http://developer.apple.com/opensource/server/streaming/index.html
3. Streaming multimediálního obsahu s vysokým rozlišením – http://www.cesnet.cz/doc/techzpravy/2005/hirestreaming/
4. Využití streamovaného videa ve výukových kurzech – http://www.cesnet.cz/doc/techzpravy/2005/streamvideo/

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Tomáš Dulík**
Ústav aplikované informatiky

Datum zadání diplomové práce: **13. února 2007**

Termín odevzdání diplomové práce: **28. května 2007**

Ve Zlíně dne 13. února 2007

L.S.

UNIVERZITA TOMÁŠE BATI VE ZLÍNĚ
Fakulta aplikované informatiky

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan

doc. Ing. Ivan Zelinka, Ph.D.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

V této diplomové práci popisuji technologii IPTV její možnosti, klady a zápory. Pomocí této technologie se dá šířit televizní obsah v podobě datového streamu. Jsou zde proto zmíněny nejčastěji používané kodeky a programy (převážně s licencí GNU) s jejichž pomocí lze tuto technologii provozovat. Samostatná kapitola pojednává o legislativních předpokladech k provozování takovéhoto systému v České republice. V praktické části je popsána instalace a konfigurace systému k vysílání jednoho TV programu a služby video na přání.

Klíčová slova:

IPTV, ethernet, stream, televize, VLC

ABSTRACT

In this graduation thesis I describe technology of IPTV and its possibilities, positives and negatives. By the help of this technology we can distribute television content in data streams. With the help of the most used codec and programs (mainly with license GNU) that are mentioned, we can operate this technology. Individual chapter explains the legislative presumptions of operating this system in Czech Republic. In practical section its described installation and configuration of a system to transmit one TV program and service Video on Demand.

Keywords:

IPTV, Ethernet, stream, television, VLC

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu mé diplomové práce panu Ing. Tomáši Dulíkovi za odborné vedení. Děkuji také všem, kteří se podílí na vývoji Open Source softwaru, který jsem zde použil.

Prohlašuji, že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků, je-li to uvolněno na základě licenční smlouvy, budu uveden jako spoluautor.

Ve Zlíně …….

Podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD **8**

I TEORETICKÁ ČÁST **10**

1 MOŽNOSTI IPTV **11**

1.1 ZE STRANY UŽIVATELE 12

1.1.1 TV stanice 12
1.1.2 Rozhlasové stanice 13
1.1.3 PPV (Pay Per View) 13
1.1.4 VoD (Video on Demand) 13
1.1.5 VCR (Video Cassette Recorder) 14
1.1.6 EPG (Electronic Program Guide) 14
1.1.7 Teletext 15
1.1.8 A další služba: 15

1.2 ZE STRANY POSKYTOVATELE 15

1.2.1 Statistiky sledovanosti 15
1.2.2 Cílená reklama 16

2 KODOVÁNÍ A STREAMOVANÍ **17**

2.1 KODEK 17

2.2 STREAMING 17

2.3 KODEKY POUŽÍVANÉ PRO IPTV 18

2.3.1 MPEG-2 18
2.3.2 MPEG-4 AVC 19
2.3.3 Windows Media Video 9 (WMV) 19

3 SOFTWARE PRO IPTV **20**

3.1 MIDDLEWARE 20

3.1.1 Channel zapping 20

3.2 STREAMING SERVERY 21

3.2.1 VLC – VideoLAN 21
3.2.2 MPEG4IP 22
3.2.3 Darwin Streaming Server 22
3.2.4 Microsoft TV IPTV Edition 23

4 HARDWAROVÉ ŘEŠENÍ **24**

4.1 KOMERČNÍ ŘEŠENÍ OD FIRMY LICA 24

4.1.1 Přijímací část 24
4.1.2 IPTV MUX 26
4.1.3 Přijímací část u klienta – set top box 27
4.1.4 Instalace 28

4.2 SET-TOP-BOX 28

4.2.1 Hardwarová část set-top-boxu pro IPTV 28
4.2.2 Softwarová část set-top-boxu pro IPTV 29
4.2.3 Příklady set-top-boxů, jejich funkce a vlastnosti: 30

4.3 IP SÍŤ 31
4.3.1 Protokol IGMP (Internet Group Management Protocol) 32
4.3.2 Real-time Transport Protocol 33
4.3.3 Real Time Streaming Protocol 34
4.3.4 Microsoft Media Services 34
5 LEGISLATIVNÍ STRÁNKA PROVOZOVÁNÍ IPTV V ČR 35
II PRAKTICKÁ ČÁST 38
6 HARDWARE 39
6.1 INSTALACE HARDWARU 39
6.1.1 Instalace TV karty 40
7 VLC 42
7.1 MOŽNOSTI INSTALACE A OVLÁDÁNÍ 42
7.2 PŘEHRÁVÁNÍ MULTIMEDIÍ 44
7.2.1 filtry a titulky 46
7.3 STREAMOVÁNÍ 46
7.3.1 Modul standard 47
7.3.2 Vícesměrové vysílání – multicast 49
7.3.3 Kódování 49
7.4 VIDEOLAN MANAGER 50
7.4.1 Ovládání VLM 50
7.4.2 Video na přání 52
8 VYSÍLÁNÍ A PŘÍJEM JEDNOHO TV KANÁLU 53
8.1 PŘÍPRAVY K VYSÍLÁNÍ 53
8.2 VYSÍLÁNÍ ŽIVÉHO TV PROGRAMU 55
8.3 PŘEHRÁVÁNÍ TV PROGRAMU 56
9 SLUŽBA VIDEO NA PŘÁNÍ 58
9.1 PŘEHRÁNÍ VIDEA NA PŘÁNÍ 58
ZÁVĚR 60
ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ 62
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY 64
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK 68
SEZNAM OBRÁZKŮ 69
SEZNAM TABULEK 70
SEZNAM PŘÍLOH 71

ÚVOD

Zkratka IPTV zahrnuje označení dvou technologií – Internetový Protokol (IP) a TeleVize (TV). Z toho jasně vyplývá, čím se tato technologie zabývá. Je to přenos televizního vysílání po IP síti. Zde bych rád krátce zmínil způsob tradičního televizního a rozhlasového vysílání, který se označuje jako „broadcasting“. Což znamená souběžné vysílání všech televizních a rozhlasových programů ke všem potencionálním příjemcům. Výběr sledovaného pořadu se poté provádí až v koncovém zařízení (televizní tuner). Tento princip využívají všechny translační cesty – terestriální vysílání, kabelová televize, analogové i digitální satelity i DVB-T (pozemní digitální vysílání). Tyto technologie mají šířku pásma disponující sice konečným, ale dostatečným množstvím kanálů, proto si mohou dovolit přenášet všechny programy souběžně. IPTV je v tomto jiná, poskytovatel sice vysílá všechny nabízené programy, ale po IP síti se přenáší pouze digitální obraz a zvuk divákem právě zvoleného programu. A přepínání programu je realizováno vysláním požadavku (paketu) klientem na stranu serveru, který na tuto skutečnost zareaguje a začne divákovi posílat zvolený program. Tímto se dostáváme k dalším dvěma odlišnostem IPTV oproti klasickému příjmu TV vysílání. A těmi jsou obousměrná cesta toku informací a skutečnost, že poskytovatel přesně ví kolik a kteří diváci (v podstatě která koncová zařízení) sledují daný pořad. Tyto schopnosti dávají IPTV nové možnosti, které tradiční vysílatel nabídnout nemůže, nebo pouze v omezeném množství a se složitější implementací. Myslím tím především interaktivitu, která díky plnohodnotné zpětné vazbě umožňuje komunikaci diváka s vysílatelem a individualizaci vysílání pro jednotlivé diváky, které je možno využít k lepší adresaci reklamy. Tímto se však budeme v této diplomové práci později zabývat podrobněji a vraťme se tedy k architektuře IPTV.

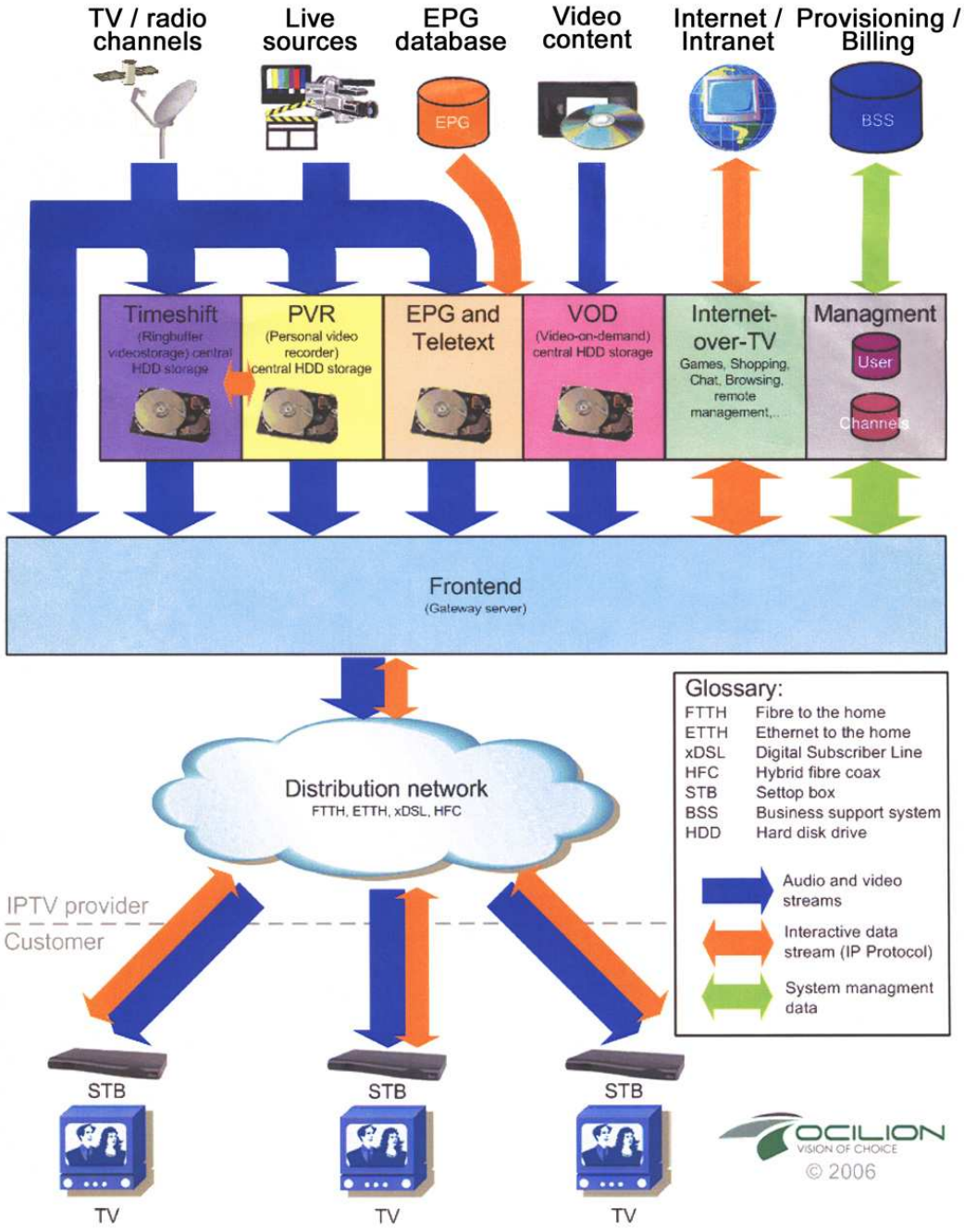
Stejně jako u digitálních kabelových nebo satelitních televizních systémů i služba IPTV vyžaduje zařízení videocentra, nazývané „head-end“. To je bod, místo v síti, ve kterém se lineární obsah (např. vysílání TV) a obsah na vyžádání soustřeďuje a formátuje pro distribuci po IP-síti. Typicky se sem přivádějí lineární programy přes satelitní sítě přímo od vysílatele, příp. tvůrce programu. Některé programy mohou být přijímány také přes terestrickou optickou přenosovou síť. Jednotlivé TV kanály se zakódují do digitálního videoformátu, např. MPEG-2. Ten zatím zůstává celosvětově převládajícím standardem digitálního videa. I když poskytovatelé širokopásmových služeb začínají ve větší míře

využívat také kódování MPEG-4, které má nižší nároky na velikost bitového toku pro šíření takto zakódovaných televizních signálů.

Po zakódování je každý kanál „zapouzdřen“ do IP-paketů a vysílán přes síť k účastníkovi. Jedná se typicky o IP-multicastové datové toky (streamy šířené současně do skupin různých destinací mnoha uživatelům najednou, adresována je vždy skupina uživatelů). Avšak mohou být také unicastové (pakety s daty, stream šířený do jediného směru, jedinému uživateli). Šíření pro více uživatelů najednou má jasné výhody, protože umožňuje poskytovateli služby šířit jeden IP-stream na vysílaný kanál z videocentra do poskytovatelovy přístupové sítě. To je přínosné, když se více uživatelů „ naladí“ na stejný kanál ve stejném čase, např. když tisíce lidí sleduje televizní hokejový zápas.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 MOŽNOSTI IPTV



Obr. 1. Schéma možností technologie IPTV

Z tohoto schématu (Obr. 1.) si můžeme udělat rámcovou představu jak IPTV funguje a jaké služby je schopna nabídnout. Výhody této technologie můžeme nalézt jak pro diváka tak pro poskytovatele. Pojďme si je tedy v krátkosti přiblížit.

1.1 Ze strany uživatele

Pro diváka představují služby převážně více multimediálního obsahu a větší komfort při jeho sledování. Často se také IPTV nabízí jako součást služby Triple Play, která kromě sledování televize nabízí také telefonní služby a připojení k Internetu. Ale vraťme se k tomu, co vše může nabídnout samotná služba IPTV.

1.1.1 TV stanice

Jak již z názvu této technologie vyplívá, stěžejní úkol IPTV je šířit televizní programy. Ale tuto úlohu již dnes naplňuje mnoho jiných technologií. S čím tedy může oslovit koncové uživatele? Pomineme-li další služby, které určitě zvyšují komfort při užívání TV (jako např. video na vyžádání – VoD nebo osobní videorekordér – PVR, kterým se budeme ještě věnovat) poskytuje dva základní kladné rysy oproti tradičnímu poskytovateli. Je to neomezené množství kanálů, což dává i takové možnosti jako je například výběr, ze které kamery bude divák děj (zápas) sledovat, nebo zpřístupnění méně rozšířených TV programů, jako jsou kabelové nebo satelitní kanály a také televizní stanice, které nepokrývají svým bezdrátovým systémem celé území. Jako každá nová technologie neobsahuje ani tato jen samé kladné vlastnosti. Koncové uživatele nejvíce sužují dva problémy. Tím prvním je nemožnost na jednu přípojku (službu) připojit více přijímačů, které by umožňovali sledování odlišných programů. Tento problém vychází ze samotné architektury IPTV a lze jej zatím řešit pouze objednáním další služby IPTV. Druhou zápornou vlastností je časová prodleva při přepínání kanálů. Zatím co do klasického přijímače již přicházejí všechny nabízené programy, u IPTV je nutno zažádat o zasílání zvoleného streamu. To může trvat od pul sekundy až po několik „dlouhých“ sekund, při nichž divák stále sleduje předchozí program. Tato vlastnost se však bude zajisté s vývojem rychlejších síťových prvků zlepšovat. Je tady ještě jedna vlastnost, na kterou lze pohlížet z kladného i záporného hlediska. A tím je přenos signálu v digitální formě. Ponechme stranou debaty o subjektivních názorech o kvalitě. Pravdou však zůstává, že když už signál dorazí k uživateli, je v nezměněné formě a je tedy ve stejné kvalitě jako na začátku trasy. Problém nastane, když signál něco naruší (nejčastěji to bývá z důvodů malé propustnosti sítě) v tomto případě obraz i zvuk zamrznou a kvalita je tedy nulová. Program pokračuje dál a narušený signál již nikdy nedorazí k přijímači. Tento problém se zajisté časem také

podaří eliminovat a diváka již nebude vyrušovat zamrznutí obrazu v nejdůležitějších okamžicích sportovního utkání.

1.1.2 Rozhlasové stanice

Kromě televize lze pomocí IPTV šířit také rozhlas. Tato služba není příliš rozšířená, a má v podstatě význam pouze pro šíření rádií, které nevysílají v dané oblasti, nebo pro příjem na zařízení (např. PC), které není vybaveno rozhlasovým přijímačem.

1.1.3 PPV (Pay Per View)

Tuto službu však již tradiční systémy nabídnout nemohou. Jedná se totiž o možnost zhlédnout daný pořad za úplatu. Nejvíce tuto možnost uplatňují vysílatelé u sportovních pořadů, které jsou vysílány živě. A divák se na ně může podívat pouze tehdy, když má daný přenos zaplacen (objednán). Tato služba je velice podobná službě Video on Demand, s tím rozdílem, že u PPV si divák nemůže určit čas, kdy pořad shlédne.

1.1.4 VoD (Video on Demand)

Výše zmíněné služby patří do kategorie vyznačující se lineárním charakterem přijímání obsahu. Znamená to, že druh i čas vysílání pořadu určuje vysílatel. Určitý kanál tedy sledují široké skupiny uživatelů, čehož se také využívá k úsporám v přístupové síti. Naproti tomu u nelineárního vysílání určuje (vybírá) sám divák co a kdy bude sledovat. Pro tyto služby musí poskytovatel zajistit samostatné spojení mezi videocentrem (head-end) a divákem. Mezi stěžejní službu v této kategorii patří bezpochyby „video na vyžádání“ celosvětově nazývané jako Video on Demand (VoD). Tato služba lze nejvíce přirovnat k videopůjčovně, s tím rozdílem, že zapůjčený titul si uživatel nemusí fyzicky donést domů, ale po zakoupení práv si jej může okamžitě spustit na svém televizoru. Tyto práva jsou podobná jako u videopůjčovny a vztahují se tedy na určité časové období (nejčastěji 24 nebo 48 hodin). A v této době je uživateli umožněno zhlédnout titul libovolněkrát.

Proces výběru, zakoupení a spuštění programu probíhá několika způsoby. Výběr je realizován v katalogu, kde jsou jednotlivé nabízené tituly uspořádány. V této struktuře lze samozřejmě vyhledávat a třídit podle nejrůznějších atributů (žánr, režisér, rok premiéry atd.). Při větším zájmu se lze dozvědět podrobnější informace, a pokud je k dispozici, také zhlédnout trailer. Po zakoupení práv jsou s titulem také zpřístupněny další doplňky a

bonusy na jaké jsme zvyklí u filmů na DVD. Je také samozřejmostí, že si divák může zvolit jazykovou mutaci a titulky. Zakoupení práv na shlédnutí řeší poskytovatelé různými způsoby. Nejčastějšími metodami placení jsou, pomocí separátního účtu vedeného u poskytovatele, kam si zákazník může různými převody přesunout finanční obnos, ze kterého se cena odečítá. Další možností je účtování v rámci měsíční faktury nebo zaplacení pomocí telefonu. Po zakoupení práv obdrží divák PIN, díky kterému si film v daném období může spustit. Navíc takzvané „filmy jen pro dospělé“ si vyžádají zadání rodičovského zámku, který si uživatel nastaví ve svém koncovém zařízení.

IPTV se však neomezuje pouze na filmy. Divák může za „úplatu“ zhlédnout zprávy, videoklipy (audioklipy), záznamy z koncertů, televizní seriály, nejrůznější dokumenty nebo již zmíněné programy pouze pro dospělé. U seriálů se také používá jiný systém předplatného, který se vztahuje na určité období.

1.1.5 VCR (Video Cassette Recorder)

Možnost nahrávat zvolený televizní pořad a podívat se na něj později má divák už od doby, kdy si pořídil první Videorekordér na VHS kazety. Dnes se již rozšiřuje nahrávání na pevné disky nebo na DVD. U IPTV se službou VCR žádné takové zařízení nepotřebujeme. Stačí zapnout nahrávání a videocentrum začne lokálně zvolený program nahrávat. Ten si následně můžeme přehrát přímo z videocentra, podobně jako video na vyžádání. Nevýhoda je v tom, že poskytovatel tuto nahrávku za nějaký čas smaže. Proto je tato služba určena především pro ty, kteří se na pořad nemohou dívat v pevně daném vysílacím čase, ale zhlédnou ho v nejbližší příležitosti. S touto službou souvisí i funkce Timeshift**,** která umožňuje zastavit živé TV vysílání a pokračovat ve sledování pořadu později.

1.1.6 EPG (Electronic Program Guide)

Služba, známa i z jiných forem digitálních vysílání, nabízí elektronický televizní program. Umožňuje nejen nahlédnutí do nabídky televizních pořadů na několik dní dopředu, ale také v těchto informacích vyhledávat a zobrazovat podrobností o ději, hercích, žánru pořadu atd. Tyto informace lze také využít pro nastavení časového záznamu. O této službě bych snad ještě zmínil, že televizní stanice a poskytovatele vysílají tuto službu v normované struktuře dat a záleží až na koncovém zařízení (set-top-boxu) jak tyto informace zobrazí a zpřístupní

divákovi. S tím také dochází k problémům s kódováním českého jazyka. Set top box, který tento problém stoprocentně zvládá je označen nálepkou „UMÍ DOBŘE ČESKY“.

1.1.7 Teletext

Tento systém již důvěrně známe z analogového vysílání. Jedná se o cyklické opakování strukturovaných textových a semigrafických informací.

1.1.8 A další služba:

- Internet
- BSS
- Chatování
- Sdílení domácího videa nebo fotoalb mezi přáteli
- atd.

1.2 Ze strany poskytovatele

Zajímavé možnosti nenabízí IPTV jen divákovi, ale také poskytovateli potažmo vysíilateli obsahu.

1.2.1 Statistiky sledovanosti

Ve světě tradičního televizního vysílání, které je jednosměrné, nejsou žádné technické možnosti jak přesně zjistit sledovanost jednotlivých kanálů v čase. Dnes se tato problematika řeší různými průzkumy v lepším případě peoplemetry. Tyto statistiky jsou však více či méně přesné a jsou také dosti drahé. Na druhou stranu IPTV ze své technologické podstaty dokáže určit přesně kolik diváků (přesněji kolik set-top-boxů) sleduje daný kanál, kdy přepnou jinam, za jak dlouho se vrátí zpět k původnímu programu atd. Tyto informace jsou velmi důležité a cenné při tvorbě vysílacího schématu a především pro marketingové společnosti, které poté přesně ví, kolik diváku sledovalo určitou reklamu. To však není jediná výhoda pro zadavatele reklamy. Technologie poskytovateli umožňuje přesně určit, který set-top-box sleduje daný kanál a může si tedy vytvořit o daném uživateli profil (osobní statistiku sledovanosti). Navíc poskytovatel z fakturačních údajů také přesně

ví, jak se uživatel služby jmenuje, nebo kde bydlí. Tyto informace je poté možno využít pro cílenou reklamu.

1.2.2 Cílená reklama

Je to sen každého marketingového odborníka, masírovat reklamou pouze cílovou skupinu lidí, kteří jsou potencionálními spotřebiteli reklamního objektu. A IPTV tuto možnost nabízí. Tak například poskytovatel zjistí, že na daném koncovém zařízení se sledují z 90% času sportovní zápasy. To je podmět pro zadavatele reklamy, aby pro daný set top box vysílaly reklamy pro muže a omezila reklamu na prací prášky atd., které jsou určeny pro jinou cílovou skupinu. Technologie dává také větší možnost inzerovat zboží a služby, které jsou přitažlivé pouze pro určitou lokalitu (město, okres atd.).

2 KODOVÁNÍ A STREAMOVANÍ

K provozu technologie IPTV je potřeba několik specifických technických prostředků. Celý řetězec začíná kódováním digitalizovaného obsahu. A poté jeho streamování do sítě. Jako úvod do této problematiky uvádím definice těchto prostředků.

2.1 Kodek

Definice podle [5]:

Kodek (KOdér a Dekodér, nebo také komprese a dekomprese) je zařízení nebo počítačový program, který dokáže transformovat datový proud (stream) nebo signál. Kodeky ukládají data do zakódované formy (většinou za účelem přenosu, uchovávání nebo šifrování), ale častěji se používají naopak pro obnovení přesně nebo přibližně původní formy dat vhodné pro zobrazování, případně jinou manipulaci. Kodeky jsou základní součástí softwaru pro přehrávání multimediálních souborů (hudba, filmy) a často se používají pro videokonference a distribuci multimediálních dat v sítích (streamování).

Síťově šířená multimédia většinou obsahují několik částí. Zvuková i obrazová data a navíc doplňující informace (metadata), která umožňují obě složky synchronizovat. Každá z částí může být určena pro jiný program, proces nebo hardware. Aby s nimi bylo možno manipulovat, musí být zapouzdřeny do společného celku.

2.2 Streaming

Definice podle [6]:

Jedná se o přenos digitalizovaného audiovizuálního signálu po datové síti v reálném čase. Proti jiným způsobům přenosu dat (například download) má dvě zásadní přednosti. První předností je, že přehrávání začíná bezprostředně po navázání spojení. V případě přenosů ze záznamu může divák bez omezení okamžitě přistupovat k jeho libovolné části a například si spustit film až od jeho poloviny. Druhou velikou předností je schopnost adaptace přenosové rychlosti podle možností připojení diváka. Pokud v průběhu přehrávání začne divák stahovat větší objem dat, přenos se nezastaví, ale pouze se dočasně sníží kvalita.

2.3 Kodeky používané pro IPTV

Stejně jako u digitálního terestriálního vysílání (DVB-T) tak i u IPTV se nejčastěji používá kodek MPEG-2, to má několik pozitivních důvodů. Ale jako u každého staršího standartu (MPEG-2 byl vydán v roce 1994) se objevuje i řada nedostatků, které novější kodeky nemají. Proč se tedy tento standart celosvětově nejvíce používá? Důvodů je několik: Tak především MPEG-2 má největší hardwarovou podporu. Chipsetů pro hardwarovou kompresi a především dekompresi je mnoho a především jsou levné. Proto je výrobci mohou implementovat do nejrůznějších zařízení, aniž by tím razantně vzrostly náklady. Standart DVD Video také využívá MPEG-2 pro uložení filmů. Argument, že MPEG-2 je celosvětově nejrozšířenější díky hardwarové podpoře, lze jednoduše dokázat tím, že v oblasti multimedií na PC se MPEG-2 již moc nepoužívá. Zde se totiž dá jednodušeji přejít na novější standarty kódování, protože kodeky jsou zde implementovány softwarově. Tyto nové kodeky pracují s pokročilejšími algoritmy, které dokáží při zachování stejné subjektivní kvality obrazu a zvuku zmenšit datový tok, a to i v řádech několikanásobků. To je samozřejmě velká výhoda, protože při stejné kvalitě je možné v omezené šířce pásma přenést více obsahu (více TV stanic). V reálném světě se však tyto propracovanější technologie nerozšíří ihned. Je to závislé především na počátečních vysokých nákladech na tyto technologie a pozvolné obnově domácích zařízení (například, jak dlouho trval přechod z kazety na CD, z VHS na DVD atd.) U MPEG-2 to bude pravděpodobně dlouhá doba, protože dnešním potřebám zatím vyhovuje. Pokročilejší kodeky se tedy pořádně uplatní až s masovým příchodem na HDVT (televize s vysokým rozlišením), kdy se budou opět řešit problémy s velkými objemy dat, které budou moci nové kodeky vyřešit.

Podívejme se tedy na tři nejvíce používané kodeky v oblasti IPTV.

2.3.1 MPEG-2

MPEG 2 je celosvětově zavedený standard, používaný v digitální televizi, satelitní DVB-S, kabelové DVB-C i ve všech třech systémech terestriálního vysílání, tj. DVB-T, americkém ATSC a japonském ISDB-T. Kromě toho se používá pro kódované zvuku i v nejstarším digitálním systému pro rozhlasové vysílaní DAB. Jako všechny standardy MPEG definuje pouze syntaxi bitového toku a vlastnosti přijímače. To umožňuje využít rozvoje techniky při konstrukci kodérů bez změny dekodéru a docílit vyšší účinnosti (nižších bitových toku

při stejné kvalitě nebo vyšší kvality při stejném bitovém toku). Tato vlastnost byla skutečně využita, když se za 10 let účinnost MPEG-2 prakticky zdvojnásobila.

2.3.2 MPEG-4 AVC

Standardy MPEG mají stanovené členění: Kapitola (Part) 1 popisuje systém, kapitola 2 kódovaní obrazu, kapitola 3 kódovaní zvuku atd. Kódovaní obrazu MPEG-4 používá objektové kódovaní a značně se liší od principu MPEG-2. V praxi se tento kompresní standard (tj. MPEG-4, kapitola 2) využívá hlavně v PC, k použiti v digitálním vysíláni nedošlo (i vlivem nevyřešených vysokých licenčních poplatku).

Vývoj se však nezastavil a společná skupina ISO/IEC (tj. MPEG) a ITU-T vyvinula standard H.264 AVC (Advanced Video Coding) s přibližně dvojnásobnou účinností vzhledem k MPEG-2. Tento standard byl dodatečně zařazen do struktury MPEG-4 jako kapitola 10 (Part 10). Někdy se označuje (docela rozumně) jako MPEG-4 AVC. Standard používá makrobloky různých rozměru, plošnou predikci v různých směrech a je principiálně bližší k MPEG-2 než k MPEG-4 Part 2.

Jak uvádí článek [7], standard podporuje prokládané i neprokládané řádkování, má vyšší kompresní účinnost (přesnější kompenzaci pohybu, celočíselnou transformaci, větší počet kvantizačních úrovní, adaptivní deblokovací filtr), dovoluje nezávislé kódování popředí a pozadí a má zvýšenou odolnost proti chybám.

2.3.3 Windows Media Video 9 (WMV)

Windows Media Video je hlavní obrazový a zvukový kodek vyvíjený firmou Microsoft. Jeho největší předností je nativní podpora v operačním systému Windows, který je v dnešní době nejrozšířenějším operačním systémem. V dnešní době je nejnovější verze Windows Media Video 9 označována WMV3, setkat se můžeme také s označením WVC1 (VC-1) což je implementace „Advanced Profile“ určená pro HD rozlišení (720p). Pro starší verze se používá označování: Windows Media Video V7 = WMV1, Windows Media Video V8 = WMV2. Formát WMV nabízí také integrovaný systém správy digitálních práv (DRM). V souvislosti s tímto kodekem je zapotřebí také zmínit datový kontejner ASF, který WMV zapouzdřuje. Umožňuje ukládat do jednoho datového proudu (souboru) zvuk, video ve více přenosových rychlostech, metadate (např. název souboru, autor atd.) a příkazy rejstříku a skriptů (např. adresy URL a skryté titulky) jak uvádí zdroj [11].

3 SOFTWARE PRO IPTV

3.1 Middleware

Middleware je software s typickou architekturou klient-server, kdy klientská část je umístěna v set-top-boxe a komunikuje se serverovou částí, která je součástí videodistribučního centra (head-endu). Tento softwarový balíček si lze představit jako platformu či prostředí, ve kterém jsou realizovány všechny uživatelské funkce celé IPTV. Je to něco podobného jako operační systém u počítače, který také zajišťuje jeho základní funkce a vytváří prostředí pro běh dalších speciálních aplikací, které jsou již provozovány nad tímto systémem. Takovými službami v oblasti middlewaru pro IPTV mohou být aplikace pro Video on Demand, VCR, Internet (prohlížeče), atd. IPTV middleware však sám o sobě zajišťuje i ty nejzákladnější funkce k ovládání sledovaného televizního programu. Tou nejdůležitější je řízení procesu přepnutí mezi jednotlivými stanicemi, nazývaný „channel zapping“. Middleware obsahuje také další funkce pro ovládání obrazu a zvuku.

Z technologického hlediska není klientská část middlewaru až tak složitou záležitostí, ale velice důležitá je pro uživatele. Myslím tím, že pro běžného uživatele IPTV je více důležitá jiná než technologická stránka middlewaru a tím je jeho srozumitelné a příjemné uživatelské rozhraní, které je intuitivní. Celé službě také zvýší prestiž, když je toto rozhraní pěkně graficky propracované, protože je samozřejmé že rozhraní s „příjemnou“ grafikou, s grafickým menu atd. je přívětivější než textová nabídka.

3.1.1 Channel zapping

Tímto termínem se označuje časová prodleva od navolení programu k zobrazení obsahu. Tato prodleva je oproti klasickému televiznímu přijímači o poznání delší, což se IPTV velmi často vytýká. Je to však způsobeno samotnou technologií, kdy k divákovi přichází pouze jeden stream (zakódovaný jeden televizní program) a přepínání programu (streamu) se tedy provádí vzdáleně. Většina vysílání se u IPTV provádí za pomocí tzv. „multicastu“. Tato technologie umožňuje slučovat diváky do skupin, podle sledovaného obsahu (tím se šetří datová propustnost sítě) a v okamžiku, kdy divák „přepne“ na jiný kanál, middleware musí zajistit odhlášení od stávající skupiny a přihlášení se ke skupině, ve které je vysílán nově navolený kanál. Článek [12] popisuje, že zpoždění souvisí s novými nároky video

provozu, pro velký počet uživatelů, kladených na kapacitu a použití B-RAS, IP DSLAM i Ethernet přepínačů. Dále pak souvisí s výkonností skupinového směrování na směrovačích jak v páteři, tak na okraji sítě. Zejména u IPTV vedeném po sítích ADSL nebo ADSL2+ (v závislosti na rychlosti připojení a vzdálenosti od DSLamu) hrozí až několikasekundová prodleva. Naopak u optického kabelu (řešení T-Systems, PragoNet a Mattes AD) k takovým výpadkům nedochází. Zdroj [13].

3.2 Streaming servery

3.2.1 VLC – VideoLAN

Obr. 2. Logo VLC

VideoLAN je open source software, zveřejněný pod licencí GNU – General Public License a určený pro multimediální (audio a video) streaming řady formátů, včetně MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4 a DivX, DVD, digitálních DVB-S a DVB-T, TV kanálů a videa. Přenášení je možné v širokopásmové síti IPv6 nebo IPv4.

VideoLAN také obsahuje multimediální přehrávač VLC media player (původně VideoLAN Client), pro různé operační systémy, včetně Microsoft Windows, všechny GNU/Linuxy a platformy BSD, Mac OS X, BeOS, Solaris, QNX.

VideoLAN začal jako studentský projekt na francouzské technické škole École Centrale Paris v Chatenay Malabry u Paříže a je i nadále koordinován studenty jejího druhého ročníku. Dnes na něm spolupracují vedle jejích současných i bývalých studentů také programátoři z více než 20 zemí. Zdroj [14].

Domovská stránka projektu je www.videolan.org [15].

3.2.2 MPEG4IP

Obr. 3. Logo MPEG4IP

Projekt MPEG4IP poskytuje standart pro kódování, streaming a přehrávání audia, videa a textu. Tyto funkce řeší pomocí několika modulů, které přímo nevyvíjí a svého vlastního kódu, který tyto moduly vzájemně spojuje. Primárně je tento projekt určeny pro linuxovou platformu a související unixové systémy. Poskytuje také zdrojové kódy pro jiné platformy, kde je však implementace složitější z důvodů nekompatibility vnořených balíčků, s kterými MPEG4IP pracuje. Částečně jsou tedy podporovány platformy: Windows, Solaris, FreeBSD, BSD/OS a Mac OS X.

Projekt je realizován jako Open Source (vlastní originální kódy jsou pod Mozilla Public License 1.1) se zaměřením na vývojáře a zájemce o standarty audia, videa a internetového streamování. Není určen pro konečné uživatele. Při ostrém nasazení je zapotřebí zjistit si, pod jakými licencemi jsou distribuovány jednotlivé balíčky (moduly), které MPEG4IP využívá.

MPEG4IP podporuje živé vysílání a záznam do souboru v kódování MPEG-4/H.261/MPEG-2/H.263 MP3/AAC/AMR

Domovská stránka projektu je mpeg4ip.sourceforge.net [16].

3.2.3 Darwin Streaming Server

Darwin Streaming Server (DSS) je Open Source verze QuickTime Streaming Serveru, která umožňuje vysílat streamovaná media ke klientům přes IP síť s využitím RTP a RTSP protokolů. Je vystavěn na stejném základu jako QuickTime Streaming Server (určen pro Mac OS X Server), ale díky otevřeného kódu se přizpůsobuje i ostatním platformám : Windows, Linux, a Solaris. Je určen pro streamování ve formátu QuickTime a MPEG-4. DSS nemá žádnou technickou podporu ze strany Apple a v praxi je často využíván jako podpora pro open source komunitu při vývoji streaming serveru (část využívá i projekt MPEG4IP).

Naproti tomu QuickTime Streaming Server (QTSS) je komerční produkt od Apple, dodávaný jako součást Mac OS X Serveru. QTSS poskytuje větší počet administračních nástrojů a správu medií s těsnou provázaností s Mac OS X Serverem a má také technickou podporu ze strany výrobce.

Domovská stránka projektu je [17].

3.2.4 Microsoft TV IPTV Edition

Obr. 4. Logo
Microsoft TV IPTV Edition

Microsoft TV IPTV Edition je jednotná a komplexní softwarová platforma vyvinutá speciálně pro doručování televizního vysílání a dalších služeb IPTV. Jedná se o komerční řešení firmy Microsoft, kterou pro své komplexní řešení využívá třeba jedna z největších společností v tomto oboru firma Alcatel. Microsoft se také zabývá vývojem softwaru pro set-top-boxy a službu IPTV integroval také do herní konzole Xbox 360. Podle mého názoru je Microsoft TV IPTV Edition určena především pro velké projekty. Pro které je celý systém přesně navržen specializovanou firmou. A která také dodá navržené technologie. V tomto názoru mě také utvrzuje absence zveřejněných informací o přesných technických parametrech a ceně.

Domovská stránka projektu je [18].

4 HARDWAROVÉ ŘEŠENÍ

Systém IPTV lze vystavět s pomocí počítače a veškeré služby řešit softwarově. Pro větší systémy to však nepostačuje a je proto nutno nasadit speciální hardwarové řešení. Které nabízí mnoho firem.

4.1 Komerční řešení od firmy LICA

Od svého založení (1994) se firma LICA zabývá technologiemi pro provozování kabelové televize a od roku 2005 se její portfolio rozrostlo o řešení pro příjem, zpracování a distribuci digitálních TV signálů v sítích kabelové televize a IP. Nabízí několik variant přístupu k řešení s ohledem na záměr investora o velikosti investic, rozsahu poskytovaných služeb zákazníkovi a rozsahu nakupovaných služeb.

Firma LICA nabízí pro platformu IPTV tyto části:

- Přijímací část (akvizice TV programů)
- IPTV MUX včetně dalších částí (Rateshaping, injektor krypto klíčů, IP streamer)
- Kryptování (scrambling)
- CAS (dodávka kompletní systému na klíč nebo pronájem)
- Management pro přijímací stanici, MUX a CAS
- Set top boxy pro příjem IPTV.

Popis řešení jednotlivých bloků IPTV platformy, jak uvádí firma ve své prezentaci [19].

4.1.1 Přijímací část

Příjem TV programů je řešen pomocí ověřené technologie Scientific Atlanta / Cicso (používanou firmami jako UPC Praha, KarnevalMedia atd). Tato technologie je ověřena pomocí 40 000 DVB-C set-top-boxů dodaných v ČR. Přijímací stanice pro kabelové rozvody a IPTV distribuci je shodná a liší se pouze výstupem (buď IP streamer nebo QAM modulátor). Tuto stanici tvoří tzv. GALAXY RACK (Obr. 5).

Obr. 5. GALAXY RACK

Do tohoto modulárního systému lze pro příjem signálu osadit moduly pro příjem satelitního vysílání DVB-S s názvem TITAN (modulace QPSK) nebo moduly ATLAS pro příjem pozemního digitálního vysílání DVB-T (pracující s modulací QFDM). Pokud je přijímaný signál zakódován je potřeba jej dekódovat (descrambling). To realizuje samostatný modul jménem INDUS, který je schopný descramblovat celý stream např. CSLINK nebo SLOVAKLINK.

Jak to tedy vše pracuje? Cituji z firemní prezentace [19]. Modul TITAN je schopen přijmout celý stream (TV, R programy včetně vícekanálových zvuků, Teletextu, VPS apod.) pokud je vysílán ze stejného transpodéru a polarizaci. Na výstupu modulu TITAN je signál na ASI rozhraní. Pokud jsou programy kryptované modul INDUS je schopen rozkódovat také celý stream (vstup ASI, výstup ASI). Takto je možné pomocí 2 modulů zasunutých v GALAXY RACKU přijmout celý transportní tok z jednoho transpodéru tj. až 6 – 7 programů a najednou je zpracovat. Jiným řešením pro příjem DVB-S je za pomocí tzv. „pizza boxu“ které dodávají jiní dodavatelé např. COSHIP nabo ADI. Tyto přijímače jsou také vybaveny vstupem podporující QPSK modulací a výstupem na ASI rozhraní a umožňují descramblovat max. 2 TV programy.

Firma LICA nabízí již nyní řešení pro příjem televizního signálu ve vysokém rozlišení – HDTV, i když je těchto stanic dnes velmi málo do budoucna to bude jistě velké lákadlo a důvod nákupu set-top-boxu a přechod na digitální televizi, případně IPTV. Nabízené řešení

je realizováno technologií Scientific Atlanta D9887. U HDTV lze bohužel počítat s nárůstem požadavků na propustnost. U kódování MPEG-2 se v průměru datový tok u klasického rozlišení pohybuje kolem 4 Mbit/s ale u programu v HD rozlišení je to již 12Mbit/s. U dokonalejšího kódování MPEG-4 se tyto datové toky pohybují cca 1 Mbit u SD programu a 4Mbity u HDTV. Jak HD rozlišení tak kódování MPEG-4 se v současnosti moc nepoužívá, ale systém, jež LICA nabízí je pro tyto technologie připraven a v budoucnu bude možné pouze vyměnit moduly firmy Scientific Atlanta (nabízí celou rodinu MPEG-4 encoderů typ D9034, jejichž cena začíná na 11 000 USD). V současnosti je však primárním zdrojem MPEG-2 a pokud je zapotřebí je převést do MPEG-4 je nutné jej dekódovat na A/V a opět zakódovat pomocí MPEG-4 encoderů.

4.1.2 IPTV MUX

Multiplexer je zařízení, které několik oddělených datových proudů sloučí do jednoho proudu s vyšší přenosovou rychlostí.

LICA nabízí zařízení DCM (d9900 – Digital Content Manager), (Obr. 6) jehož hlavní funkce jsou:

- multiplexer – úprava vstupních TV programů = služeb, přiřazení zvukových doprovodů, úprava tabulek, tvorba výsledných programových nabídek (balíčků)
- rateshaping – úprava bitové rychlosti vstupního programu tj. v případě programu přijímaného ve „variabile bit rate“ je možné nastavit limity výstupní bitové rychlosti tak, aby další distribuční síť tento program dokázala přenést.
- Scrambler – zařízení DCM dokáže přes vstup Simulcrypt určené programy zakódovat.
- IP streamer – výsledný program je možné takto šířit po IP jak za pomocí unicast tak i multicast.

Po hardwarové stránce je nutné zakoupit ASI kartu, GbEthernet kartu, koprocesorouvou kartu, chassis a zdroj.

K provozu jsou poté nutné licence jednak pro scrambling, tak i pro rateshaping (licence se vztahuje k jednomu TV programu, který upravuje). Obecně platí, že pokud daný

program má příliš velký nebo velice variabilní bitový tok, je pro něj nutné zakoupit rateshapovací licenci. Naopak pro programy s konstantním tokem jsou tyto licence zbytečné. Rateshaping pro MPEG-4 zatím není k dispozici a pro klasické rozlišení, které má okolo 1 Mbit/s to nebude vyžadováno. Pokud se provozovatel rozhodne nenakupovat již scramblované streamy a chce si vybudovat vlastní scramblovací systém, je k tomu také zapotřebí zakoupit scrablovací licenci pro každý program který není „free to air“

Takto vybavený MUX je schopen zpracovat až 500 TV programů z hlediska přeskupení ze vstupu (ASI nebo IP) na výstup (ASI nebo IP) včetně jejich úpravy pro výsledný multicast nebo unicast.

Obr. 6. DCM – Digital Content Manager

Firma LICA nabízí také systém CONAX pro kryptování (scramling) a to ve dvou variantách. Jednak celý systém včetně databáze smart karet, nebo pouze EMM a ECM s tím, že si poskytovatel pronajme určitý prostor v SAS a zde si eviduje své zákazníky (a jejich smart karty)

4.1.3 Přijímací část u klienta – set top box

Pro své řešení IPTV platformy LICA nabízí IPTV STB Amino. Je to především typ AmiNET 110 pro MPEG-2 (PAL SDTV, web browswe OPERA, formát 4:3 a 16:9) a vyšší typ AmiNET 125 určený pro MPEG-2 a MPEG-4/H.264 (nepodporuje však HDTV) Pro HDTV je určen model AmiNET 120 (s kódováním MPEG-2) nebo AmiNET 130 (MPEG-2 i 4), který však zatím není na trhu.

4.1.4 Instalace

Firma LICA nabízí spolupráci na projektování návrhu řešení včetně jeho etapizace. Provádí instalace a základní zaškolení obsluhy systému.

4.2 Set-top-box

Pod označením set-top-box se rozumí zařízení pro příjem digitálního televizního / rozhlasového vysílání, jeho zpracování (dekódování) a zpřístupnění tohoto obsahu na koncové zobrazovací zařízení. Tím muže být klasická analogová televize, plazmová nebo LCD televize, nebo počítač. Vzájemné propojení je buď pomocí analogového video signálu (kompozitní výstup, s-video, atd.) nebo digitální cestou (HDMI , USB). Také podoba tohoto zařízení je rozdílná. Nejčastěji je to malé zařízení se vstupy a výstupy, dálkovým ovládáním a malým displejem, ale novější televize často obsahují takové zařízení již v sobě. Set-top-box může být také součástí DVD přehrávače nebo ve formě podobné Flash disku do USB. Pod stejným označením rozdělujeme set-top-boxy podle formy přijímaného signálu. Jsou tedy určeny pro příjem DVB-T (digitální terestriální vysílání), IPTV (digitální vysílání po IP síti), DVB-S (satelitní digitální vysílání), DVB-C (digitální TV vysílání v sítích kabelové televize), některá jsou také duální. Pro příjem digitálního signálu se u DVT – T používá klasická televizní anténa, pro DVB-S satelitní anténa a pro IPTV je set-tob-box připojen pomocí RJ-45 k ethernetu nebo k ADSL modemu. U set-top-boxu se také setkáváme s mnohými dalšími funkcemi jako je EPG, teletext, internetový prohlížeč, hry atd. Pro českého uživatele je tedy nutné tyto funkce počeštit. Známkou stoprocentní podpory českého jazyka je nálepka „UMÍ DOBŘE ČESKY“. Více se lze dočíst v [20].

4.2.1 Hardwarová část set-top-boxu pro IPTV

Připojení:

Mluvíme-li nyní o set-top-boxu určeném pouze pro IPTV, tak jediným vstupem pro TV signál je ethernetová přípojka RJ-45. Tímto je STB připojen buď k domácí síti LAN, která je přes router připojena k internetu (v ohledu na IPTV je spiše důležité říci, že je připojen k uzavřené síti poskytovatele IPTV) nebo přímo k modemu (např. ADSL modem).

Další vstupy jsou určeny pro ovládání. Může to být dálkový ovladač nebo počítačová klávesnice (myš) připojeny většinou pomocí IR (infračerným signálem). Pomocí výstupů se

připojí zobrazovací nebo záznamové zařízení (televize, videorekorker atd.). Video výstupy mohou být realizovány kompozitním, S-video nebo SCART konektory. A mohou podporovat normy PAL, NTSC atd. v poměrech obrazu 4:3 a 16:9. Pro zvukový výstup jsou nejčastěji použity konektory CINCH, a podle druhu STB mohou nabídnout stereo zvuk nebo zvuk ve formátu Dolby 5.1. Pro připojení k digitálním zobrazovacím prvkům jako jsou LCD a plazmové televize je také možno vyžít digitální výstup HDMI (obsahuje video i audio signál). Zařízení je třeba také připojit k napájení, většinou 5 V DC.

Dekódování:

Set top box obsahuje pro dekódování obsahu hardwarový modul (chip), který podporuje daný kodek, některé typy mohou podporovat i více kodeků.

Čip STB7100 podporuje H.264/AVC pokročilý video standard, VC1 od Microsoftu a HDTV MPEG-2. DeCypher DHM8100A je určen pro HD streamy a podporuje H.264/AVC, VC-1, MPEG-2 a MPEG-4. Takovýchto čipů je více druhů a záleží na výrobci, který použije. Koncového uživatele poté pouze zajímá, jaké kodeky podporuje set-top-box jako celek.

4.2.2 Softwarová část set-top-boxu pro IPTV

Jádrem softwarového vybavení set-top-boxu je middleware,o kterém jsem se jíž obecně zmínil v samostatné kapitole.

Nejčastěji používané middleware pro IPTV set-tob-boxy jsou:

- OpenTV core 1.1
- Imagenio

4.2.3 Příklady set-top-boxů, jejich funkce a vlastnosti:

AmiNET 103-094 (64Mb) Set Top Box

Obr. 7. Set-top-box Ami NET 103-094

Tento malý MPEG-2 set-top-box je určen pro IPTV a Video on Demand.

Funkce:

- obrazové normy PAL a NTSC v 4:3 a 16:9 formátu
- Teletext
- MPEG-1 a MPEG-2
- 24-bitu pro barevnou hloubku + aplha kanál
- Podporuje protokoly IGMP control pro multicastové vysílání IPTV a RTSP pro službu Video on Demand.
- vybaven 10/100Base Ethernetovým připojením
- podporuje HTML prohlížeč (Opera)

AmiNET 130 – MPEG-4 HD Set top box

Obr. 8. Set-top-box AmiNET 130 – MPEG-4 HD

Tento Set-Top-Box rozšiřuje funkce nižšího modelu AmiNET 103–094. Kromě komprese MPEG-2 podporuje také MPEG-4, včetně kodeku H.264 - který byl vybrán i pro BlueRay a HD-DVD. Dokáže přehrát obsah v HD kvalitě, tedy v rozlišení 720p nebo 1080i. Podporuje rozhraní Digital HDMI a je vybaveno také portem USB 2.0.

4.3 IP síť

V systémech IPTV hrají důležitou roli datové sítě mezi serverem a klientem, jejích propustnost a architektura. Datové proudy, které přenášejí multimediální obsah, mají dvě hlavní vlastnosti, jsou nepřetržité a jsou objemné. Při návrhu sítě se tedy s těmito aspekty musí počítat a architekturu tomu přizpůsobit. Pro nepřetržitý datový provoz musí být připraveny převážně aktivní prvky v síti. Nejlépe je proto použít značkové a odzkoušené produkty. Protože nic neodradí koncové klienty víc, než nestabilita systému. Pokud je navíc šíření dat realizováno metodou multicast, musí také aktivní prvky tuto možnost podporovat. A již samozřejmostí je konfigurace firewalu, kdy je nutno povolit všechny UDP porty, které IPTV využívá (nejen pro stream, ale také například pro RTSP - řízení přehrávaní pro VoD). Dalším hlediskem při návrhu sítě je dimenzování její propustnosti. Je třeba mít představu o počtu eventuelních klientů a vědět kolik konektivity bude každý z nich potřebovat. Z hlediska úspory velikosti datového proudu se nabízí několik technických řešení. Pokud vynecháme možnosti, jako jsou zmenšení velikosti obrazu, fps nebo vzorkovací frekvence zvuku atd. Tak se můžeme soustředit na druh kódování obsahu

a typ vysílání streamu. Při výběru kodeků je třeba posoudit jeho kvalitu, výstupní velikost, vlastnosti kodéru a přijímací části (cena, dostupnost atd.). Musíme tedy najít rovnováhu mezi těmito parametry. Pro příklad uvádím procentuální vyjádření stupně komprese pro několik kodeků. Zdroj [21].

Tab. 1. Porovnání velikostí zakódovaných dat pomocí různých verzi MPEG kodeků

MPEG - 1	MPEG - 2	MPEG - 4 ASP	MPEG - 4 AVC
100 %	90 %	50 %	35 %

Odlišný přístup k úspoře datového toku nabízí tzv. vícesměrové vysílání označované jako mulitcast. Opakem je metoda unicast, kdy je vytvořen samostatný datový proud (server - klient) pro každého diváka. Z toho vyplívá, že server vysílá několik streamu pro jeden program, i když mají všechny stejný obsah. Metoda multicast je naproti tomu propracovanější. Server vysílá pouze jeden stream pro celou skupinu klientů, kteří sledují stejný program. Tito uživatelé se poté do takové skupiny mohou registrovat (pomocí protokolu IGMP). Po takovém přihlášení se sice opět vytvoří samostatný datový proud pro každého diváka, ale na mnohem nižším stupni sítě. Razantní úspora datového toku je tedy převážně v páteři sítě. Podrobnější informace se lze dočíst v seriálu „Úvod do IP multicastu“ [22]. Vícesměrové vysílání však nelze použít pro nelineární služby. Již z jejich podstaty totiž vyplívá, že nelze sdružovat streamy, když každý divák sleduje jiný obsah.

K přenosu dat využívají služby IPTV transportní protokol UDP. Ten při ztrátě paketu nežádá server o jeho opětovné zaslání, což je u živého vysílání pochopitelné. Lépe když vypadne jeden snímek, než aby se na jeho bezchybné doručení čekalo. Technologie také využívá několik dalších síťových protokolu, které jsou dále stručně popsány.

4.3.1 Protokol IGMP (Internet Group Management Protocol)

Definice převzatá z [23]:

Použití vícesměrového vysílání IP v sítích TCP/IP je definováno jako standard TCP/IP ve specifikaci RFC 1112, Internet Group Management Protocol (IGMP). Tento dokument RFC definuje kromě rozšíření adres a hostitelů pro podporu vícesměrového vysílání hostiteli IP také verzi 1 protokolu IGMP (Internet Group Management Protocol). V dokumentu RFC 2236, Internet Group Management Protocol (IGMP) version 2, je

definována verze 2 protokolu IGMP. Obě verze protokolu IGMP slouží k výměně a aktualizaci informací o členství hostitelů ve specifických skupinách vícesměrového vysílání. Systémy řady Windows Server 2003 kromě toho podporují verzi 3 protokolu IGMP, která je popsána v internetovém konceptu s názvem Internet Group Management Protocol, version 3. Pomocí verze 3 protokolu IGMP hostitelé mohou zadat, že chtějí přijímat vícesměrové vysílání ze zadaných zdrojů nebo ze všech zdrojů s výjimkou určité sady zdrojů.

Princip vícesměrového vysílání IP

Data vícesměrového vysílání IP jsou odesílána na jedinou adresu, ale zpracovává je více hostitelů. Princip vícesměrového vysílání IP je podobný principu novinového předplatného. Podobně jako právě vydané noviny obdrží pouze jejich předplatitelé, data protokolu IP odeslaná na adresu IP rezervovanou pro skupinu vícesměrového vysílání přijmou a zpracují pouze hostitelské počítače, které patří do této skupiny. Skupina hostitelů, kteří přijímají zprávy odeslané na určitou adresu IP pro vícesměrové vysílání, se nazývá skupina vícesměrového vysílání.

Další důležité rysy vícesměrového vysílání IP:

- Členství ve skupinách je dynamické, hostitelé se mohou ke skupině kdykoli připojit a kdykoli z ní opět vystoupit.
- Připojování hostitelů ke skupinám vícesměrového vysílání se provádí prostřednictvím zpráv IGMP.
- Velikost skupin není omezena a jejich členové mohou být rozptýleni ve více sítích IP (pokud směrovače, kterými jsou tyto sítě propojeny, podporují šíření dat vícesměrového vysílání IP a informací o členství ve skupinách).
- Hostitel, který odesílá data protokolu IP na adresu IP skupiny, nemusí do této skupiny patřit.

4.3.2 Real-time Transport Protocol

RTP je protokol určený pro distribuci zvuku a obrazu na internetu. Od jeho prvního zveřejnění v roce 1996 byl zabudován do mnoha aplikací, které se využívají např. u

videokonferencí. Od svého počátku byl vyvíjen jako multicast, ale kvůli potřebám internetu byl zabudován většinou do unicastových aplikací. Zdroj [24].

4.3.3 Real Time Streaming Protocol

RTSP je protokol, který vyvinula firma Netscape a Progressive Networks v roce 1998 a vycházel z protokolu RTP. Protokol RTSP se využívá pro streamování medií na internetu s tím, že uživatel má plnou kontrolu nad poskytovaným mediem. Může přehrávání pozastavit a následně ze stejného místa pustit dál, může přetáčet atd. Firma Real Networks tento protokol integrovala do svých produktů Real server a Helix server, většina multimediálních přehrávačů má zabudovanou jeho podporu. Zdroj [24].

4.3.4 Microsoft Media Services

(MMS) je unicast protokol vyvinutý společností Microsoft. Umožňuje streamování medií na internetu s plnou kontrolou medií a je zabudován v Microsoft Windows media serveru. Protokol mms a s ním svázaný formát Windows Media je v Evropě velmi oblíbený a v poslední době i využívaný v kombinaci s DRM (Digital Rights Management). Zdroj [24].

5 LEGISLATIVNÍ STRÁNKA PROVOZOVÁNÍ IPTV V ČR

Úvodem této části bych chtěl podotknout, že nemám právnické vzdělání, a tudíž mohou být následující informace nepřesné. Vycházel jsem především z článků a diskuzí zabývajících se tímto tématem na internetu [25], [26], [27], [30].

V právním řádu České republiky se touto oblastí zabývají zákony [28] a [29]

- Zákon č. 231/2001 Sb., o provozování rozhlasového a televizního vysílání
- Zákon č. 127/2005 Sb., o elektronických komunikacích

Důležitou částí prvně zmíněného zákona (231/2001 Sb.) je věta z § 2 Základní pojmy, odst. 2 e), a tou je:

„Za rozhlasové a televizní vysílání se nepovažuje vysílání prostřednictvím dálkového přístupu (Internetu).“

V první řadě bych chtěl zdůvodnit, proč do tohoto zákona tuto větu zákonodárci umístili. Chtěli tím vyjasnit otázku vztahující se k veřejnoprávním mediím. Je nutno platit koncesionářské poplatky i za počítače, které sice nemají televizní ani rozhlasový tuner, ale jsou připojeny k internetu, kde se tyto programy vysílají pomocí streamu? Již zmíněnou větou ze zákona je tedy tato otázka vyřešena a internet zůstává nadále „volným“ mediem.

Ve stejném zákoně je však pod § 26 – Registrace převzatého vysílání, pasáž:

„Registrace provozovatele převzatého vysílání prostřednictvím sítě elektronických komunikací opravňuje provozovatele k provozování převzatého vysílání prostřednictvím příslušné sítě elektronických komunikací s výjimkou vysílání šířeného prostřednictvím zemských vysílacích rádiových zařízení.“

Kdy poskytovatel IPTV je, až na výjimky (když si vytváří vlastní program), provozovatelem převzatého vysílání a své vysílání šíří po IP síti, kterou je možno považovat za síť elektronických komunikací.

Z tohoto výkladu jasně vyplývá, že když někdo vysílá IPTV, měl by se registrovat jako provozovatel převzatého vysílání přes internetový protokol. Rada pro rozhlasové a televizní vysílání však tuto registraci (vysílání přes internetový protokol) nezná. Ale zároveň chce, aby poskytovatele IPTV nějakou registraci měli, protože s ní přichází také kontrola a regulace. Proto „poradila“ všem zájemcům o IPTV, aby se registrovali jako

kabeloví operátoři. Toto doporučení akceptovala většina velkých společnosti jako je Telefónica O2 Česká republika, Czech On Line (Volný) nebo T-Systems PragoNet. Jediná z větších společností, frýdecko-místecká firma Mattes AD, která svou televizi po IP síti provozuje pod názvem 802.tv, na tuto registraci nepřistoupila. Tato společnost provozuje svou IPTV po optických vláknech ve třech slezských městech Frýdku-Místku, Frýdlantu nad Ostravicí a Frenštátě pod Radhoštěm a nabízí kromě převzatých televizních stanic také vlastní kanál, na kterém vysílá přímé přenosy z frýdecko-místeckého hudebního klubu Stoun. Tato stejnojmenná stanice však nemá žádnou vysílací licenci a nesměla by být vysílána pod registrovaným poskytovatelem kabelové televize (i když nevysílá po kabelu ale po síti IP). Druhou výhradou firmy Mattes AD je rozdíl, kdy registrace kabelové televize se provádí na základě katastrálních území a u IPTV jsou určující a klíčové především routery a switche. Radě pro rozhlasové a televizní vysílaní se však tyto skutečnosti nelíbí a zahájila v únoru tohoto roku s firmou Mattes AD správní řízení.

Závěr tedy zní: provozovatel IPTV by se měl registrovat jako kabelový poskytovatel vysílání a následně tuto službu provozovat v souladu se zákonem o provozování rozhlasového a televizního vysílání.

V tomto zákoně je také uvedena (§ 27 – Přihláška k registraci) pasáž:

„Žadatel o registraci převzatého vysílání je v žádosti o registraci rovněž povinen doložit oprávnění provozovatele původního programu k vysílání.“

Provozovatel IPTV je tedy povinen si také vyjednat souhlas každé televizní stanice, kterou má v úmyslu vysílat, o šíření jejího obsahu ve své síti.

Tento zákon obsahuje ještě jednu spíše legislativní nepřesnost vůči nové technologii. A tím je povinnost zvaná „must carry“. Zákon v § 54 o zajištění místního vysílání říká:

„Provozovatel vysílání s licencí v kabelovém systému a provozovatel převzatého vysílání v kabelovém systému na žádost obce nebo dobrovolného svazku obcí vyhradí zdarma jeden kanál pro bezplatný místní informační systém sloužící výhradně potřebám obcí, který nesmí být bez souhlasu provozovatele vysílání s licencí a provozovatele převzatého vysílání využíván k reklamě a teleshoppingu.“

Této povinnosti se provozovatel IPTV asi nevyhne, pokud bude registrován jako kabelový poskytovatel vysílání, ale problém je ve vyjádření „jeden kanál“. Technické řešení IPTV je totiž postaveno (z důvodů malé šířky pásma) právě a pouze na jednom kanálu, který vede ke koncovému uživateli a není ho tedy možno vyhradit jednomu programu. Tento problém je však pouze legislativní a také na něj (pokud vím) nebyla zatím vedena žádná právní řízení. Je totiž logické, že program místní obce IPTV šířit může, zahrne jej do své nabídky, a konečný divák jej může sledovat, i když pro něj nebyl trvale vyhrazen jeden vysílací kanál.

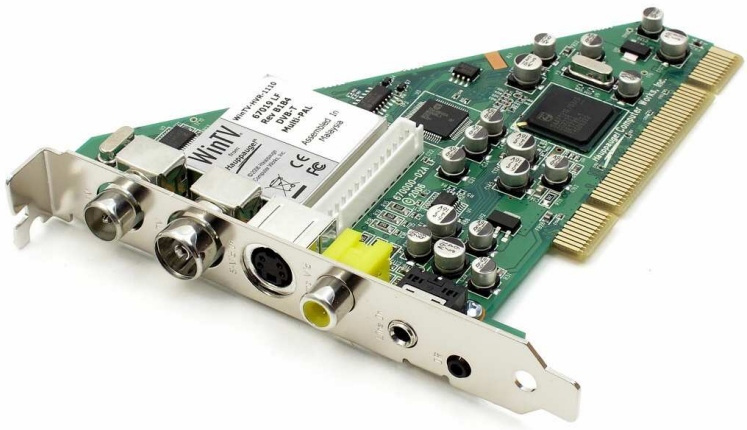
II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 HARDWARE

V zadání praktické části této diplomové práce je na základě dostupných SW a HW komponent provést nejjednodušší realizace vysílání a příjmu jednoho televizního kanálu pomocí IPTV. Jaké komponenty jsou pro takové vysílání potřeba, jsem již popsal v teoretické části a zde tedy uvedu konkrétní prvky, které jsem použil já. Jako server jsem použil PC AMD AthlonXP 2500+ s 1 GB RAM, s hybridní PCI televizní kartou Hauppauge WinTV-HVR 1110. Na tomto stroji jsem použil operační systém Linux, konkrétně distribuci Fedora Core 6.

6.1 Instalace hardwaru

Pro převzetí jednoho televizního kanálu z terestriální sítě postačí mít nainstalovánu televizní kartu. Já jsem použil Hauppauge WinTV-HVR 1110 (Obr. 9.). Tato karta podporuje příjem jak analogového tak i digitálního signálu. V době realizace (1. polovina roku 2007) však nebyl možný příjem pozemního digitálního signálu DVB-T v mém bydlišti (Rožnov p.R.) ani ve Zlíně, kde tuto práci budu obhajovat. A proto jsem musel použít pouze analogového signálu. Při výběru TV karty jsem přihlížel k dostupnosti ovladačů pod operačním systémem Linux a k podpoře V4L (Video for Linux)



Obr. 9. Televizní karta Hauppauge WinTV-HVR 1110

6.1.1 Instalace TV karty

Po instalaci do PCI slotu, se v operačním systemu tato karta identifikovala takto:

```
lspci -s 01:06.0 -vv

01:06.0 Multimedia controller: Philips Semiconductors
        SAA7133/SAA7135 Video Broadcast Decoder (rev d1)

        Subsystem: Hauppauge computer works Inc. Unknown
        device 6701 Control: I/O- Mem+ BusMaster+ SpecCycle- MemWINV-
        VGASnoop- ParErr- Stepping- SERR- FastB2B- Status: Cap+
        66MHz- UDF- FastB2B+ ParErr- DEVSEL=medium TAbort- TAbort-
        <MAbort-> SERR- <PERR-Latency: 32 (21000ns min, 8000ns max)

        Interrupt: pin A routed to IRQ 225

        Region 0: Memory at ea080000 (32-bit, non-prefetchable)
        [size=2K]

        Capabilities: [40] Power Management version 2

              Flags: PMEClk- DSI- D1+ D2+ AuxCurrent=0mA PME(D0-,

              D1-,D2-,D3hot -,D3cold-)

              Status: D0 PME-Enable- DSel=0 DScale=1 PME-
```

Karta pracuje bez problémů s modulem saa7134, který je již v Linuxu obsažen. Díky příkazu *dmesg*, který zobrazí výpis hlášení jádra při procesu bootování, lze zjistit, jestli modul saa7134 kartu podporuje. Pokud ne, bude výpis vypadat takto:

```
saa7133[0]: subsystem: 0070:6701, board: UNKNOWN/GENERIC
[card=0,autodetected]
```

Proto je třeba nainstalovat novější verzi v4l-dvb, která podporu karty obsahuje. Ve výpise se poté objeví:

```
saa7133[0]: subsystem: 0070:6701, board: Hauppauge WinTV-HVR1110 DVB-
T/Hybrid [card=104,autodetected]
```

Nyní již je TV karta připravena k používání. Nainstaloval jsem tedy baliček *scantv* a vyhledal programy. Pro zkušební zobrazení jsem ještě nainstaloval program *TVtime* a po spuštění se ihned objevil obraz, ovšem bez zvuku. Zjistil jsem, že je nutno zavést také modul saa7134-alsa, to se provede příkazem:

```
modprobe saa7134-alsa
```

a poté je nutno spustit program arecord s těmito parametry

```
arecord –D hw:2,0 –r 32000 –c 2 –f S16_LE | aplay
```

Nyní již je možno sledovat obraz i se zvukem.

7 VLC

VLC je výkonný multiplatformní přehrávač a server zároveň. Umí zpracovat video/audio data uložená v souboru, na DVD, vysílána přes internet nebo Ethernet, poradí si také při získání dat z kamery, analogové nebo digitální televizní karty. Tento obsah umí kromě zobrazení také ukládat, či přímo vysílat do sítě.

7.1 možnosti instalace a ovládání

VLC je určen pro celou řadu platforem a na domovské stránce www.videolan.org jsou instalační soubory volně ke stažení. Pro různé distribuce operačního systému Linux jsou připraveny již zkompilované balíčky. Ty však nemusí obsahovat všechny moduly a funkce, které bychom chtěli, proto je někdy nutné program zkompilovat. Pomocí příkazu *./configure --help* lze získat výpis všech přepínačů, díky kterým lze potřebné funkce přidat. Je zapotřebí se soustředit převážně na funkce defaultně vypnuté, jako je např. podpora DVB, vstupní modul Video4Linux, nebo skinovatelné grafické prostředí, atd. Podle mých zkušeností je také zapotřebí využít při kompilaci starších kompilátorů, např.gcc-2.95 (ten se však v novějších distribucí implicitně neinstaluje a je ho tedy třeba doinstalovat). Poté bude příkaz vypadat například takto:

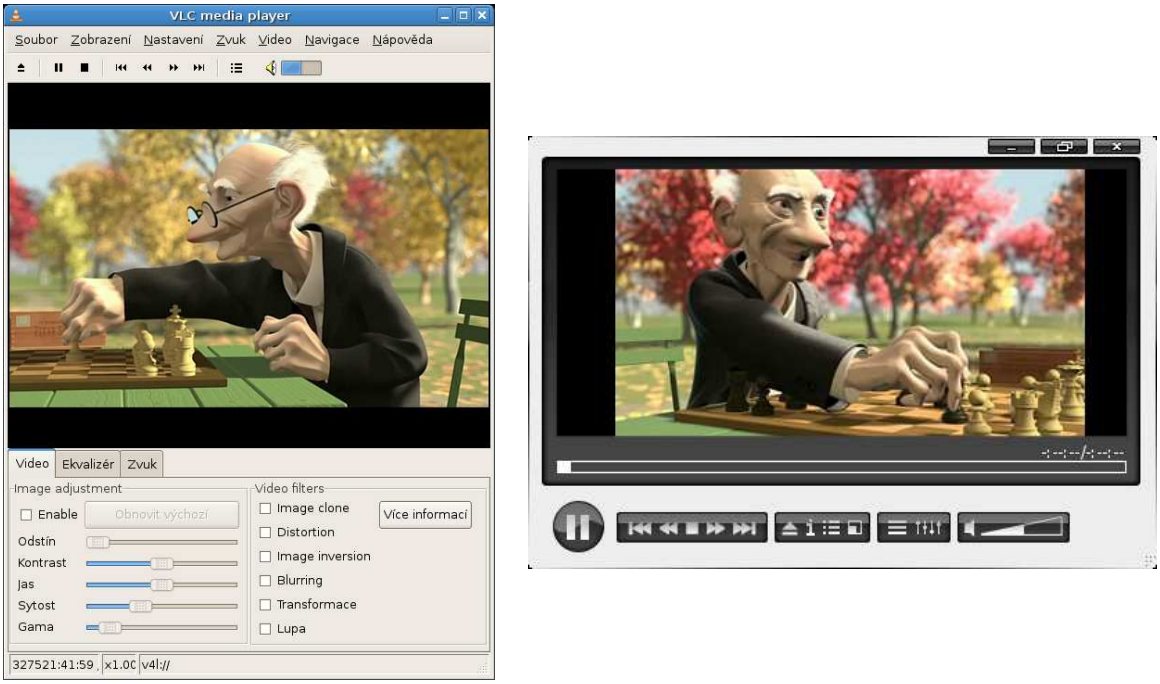
```
CC=/usr/bin/gcc-2.95 CXX=/usr/bin/g++-2.95 ./configure --enable-
dvdread --enable-dvdnav --enable-dvb --enable-dvbpsi --enable-ncurses
--enable-skins2 --enable-v4l
```

Mnohé moduly jsou také závislé na externích knihovnách (projeví se chybovým hlášením po spuštění ./configure), které je nutno předem stáhnout z internetu a doinstalovat do systému. Po bezchybném nakonfigurování je nutné spustit příkaz *make*, který soubory zkompiluje a *make install*, který je nainstaluje do systému. Pro pozdější odinstalaci lze použít příkaz *make uninslall*.

Po bezchybném průběhu instalace, lze program spustit příkazem *vlc*. A pokud bylo při kompilaci zpřístupněno grafické prostředí, spustí se okno s ovládacími prvky. Nám však bude více vyhovovat ovládání programu pomocí příkazové řádky, protože se poté tyto příkazy dají uložit do souboru a spouštět je jako skript. VLC obsahuje dosti rozsáhlou, ale také propracovanou nápovědu. Lze ji spustit několika způsoby, příkazem *vlc --help* se

vypíše základní množina přepínačů a možností jak ovládat program, pro podrobnější výpis lze použít *--longhelp* nebo *--advanced*, který slouží pro výpis k určitému tématu (např. *vlc -p v4l --advanced* vypíše možnosti ovládání v4l zařízení jako je třeba TV karta). Při laborování s programem se také používá parametr *-v* pro výpis ladících informací (je možné použít také *-vv* a *-vvv* pro podrobnější výpis) s parametrem *-color* se výpis zpřehlední, protože veškeré chyby budou barevně rozlišeny.

Program má několik možností ovládání, přičemž každé je vhodné pro jiný účel. Tak například uživatel, který si pouze přehrává video nebo stream (klient) využije jedno z mnoha grafických rozhraní (Obr. 10.), jako je základní wxwigets nebo rozhraní skins2, které podporuje změnu vzhledu (tzv. „skinů“).



Obr. 10. Grafické rozhraní programu VLC

Naopak na straně serveru je VLC možno ovládat pomocí textové konzole „rc“, kdy lze psát příkazy jako play, pause, forward apod. Další možností je ovládat program pomocí telnetu, kdy samotný program spustíme takto: *vlc -I telnet &* a poté se k němu pomocí telnetu připojíme. Defaultní heslo je admin a lze jej změnit příkazem *telnet-password*. Tento způsob ovládání se využívá především pro konfiguraci služeb VOD (video na přání). Poslední „užitečné“ rozhraní je dummy, které v podstatě znemožní jakékoliv ovládání a je tedy vhodné pro broadcastové vysílání, kdy se veškeré parametry zadají při spuštění a není proto zapotřebí do vysílání dále zasahovat. VLC samozřejmě podporuje i mnoho dalších

možností ovládání, např. pomocí http, prostředí v textovém režimu (ncurses) nebo pomocí klávesových zkratek a „gest“ myší.

7.2 Přehrávání multimedií

VLC pracuje prakticky se všemi výstupními systémy, pro zvuk jsou to např. OSS, ALSA, ESD, aRts atd. a pro videovýstup umí využít X11, OpenGL, SVGAlib framebuffer apod. A kromě zobrazování také dovoluje výstup směrovat do souboru, čehož se dá využít i k překódování, kdy se obsah nemusí vůbec zobrazovat.

Z mnoha možností ovládání se soustředím převážně na příkazový řádek. Zde se dá přehrávací modul specifikovat parametrem --*aout* pro zvuk a --*vout* pro video. Důležitější je však co se bude přehrávat a v této oblasti je VLC velice silný nástroj, protože dokáže přehrát takřka jakýkoliv zdroj multimediálního obsahu. V následujícím textu bude jako zdroj v příkladech uváděn soubor video.avi, ale místo něj můžeme kdykoliv použít i jiný zdroj obsahu, např. TV signál.

Jako první parametr očekává VLC to co má přehrávat. Pro přehrání souboru je to např. *vlc video.avi*, pro hudební CD by příkaz mohl vypadat takto:

```
vlc cdda:// --cd-audio /dev/dvdrecorder
```

Kdy je navíc parametrem --*cd-audio* specifikována CD mechanika. Podobnou syntaxi mají všechny uložené multimedia. Pro tuto diplomovou práci je však důležité se podrobně seznámit s přehráváním obsahu z televizní karty a sítě.

Jak již bylo řečeno VLC podporuje analogové TV karty připojené pomocí virtuálního rozhraní Video4Linux (*vlc v4l://*) nebo zařízení pro příjem digitálního televizního signálu DVB (*vlc dvb:*). Nejprve se podíváme na digitální variantu, ta má výhodu v tom, že na jedné frekvenci vysílá několik kanálů (mutiplex). VLC umožňuje všechny tyto kanály zpracovat a dokáže je tedy i všechny streamovat. Ale vraťme se k přehrávání. VLC nespolupracuje s konfiguračními soubory typu channels.conf, které vytvářejí ladící untility (např. tvscan), ale vyžaduje vlastní konfigurační soubor (~/.vlc/vlcrc). Nebo můžeme tv program zadat přímo jako parametry při spuštění (všechny parametry týkající se dvb je možno získat pomocí *vlc -p dvb --advanced*) Tak například, pokud bychom chtěli přehrát druhý program v multiplexu A vysílajícím v Brně na frekvenci 626 Mhz příkaz by vypadal následovně:

```
vlc dvb: --dvb-frequency=626000000 --dvb-bandwidth=8 --ts-es-id-pid --program 2
```

U analogové varianty televizního vysílání je situace podobá, také je třeba proskenovat signál a zjistit, na kterých frekvencích se jednotlivé programy nacházejí. Poté je nutné přistoupit k architektuře Video4Linux s pomocí parametr *v4l://*. Za ním poté následuje několik upřesňující parametrů. Jejich výpis lze získat pomocí příkazu *vlc -p v4l --advanced*. Popišme si některé z nich:

--v4l-vdev	Název video zařízení (např. /dev/video0)
--v4l-vdev	Název audio zařízení (např. /dev/dsp)
--v4l-tuner	Pokud má TV karta více tunerů definuje jeden z nich
--v4l-norm	Video norma (např. norma PAL = 0)
--v4l-frequency	Frekvence vysílaného programu, lze ji zjistit pomocí utility pro ladění signálu (např. *scantv* nebo *tvtime-scanner). U*dává se v kHz.
--v4l-fps	Snímková frekvence videa (pro normu PAL = 25 snímku/s)
--v4l-samplerate	Vzorkovací frekvence audia.
--v4l-width	Šířka obrazu
--v4l-height	Výška obrazu
--v4l-quality	Kvalita obrazu (max. hodnota je 100)

S pomocí těchto parametru je možno naladit analogovou televizi například takto:

```
vlc v4l:// --v4l-vdev=/dev/video0 --v4l-norm=0 --v4l-frequency=207250
--v4l-width=720 --v4l-height=576 --v4l-adev=/dev/dsp2 --v4l-
samplerate=32000
```

Tímto bych možnosti přehrávání VLC prozatím opustil a k příjmu streamu se průběžně vrátím v kapitole o streamování.

7.2.1 filtry a titulky

Pro modifikaci obrazu a zvuku nabízí VLC mnoho filtrů. Jsou definovány za paremetrem --*vout-filter* potažmo --*audio-filter* Pro příklad uvedu několik z používanějších:

adjust	úprava obrazu: jas, kontrast, zabarvení, sytost a index gamma
deinterlace	odstranění prokládání snímků (využívá se převážně při sledování TV)
clone	umožní pustit obraz ve více oknech, přičemž každé z nich může využívat
jiný	výstupní modul
distort	filtry pro deformaci obrazu (v praxi podstatě nepoužitelné, ale zajímavé)
equalizer	audio filtr, klasický ekvalizér

Pro filmy s titulky v externím souboru, nabízí VLC podporu nejrůznějších formátů. Nemá problémy ani s různým kódováním, umisťováním a vzhledem titulků. Příkaz pro jejich zobrazení by mohl vypadat např. takto:

```
vlc video.avi --subsdec-encoding CP1250 --sub-file video.sub --
freetype-font /usr/X11/lib/X11/fonts/truetype/arial.ttf --freetype-
rel-fontsize 12
```

Zmíněné moduly nelze použít pro účely streamování. Do videa určeném pro vysílání do sítě lze umístit pouze logo, libovolný statický text nebo aktuální čas (na vysílacím serveru). Navíc se video musí překódovat. Filtry se specifikují parametrem *sfilter* v modulu *transcode*. Příklad zakomponování loga by vypadal takto:

```
vlc video.avi --sout '#transcode{sfilter=logo,vcodec=mp4v}:display' -
-logo-file logo.png --logo-position 5
```

7.3 Streamování

Podstatnou vlastností VLC je nepochybně možnost streamování, neboli vysílání multimediálního obsahu po síti IP. Tímto obsahem může být jakýkoliv vstup, který umožňuje VLC přehrát (vyjma některých filtrů o kterých jsem se již zmínil). VLC podporuje i takové funkce jako je vícesměrové vysílání (multicast) nebo video na přání (VoD).

K definování vysílání slouží několik modulů:

standard Jedná se o základní výstupní modul a lze jej také zkráceně zapsat jako *std*. (podrobný popis níže)

duplicate S pomocí tohoto modulu lze ke zdroji obsahu přistupovat vícekrát. Toho lze využít například pro vysílání několika kanálů digitální televize. V tom případě postupně přistupujeme k jednotlivým programům v multiplexu, který se jako celek chová jako jeden zdroj.

es Umožňuje přistupovat samostatně k obrazu a zvuku.

display Zobrazuje obsah, ve spojení s duplicate lze tedy obsah streamovat a zároveň sledovat.

transcode Umožňuje překódování vstupu, (např. je nutný pokud do obrazu vkládáme logo.)

rtp Vysílá pomocí protokolu RTP - Real-time Transport Protokol

7.3.1 Modul standard

Tento modul posílá multimediální obsah buď do sítě, nebo jej ukládá do souboru. Obsahuje tyto tři parametry:

access definuje výstupní metodu (protokol) a může obsahovat tyto hodnoty.

http, *https*, *mmsh* – vysílání založené na principu webového serveru

udp, *rtp* – jednosměrné (unicast) nebo vícesměrové (multicast) vysílání pomocí protokolu UDP

file – ukládaní do souboru

mux tento parametr definuje kontejner, ve kterém je obsah vysílán. Jednotlivé kontejnery jsou závislé na použitém kodeku a některé jsou určeny jen pro určitý výstupní modul.

ts – transport stream, podporuje nejvíce kodeků a všechny výstupní metody.

ps – program stream, nejčastěji určen pro DVD filmy, nepodporuje udp a rtp.

ogg – podporuje kodeky z projektu Xiph a mpeg kodeky.

asf, *asfh* – kontejner určený pro službu Windows Media.

mp4, *avi*, *mov* – tyto kontejnery jsou určeny pouze pro ukládání do souboru.

dst parametr určující místo, kam se má stream vysílat. Je závislé na výstupní metodě.

pro *udp* a *rtp* je očekávána cílová adresa

u ostatních síťových metod je to rozhraní ve tvaru „ adresa:port/cesta“

pokud je jako výstupní metodou zvolena metoda *file*, očekává se cesta k souboru.

Několik praktických příkladů s popisem a možnostmi příjmu takového streamu.

```
vlc video.avi --sout
'#duplicate{dst=standard{access=http,mux=ts,dst=0.0.0.0:6545},
  dst=display}'
```

tímto příkazem se dube vysílat multimediální obsah ze souboru video.avi na všechny síťové rozhraní na portu 6545, výstupním protokolem je *http* s kontejnerem transport stream. Výstup bude také lokálně zobrazen. Takovéto vysílání lze u klienta přijímat takto (kde adresa serverového rozhraní je např. 192.168.5.1):

```
vlc http://192.168.5.1:6545
```

V druhém příkladu se bude vysílat filmové DVD pomocí směrového vysílání (unicast) na adresu klienta 192.168.5.15.

```
vlc dvdsimple:// --sout '#std{access=udp,mux=ts,dst=192.168.5.15}'
--ttl 5 --sout-all
```

, v tomto příkladu je navíc použit parametr *--ttl*, který definuje přes kolik aktivních prvků může stream přejít (Time to live) a parametr *--sout-all* zajistí, že budou vysílány všechny proudy z DVD (tj. všechny dostupné zvukové stopy a titulky). Pokud v definici destination není uveden port, použije se výchozí port 1234. Pro příjem takového stremu lze použít příkaz:

```
vlc udp:
```

7.3.2 Vícesměrové vysílání – multicast

Internetový protokol IP standardně obsahuje vícesměrové vysílání, které využívá transportní protokol UDP. Multicast lze provozovat i s protokolem RTP, který je pomocí UDP přenášen. Vysílání probíhá tak, že server posílá stream na vyhrazené IP adresy (adresy jsou rezervovány v rozmezí 224.0.0.0 – 239.255.255.255) a klient se poté k této adrese zaregistruje pomocí protokolu IGMP. Tímto způsobem šíření dat se šetří kapacita linky, protože data ze severu proudí pouze jednou a nevytváří se tak datový tok pro každého klienta zvlášť (pro nelineární služby jako je např. video na přání se tento způsob přenosu dat použít nedá.) Nevýhodou multicastu je také fakt, že vysílací stanice neví, kdo vysílání přijímá. Dalšími problémy při používání multicastu mohou nastat v samotné podpoře tohoto standartu. Multicast musí podporovat operační systém serveru, síťové rozhraní (v linuxu lze zjistit příznakem MULTICAST ve výpise příkazu *ip addr*) a všechny síťové prvky v síti, přes které stream prochází. Pokud jsou v síti použity firewally, je nutné v jejich nastavení povolit protokol IGMP a veškeré UDP porty, které jsou k vysílání využívány.

Příklad vysílání s využitím multicastu je velmi podobný jako v případě unicastu, rozdíl je pouze v parametru *dst*, kde musí být jedna z rezervovaných IP adres.

```
vlc video.avi --sout '#std{access=udp,mux=ts,dst=239.255.0.16}'
```

větší rozdíl je v příkaze pro příjem takto vysílaného multicastu, kdy se musíme k dané adrese registrovat, to provedeme takto:

```
vlc udp:@239.255.0.16
```

7.3.3 Kódování

Pro účely streamování a ukládání do souboru disponuje VLC modulem transcode, ten je primárně určen k překódování obsahu v reálném čase pro potřeby streamování, lze jej však elegantně použít také ke konverzi souboru z jednoho formátu do druhého. Nejdůležitější parametry modulu transcode uvádím ve stručném přehledu:

vcodec, *acodec*	parametr předává video, audio kodek, který se má při kódování použít (např. pro video to mohou být mp2v, mp4v, jmpg, div2, h.263, WMV2 apod. nebo pro zvuk např. mp3 nebo vorb)
venc, *aenc*	tímto parametrem lze specifikovat použitý kodér.

vb, *ab*	šířka datového toku pro jednotlivé složky obsahu
samplerate	vzorkovací frekvence zvuku
fps	počet snímků za sekundu
scale, *width*, *height*	velikost obrazu

Příklad vysílání, kdy se obsah nejprve překóduje do formátu MPEG-2 s datovým tokem 2 Mb. Parametrem *audio-sync* je také zajištěna synchronizace zvukové složky s obrazem.

```
vlc video.avi --sout '#transcode{vcodec=mp2v, vb=2048,audio-
sync}:std{access=http,mux=ts,dst=:6545}'
```

7.4 VideoLAN Manager

Další důležitou součástí VLC je VideoLAN Manager (VLM), který umožňuje v jedné instanci VLC streamovat více multimediálních zdrojů. S jeho pomocí lze také provozovat službu video na přání. Tento modul se ovládá pomocí telnetového rozhraní (lze použít také webové rozhraní). A použít můžeme tři druhy elementu:

broadcast	vysílání které ovládá administrátor, klienti jsou pouze příjemci vysílání podobě jako u klasického TV vysílání
vod	vysílatel vytvoří nabídku obsahu a klient si vysílání ovládá vzdáleně sám.
schedule	ovládání podle časového harmonogramu

7.4.1 Ovládání VLM

Pro účely ovládání pomocí telnetu, je nutno VLC s touto možností spustit. Jak je ukázáno v následujícím příkladu:

```
vlc -I telnet &
```

K takto spuštěné instanci se poté připojíme následujícím příkazem. Je také vyžadováno heslo, které je ve výchozím nastavení „ admin“.

```
telnet localhost 4212
```

Nyní jsme k instanci VLC připojeni a můžeme tak začít vytvářet elementy. Pro příklad uvádím jak pomocí tohoto rozhraní nadefinovat stream stejně jako v již známem příkazu:

```
vlc video.avi --sout '#std{access=http,mux=ts,dst=0.0.0.0:6545}'
```

S pomocí telnetu toto vysílání vytvoříme následovně.

```
new NazevVysilani broadcast
setup NazevVysilani enabled
setup NazevVysilani input video.avi
setup NazevVysilani output #std{access=http,mux=ts,dst=0.0.0.0:6545}
control NazevVysilani play
```

Příkazem *new* vytvoříme nový element, který nese libovolné jméno (v našem případě NazevVysilani), elementu poté definujeme jeho typ (např. *broadcast*). Takto vytvořený element lze poté konfigurovat (*setup*), mazat (*del*), zobrazovat všechny elementy (*show*), zobrazit nastaveni daného elementu (*show nazev_elementu*) nebo všechny elementy ukládat a nahrávat ze souboru (*save*, *load*). Pro ovládání elementu slouží příkaz *control*, kterým lze obsah spustit (*play*), zastavit (*stop*), pozastavit (*pause*) nebo procentuálně posunout (*seek*).

Pokud element definujeme jako broadcast, můžeme jej poté konfigurovat následujícími parametry.

input konfigurace vstupu, při vícenásobném použití se vytvoří seznam (playlist)

output shodná hodnota i vlastnosti jako u parametru --*sout*

enable, *disable* povolování a zakázání elementu

loop definovaný obsah se bude opakovat (zrušení lze provést parametrem *unloop*)

option slouží k definování doplňujících parametru

Pokud element definujeme jako schedule, tak následujícími parametry definujeme časový harmonogram jeho vysílání.

append parametr definující příkaz VLM, který se má v zadanou dobu provést

date definuje datum a čas, kdy se má zadaný příkaz provést.

period prodleva za jakou se příkaz opětovně provede

repeat počet opakování

7.4.2 Video na přání

Pokud ve VLM definujeme element typu vod, vytváříme tím nabídku programu, které si klient může přehrát a pomocí protokolu RTSP jej také ovládat. Proto při konfiguraci elementu nemůžeme použít parametry control, loop a ani nespecifikujeme výstup. Pouze při spuštění vlc definujeme adresu, na které bude VLC naslouchat případným požadavkům od uživatele:

```
vlc -I telent --rtsp-host 192.168.5.50:8554
```

Element poté definujeme následovně:

```
new film_na_prani vod enabled input film.avi
```

takto vytvořený element si uživatel spustí následovně:

```
vlc rtsp://192.168.5.50:8554/film_na_prani
```

A po spuštění již může obsah přehrávat a sám vzdáleně ovládat.

8 VYSÍLÁNÍ A PŘÍJEM JEDNOHO TV KANÁLU

Jedná se o nejjednodušší možnou infrastrukturu pro vysílání a příjem jednoho TV kanálu. Pro systém, který by toto umožňoval, jsem zvolil dva klasické počítače propojeny ethernetovou sítí. Na straně serveru pracuje počítač pod operačním systémem Linux a je vybaven hybridní televizní kartou. Zde bych ještě zmínil, že pokud by bylo možno přijímat signál pozemního digitálního vysílání (bohužel v místě vypracování ani obhajoby práce není tento signál k dispozici) bylo by možné předčít zadání a zároveň vysílat více TV programu respektive všechny, které vysílají v jednom multiplexu (kdy v každém ze dvou multiplexu v ČR v současné době vysílá 5 televizních programu zdroj:digitalnitelevize.cz) Software který na straně serveru umožňuje příjem programu z televizní karty, následné zakódování a streamování se jmenuje VLC. Který pro zvládnutí těchto funkcí vyžaduje potřebné knihovny, jejíž výpis je uveden dále. Pro příjem streamovaného programu jsem zvolil využít taktéž klasické PC vybaveno multimediálním přehrávačem. Jelikož se domnívám, že velká většina případných uživatelů využívá operační systém Windows, ve kterém je již defaultně nainstalován přehrávač Windows Media Player, soustředil jsem se převážně na tento druh přehrávače. Jako alternativu lze využít multiplatformní přehrávač VLC, který pro potřeby přehrávání není třeba instalovat, stačí jej pouze rozbalit a spustit. Nad rámec zadání jsem také vyzkoušel službu video na přání. Kdy jsem vytvořil ilustrativní nabídku pěti krátkých videí, které si uživatel může kdykoliv přehrát.

8.1 Přípravy k vysílání

Nejprve jsem nainstaloval televizní kartu, jak je popsáno v samostatné kapitole. Poté jsem nainstaloval program tvtime. Pomocí příkazu [tvtime-scanner] jsem proskenoval analogový signál a naladěné programy vyzkoušel. Tímto jsem tedy získal zdroj televizního obsahu, s potřebnou informací o frekvenci daného programu.

Dále je tedy zapotřebí nainstalovat program VLC. Zde bych jen zmínil, že jsem vyzkoušel operační systémy SuSe Linux 9 a distribuci Debian 4.0r0, kde se mě však nepodařilo nainstalovat potřebné knihovny, převážně pro kodeky. Proto jsem přešel pod distribuci Fedora core 6. Pro tuto verzi Linuxu je připraven balíček VLC ve verzi 0.8.6a-1 pro

počítače kompatibilní s architekturou i386. Před samotnou instalací je potřeba doinstalovat potřebné balíčky, které uvádím v úplném seznamu:

- libmad-0.15.1b-4.lvn6.i386.rpm (MPEG audio dekódovací knihovna)
- a52dec-0.7.4-10.lvn6.i386.rpm (dekodér AC3 formátu)
- x264-0-0.8.20061028.lvn6.i386.rpm (knihovna pro kódování H.264/AVC)
- libdvbpsi-0.1.5-2.lvn6.i386.rpm (tabulky MPEG TS a DVB PSI)
- lame-libs-3.97-4.lvn6.i386.rpm (kodér pro MP3)
- mpeg2dec-0.4.1-2.lvn6.i386.rpm (knihovna pro dekodovaní MPEG streamů)
- vcdimager-0.7.23-3.lvn6.i386.rpm (balíček obsahuje knihovnu libvcdinfo)
- faac-1.25-2.lvn6.i386.rpm (knihovna pro zvuk ve formatu AAC)
- libdca-0.0.2-3.lvn6.i386.rpm (dekoder zvuku ve formátu DTS)
- libdvdnav-0.1.10-2.lvn6.i386.rpm (podpora pro menu DVD)
- twolame-0.3.10-1.lvn6.i386.rpm (kodér MPEG Audio Layer 2)
- faad2-2.0-19.20050131.lvn6.i386.rpm (dekodér pro AAC)
- FFmpeg version SVN-r8540 FFmpeg je kolekce free softwaru umožňujícího nahrávání, konverzi a streamovaní digitálního zvuku a obrazu. Kolekce zahrnuje libavcodec – nejdůležitější knihovnu pro kompresi audia a videa. Zdroj [34]. Pro instalaci jsem použil zdrojové kódy ffmpeg-checkout-2007-03-29

Po bezchybném doinstalování potřebných balíčků, již můžeme nainstalovat samotný program VLC. Já jsem použil balíček vlc-0.8.6a-1.lvn6.1.i386.rpm, který je možno stáhnout z adresy http://rpm.livna.org/fedora/6/i386/. Tímto jsme server připravili ke streamování.

8.2 Vysílání živého TV programu

V první fázi je třeba odzkoušet VLC jako přehrávač televizního obsahu. Obraz z TV karty je k dispozici na virtuálním zařízení /dev/video0 a lze jej ovládat pomocí v4l příkazů. Pro zvuk je třeba zavést modul ALSA příkazem *modprobe saa7134-alsa*, který vytvoří zařízení /dev/dsp2. Pro zobrazení televizního programu ČT 2, vysílaném na frekvenci 207250 kHz (frekvence se může lišit v závislosti na vysílači) je možno použít příkaz (pro názornost jsou jednotlivé parametry odřádkovány):

```
vlc v4l://
--v4l-vdev=/dev/video0
--v4l-norm=0
--v4l-frequency=207250
--v4l-width=720
--v4l-height=576
--v4l-adev=/dev/dsp2
--v4l-samplerate=32000
```

Pokud se zobrazí vysílaný program, je tedy vše v pořádku a můžeme pokročit dál. Nyní je třeba obsah zakódovat. K tomu účelu slouží modul *transcode*. Protože budeme chtít, aby stream přehrál přehrávač Windows Media Player, použijeme kodek WMV2 (jehož podporu má WMP defaultně implementovánu) modulu tedy předáme tyto parametry:

```
#transcode{vcodec=WMV2,acodec=mp3,vb=4096,deinterlace,audio-sync}
```

kde video bude kódováno do WMV2, zvuk bude ve formátu MP3, šířka datového toku obrazu bude 4 Mb/s, v obraze bude zrušeno prokládání snímků a poslední parametr audio-sync zajistíme synchronizaci zvuku s obrazem.

Takto připravený datový proud již lze streamovat do sítě. K tomuto použijeme modulu *standard* s patřičnými parametry. Jako výstupní metodu použijeme mmsh, která je určena pro streamování do WMP, dále použijeme kontejner asf a jako výstupní síťovou adresu používám 0.0.0.0, která zajistí vysílání na všech síťových rozhraních (lze se tedy připojit i lokálně, pomocí adresy localhost). Nakonec je dobré definovat port. Já používám port 8080, pokud jej nezadáme, využije VLC detailně nastavený port 1234. Modul s jeho parametry je zde:

```
#std{access=mmsh,mux=asf,dst=0.0.0.0:8080}
```

Celý příkaz bude tedy vypadat následovně, přibyl pouze parametr ttl, který nastavuje „životnost paketu“ neboli přes kolik aktivních prvků může stream přejít. Hodnota 1 zajistí vysílání pouze v lokální síti.

```
vlc v4l:// --v4l-vdev=/dev/video0 --v4l-norm=0 --v4l-width=720 --v4l-
height=576 --v4l-adev=/dev/dsp2 --v4l-samplerate=32000 --sout
'#transcode{vcodec=WMV2,acodec=mp3,vb=4048,deinterlace,audio-
sync}:std{access=mmsh,mux=asf,dst=0.0.0.0:8080}' --ttl 1
```

výpis VLC by měl vypadat takto:

```
VLC media player 0.8.6a Janus
starting VLC root wrapper... using UID 0 (root)
**************************************
* Running VLC as root is discouraged. *
**************************************
 It is potentially dangerous, and might not even work properly.
[00000320] main private: creating http
```

Při prvních pokusech neproběhlo vysílání zdaleka tak hladce. Prvním chybovým hlášením bylo *v4l demuxer error: chroma selection failed*. Tato chyba se mi podařila vyřešit přidáním parametrů o výšce a šířce obrazu. Druhým problémem byl špatný zvuk (slyšet byli pouze útržky zvuku s nepříjemným praskáním), tento problém jsem vyřešil definováním vzorkovací frekvence na 32000 Hz. A nakonec pro správné přehrání s pomocí Windows Media Playeru je zapotřebí přesně definovat kodek a výstupní modul.

8.3 Přehrávání TV programu

Tento stream lze okamžitě vyzkoušet s pomocí druhé konzole spuštěním příkazu:

```
vlc http://127.0.0.1:8080
```

Podstatnější však je přehrání streamu na vzdáleném počítači. K tomu potřebujeme, aby byl tento klient připojen do stejné síťě a aby znal IP adresu, na které server stream vysílá

(v mém příkladu je to adresa 192.168.1.2). Pro Windows Media Player bychom stream spustili následovně. Do pole Soubor / Otevřít adresu URL... zadáme adresu:

```
mms://192.168.1.2:8080
```

WMP se na tuto adresu připojí a začne načítat stream do vyrovnávací paměti (velikost této paměti a tím také prodleva před zobrazením lze nastavit v položce Nástroje / Možnosti / Výkon). Ukázka zobrazení je na obrázku (Obr. 11.).

Obr. 11. Program Windows Media Player přijímá program ČT 2

9 SLUŽBA VIDEO NA PŘÁNÍ

Ke zprovoznění služby video na přání je třeba spustit druhou instanci VLC s rozhraním telnet.

```
vlc –I telnet &
```

Po přihlášení a zadání hesla (příkaz *telnet localhost 4212*, heslo *admin*) můžeme začít vytvářet seznam nabízených titulů. (pozn.: zápis je možný i ve zkráceném tvaru na jeden řádek)

```
new Geriho_hra vod enabled input /home/videa/Geriho_hra.avi
new Stare_povesti-trailer vod enabled input
/home/videa/Stare_povesti-trailer.avi
```

tímto způsobem nadefinujeme všechny nabízené tituly. Poté jej uložíme příkazem

```
save /home/videa/config_vod
```

S pomocí tohoto souboru lze v budoucnu nahrát konfiguraci hned při startu vlc příkazem:

```
vlc –I telnet --vlm-conf /home/videa/config_vod
```

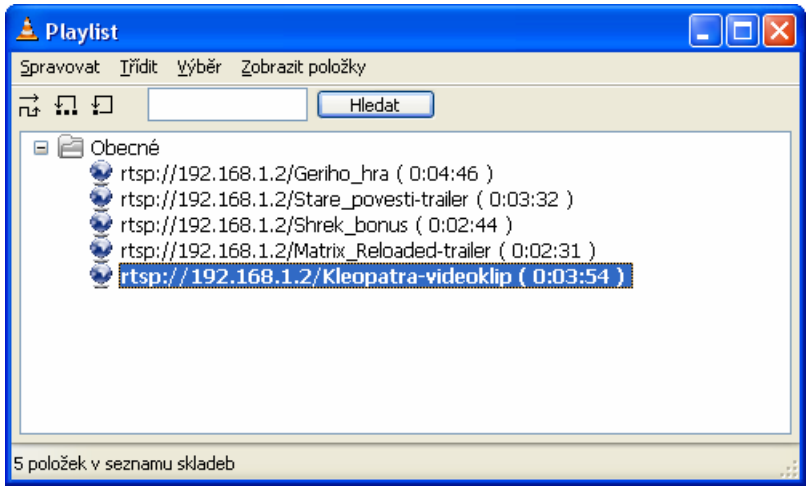
Poznámka: Konfigurační soubor config_vod je součástí přílohy P II.

9.1 Přehrání videa na přání

K přehrání využijeme program VLC. Kde do položky Soubor / Open Network Strem / RTSP zadáme adresu serveru s cestou k danému videu.

```
rtsp://192.168.1.2/Geriho_hra
```

Takovéto adresy může poskytovatel samostatně zveřejňovat. Nebo vytvořit playlist, který si uživatel stáhne a otevře. Takový seznam lze vytvořit v okně Playlist (Obr. 12.), postupným přidáváním titulů. V témže okně lze také seznam uložit do souboru s příponou M3U nebo XSPF. Takový soubor lze jednoduše distribuovat a uživatel jej jednoduše spustí. Soubor je součástí přílohy P III.



Obr. 12. Playlist v programu VLC

ZÁVĚR

Technologie IPTV je určená k distribuci televizních programů v rámci lokální sítě, většinou sítě poskytovatele internetu. Oproti klasickému terestriálnímu vysílání nabízí digitální kvalitu a mnoho přidružených služeb jako jsou VoD - video na přání, VCR – záznam programu, EPG – elektronický průvodce programy a další. Má tedy dost kladných vlastností, aby se tato technologie uchytila jako jedna z dalších možností příjmu TV. IPTV je však mladou technologií a potýká se tedy i s několika problémy. Jedná se převážně o kvalitu a propustnost ethernetových sítí a s tím související potíže s pomalým přepínáním programu nebo zamrzáváním obrazu. Podle mého názoru se také v České republice zmenší zájem o tuto službu s nástupem celoplošného terestriálního vysílání DVB – T. To by mělo být dokončeno roku 2010. IPTV se proto zaměřuje na místa s dobrou počítačovou infrastrukturou a uplatňuje se také jako nástupce analogových kabelových rozvodů.

Před výstavbou IPTV je třeba promyslet čtyři hlavní pilíře systému. Agregace TV programů a jejich kódování, serverová část, IP síť a v neposlední řadě druh přijímače na straně klienta. Variant jaké prvky použít je několik a závisí převážně na počtu koncových uživatelů a množství nabízeného obsahu.

Pro testovací provoz nebo menší sítě lze pro příjem TV programů použít běžné PC s analogovou či digitální televizní kartou. Tento počítač použít společně s operačním systémem Linux jako server pro kódování a streamování tohoto obsahu. Jako software, který bude tyto služby zajišťovat, bych doporučil některý z programů s Open source licencí. Tím může být například program VLC z projektu VideoLAN. Ten umožňuje zakódování obsahu a jeho následné jednosměrné (unicast) nebo vícesměrné (multicast) vysílání. Podporuje také službu video na přání a v neposlední řadě je také velmi dobrým přehrávačem multimedií, včetně streamu. Pro takovéto menší projekty lze vystačit s metalickou počítačovou sítí s propustností do 100 Mb/s. Pro příjem je nejjednodušší použít klientské PC vybavené multimediálním přehrávačem např. Windows Media Player, nebo již zmíněným programem VLC.

Pro velké projekty a profesionální nasazení je již situace jiná. Je žádané nabízet větší nabídku programů a proto je většinou třeba přijímat signál z více zdrojů např. ze satelitů. Pro takové množství programů je také lépe použít hardwarové kodéry a robustní serverovou část. Takové řešení nabízí několik specializovaných firem např. LICA s.r.o. Pro

přenos dat co nejblíže ke koncovému uživateli se používají optické sítě a až pro poslední domácí rozvody jsou použity metalické spoje. V profesionálním nasazení se také pro příjem již nepoužívá počítač, ale zařízení zvané Set-top-box, které obsah zobrazuje na televizi.

Při provozování placené služby IPTV je třeba seznámit se také s legislativními okolnostmi. Ty jsou však v současné době dosti nejasné. Všeobecně se doporučuje, aby se provozovatel IPTV registroval jako kabelový poskytovatel vysílání. A následně tuto službu provozoval v souladu se zákonem o provozování rozhlasových a televizních vysílání [28]. Jednou z povinností, které tento zákon přiděluje je šířit pouze registrované programy. A proto by poskytovatel neměl šířit vlastní program, který není registrován.

V praktické části práce jsem se zabýval spuštěním služby, která umožňuje distribuci jednoho televizního programu. Při návrhu jsem se soustředil na levné a jednoduché řešení. Proto jsem použil osobní počítač jako server s operačním systémem Linux. Příjem TV programu jsem realizoval PCI televizní kartou. Pro kódování a streamování jsem využil program VLC s potřebnými knihovnami kodeků. Příjem takovéhoto vysílání demonstruji na druhém osobním počítači s operačním systémem Windows a nejrozšířenějším přehrávačem Windows Media Player. Tyto počítače jsou propojeny metalickým ethernetovým spojem. Na serveru jsem také spustil a nakonfiguroval službu videa na přání. Kde jsem vytvořil nabídku pěti krátkých videí, které si uživatel může přehrát a vzdáleně také ovládat pomocí protokolu RTSP.

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

IPTV is used for distribution television programs in LAN, usually in a network of Internet provider. In comparison with classical terrestrial broadcast, IPTV offers digital quality and many other services such as VoD - Video on Demand, VCR - Video Cassette Recorder, EPG - Electronic Program Guide etc. This technology has enough positive properties to become an alternative way for TV broadcasting. IPTV is young technology and that is the reason why it still has several problems. It is mainly quality of a transmission in Ethernet networks and with the related problems of slowly switching programs or freezing picture. In my opinion Czech Republic IPTV will be less interesting with the upcoming terrestrial digital video broadcasting (DVB-T) which should be fully deployed by year 2010. IPTV will find its applications on places with good computer infrastructure and will probably become the successor of analog cable distribution.

Before building IPTV it is necessary to think about four main pillars of the system. It is aggregation of TV programs and their encoding, server, IP network and last but not least the kind of receiver on the clients side. The configuration depends mainly on numbers of final users and size of the program on offer.

For a test or smaller network it is possible to receive TV programs using common PC with an analog or digital television card. This Linux computer can be used as a server for encoding and stream content. As software, which will support these services, I would recommend some programs with Open source license. It can be for example program VLC from project VideoLAN. It enables it to encode content and its unicast or multicast streaming. It also supports Video on Demand service and in last place but not least it is also a very good multimedia and stream player. For this smaller project is it possible to get along with 100 Mb/s Ethernet network. For reception, the simplest case is using a client PC equipped with a multimedia player, for example Windows Media Player or already mentioned VLC.

For big projects and professional use, the situation is different. It is desired to offer more programs and that is why it is necessary to receive signals from more sources - for example from satellite. For this quantity of programs it is also better to use a hardware encoder and robust server basis. Such solutions offer several specialized companies, for example LICA Ltd. For transmission of data to the users, optical networks are used on the backbone and

metallic is used at home network. In professional scenario the equipment called Set-top-box is used for displaying content on television.

Before initiating a paid for IPTV service it is necessary to find out all legislative terms. However at the present time these terms are too obscure. General recommendations are that the IPTV broadcaster is a registered cable provider. And subsequently these services operate under the law of prosecution of radio and television broadcast [28]. One of the duties, which this law prescribes, is to broadcast only registered programs. And that is why provider should not broadcast personal programs, which are not registered.

In the practical part of this graduation thesis I deal with an initiation of a service, which makes it possible to distribute one of the television programs. For the proposal I concentrated on a cheap and simple solution. Therefore I used a personal computer with the operating system Linux as server, and to receive the TV program I used a PCI television card. For encoding and streaming I used the program VLC with the needed libraries of codec. To receive this kind of stream I demonstrated on a second personal computer with the operating system Windows and the most widespread player ‘Windows Media Player’. With its help it is possible to stream replay. These computers are part of the Ethernet network. On this server I also ran and configured the service ‘Video on Demand’. There I created a service of five short videos, which offer the user the ability to replay, and remotely control with the help of using protocol RTSP.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

[1] ŠMONDRK, Karel. *IPTV aneb televize po Internetu.* Sdělovací technika. 2006, č. 8, s. 13-15.

[2] PETERKA, Jiří. *Jak funguje IPTV?* [online]. 2006 [cit. 2007-05-17]. Dostupný z WWW: <http://www.earchiv.cz/b06/b0812001.php3>.

[3] *Proč chtít IPTV?* [online]. c2007 [cit. 2007-05-17]. Dostupný z WWW: <http://iptv.lupa.cz/proc-chtit-iptv/>. ISSN 1213-0702.

[4] PETERKA, Jiří. *Kterak IPTV boří dogmata* [online]. 2006 [cit. 2007-05-17]. Dostupný z WWW: <http://www.earchiv.cz/b06/b0204001.php3>.

[5] *Kodek* [online]. 2007 , 3. 4. 2007 [cit. 2007-05-17]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Kodek>.

[6] *Slovník* [online]. c2006 [cit. 2007-05-17]. Dostupný z WWW: <http://www.mediastream.cz/streaming-slovnik/#S>.

[7] GREGORA, Pavel. *MPEG-2 versus MPEG-4: Začínáme nestíhat?* [online]. 2006 [cit. 2007-05-17]. Dostupný z WWW: <http://www.digizone.cz/clanky/mpeg-2-versus-mpeg-4-zaciname-nestihat/>. ISSN 1801-4933.

[8] *Kodeky 9 Series – Video* [online]. c2007 [cit. 2007-05-17]. Dostupný z WWW: <http://www.microsoft.com/windows/windowsmedia/cs/9series/codecs/video.aspx>.

[9] ZANDL, Patrick. *Jdeme do online videa (1.)* [online]. 2006 [cit. 2007-05-17]. Dostupný z WWW: <http://www.lupa.cz/clanky/jdeme-do-online-videa-1/>. ISSN 1213-0702.

[10] ZANDL, Patrick. *Jdeme do online videa (2.)* [online]. 2006 [cit. 2007-05-17]. Dostupný z WWW: <http://www.lupa.cz/clanky/jdeme-do-online-videa-2/>. ISSN 1213-0702.

[11] *Robustní kontejner souborů* [online]. c2007 [cit. 2007-05-17]. Dostupný z WWW: <http://www.microsoft.com/windows/windowsmedia/cs/format/robust.aspx>.

[12] PUŽMANOVÁ, Rita. *IPTV: vnímaná kvalita* [online]. 2006 [cit. 2007-05-17]. Dostupný z WWW: <http://www.dsl.cz/clanky.php?clanek=396>.

[13] *Jak přijímat IPTV* [online]. c2005-2007 [cit. 2007-05-17]. Dostupný z WWW: <http://iptv.digizone.cz/jak-prijimat-iptv/>. ISSN 1801-4933.

[14] *VideoLAN* [online]. 2007 , 6. 1. 2007 [cit. 2007-05-17]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/VideoLAN>.

[15] *VideoLan* [online]. 2007 , 2007-04-18 [cit. 2007-05-17]. Domovská stránka projektu VideoLan. Dostupný z WWW: <http://www.videolan.org/>.

[16] *MPEG4IP: Open Source, Open Standards, Open Streaming* [online]. [2006] [cit. 2007-05-17]. Domovská stránka projektu VideoLan. Dostupný z WWW: <http://mpeg4ip.sourceforge.net/>.

[17] *Open Source Streaming Server* [online]. c2007 [cit. 2007-05-17]. Dostupný z WWW: <http://developer.apple.com/opensource/server/streaming/index.html>.

[18] Microsoft Corporation. *Microsoft TV IPTV Edition* [online]. c2007 [cit. 2007-05-17]. Dostupný z WWW: <http://www.microsoft.com/tv/IPTVEdition.mspx>.

[19] LICA S.R.O.. *Obecný popis řešení* [online]. c2006 [cit. 2007-05-17]. Dostupný z WWW: <http://www.lica.cz/admin/pool/aktualita%20IPTV(8).pdf>.

[20] *Symbol "Umí dobře česky" a podmínky jeho užití* [online]. c2005-2007 [cit. 2007-05-17]. Dostupný z WWW: <http://www.digizone.cz/texty/symbol-umi-dobre-cesky-a-podminky-jeho-uziti/>. ISSN 1801-4933.

[21] GERLICKÝ, Zdeněk. *Srovnání používaných videokodeků na platformě PC*. [s.l.], 2006. 62 s. České vysoké učení technické v Praze,Fakulta elektrotechnická. Vedoucí bakalářské práce Ing. Martin Koloros. Dostupný z WWW: <https://dip.felk.cvut.cz/browse/pdfcache/gerliz1_2006bach.pdf>.

[22] FILIP, Ondřej. *Úvod do IP multicastu* [online]. 2004 [cit. 2007-05-17]. Dostupný z WWW: <http://www.lupa.cz/clanky/uvod-do-ip-multicastu-dil-paty/>. ISSN 1213-0702.

[23] *Protokol IGMP (Internet Group Management Protocol)* [online]. 2005 , 01/21/2005 [cit. 2007-05-17]. Dostupný z WWW: <http://www.microsoft.com/technet/prodtechnol/windowsserver2003/cs/library/ServerHelp/ffa6231a-bf9b-4691-a63d-81c9cf66a34e.mspx?mfr=true>.

[24] KOTRBA, Štěpán. *Nepleťe si internet se sítí elektronických komunikací* [online]. 2006 [cit. 2007-05-17]. Dostupný z WWW: <http://www.blisty.cz/2006/10/31/art31006.html>. ISSN 1213-1792.

[25] *Lokální IPTV a legislativa* [online]. 2006 [cit. 2007-05-17]. Diskuse. Dostupný z WWW: <http://www.digizone.cz/diskuse/203/>. ISSN 1801-4933.

[26] *Otázka regulace IPTV* [online]. c2005-2007 [cit. 2007-05-17]. Dostupný z WWW: <http://iptv.digizone.cz/otazka-regulace-iptv/>. ISSN 1801-4933.

[27] KÁLAL, Jan. *Na jaké televizní vysílání ještě platí zákony?* [online]. c2005-2007 [cit. 2007-05-17]. Dostupný z WWW: <http://www.digizone.cz/clanky/na-jake-televizni-vysilani-jeste-plati-zakony/>. ISSN 1801-4933.

[28] *ZÁKON o provozování rozhlasového a televizního vysílání a o změně dalších zákonů* [online]. 2001 [cit. 2007-05-17]. Dostupný z WWW: <http://www.rrtv.cz/cz/static/zakony/pdf/231-2001.pdf>.

[29] *ZÁKON o elektronických komunikacích* [online]. 2005 [cit. 2007-05-17]. Dostupný z WWW: <http://www.micr.cz/files/205/ZOEK.pdf>.

[30] PETERKA, Jiří. *Stalo se: IPTV mimo zákon?* [online]. 2006 [cit. 2007-05-17]. Dostupný z WWW: <http://www.lupa.cz/clanky/stalo-se-iptv-mimo-zakon/>.

[31] *Hauppauge WinTV-HVR 1100* [online]. 2007 [cit. 2007-05-17]. Dostupný z WWW: <http://www.abclinuxu.cz/hardware/pridavne-karty/televizni-karty/itvc-hauppauge/hauppauge-wintv-hvr-1100>.

[32] *How to build from mercurial* [online]. c2007 , 12 May 2007 [cit. 2007-05-17]. Dostupný z WWW: <http://www.linuxtv.org/v4lwiki/index.php/How_to_build_from_mercurial>.

[33] *Saa7134-alsa* [online]. c2007 , 12 May 2007 [cit. 2007-05-17]. Dostupný z WWW: <http://www.linuxtv.org/v4lwiki/index.php/Saa7134-alsa>.

[34] *FFmpeg* [online]. c2007 , 7. 5. 2007 [cit. 2007-05-17]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/FFmpeg>.

[35] SNOPEK, Jiří. Streaming s pomocí VLC [videozáznam online]. Praha : ČVUT, 02.12.2006 14:00 [cit. 2007-05-17]. # Z cyklu: Linuxový víkend. Dostupný z WWW: <http://www.avc-cvut.cz/avc.php?id=3495>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

IPTV	Internet Protocol Television
VoD	Video on Demand
PPV	Pay Per View
EPG	Electronic Program Guide
VCR	Video Cassette Recorder
BBS	Business Support Systems
MPEG	Motion Picture Experts Group
WMV	Windows Media Video
WMP	Windows Media Player
VLM	VideoLAN Manager
IGMP	Internet Group Management Protocol
RTSP	Real Time Streaming Protocol
RTP	Real Time Transport Protocol
MMS	Microsoft Media Services
UDP	User Datagram Protocol

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Schéma možností technologie IPTV 11
Obr. 2. Logo VLC 21
Obr. 3. Logo MPEG4IP 22
Obr. 4. Logo Microsoft TV IPTV Edition 23
Obr. 5. GALAXY RACK 25
Obr. 6. DCM – Digital Content Manager 27
Obr. 7. Set-top-box Ami NET 103-094 30
Obr. 8. Set-top-box AmiNET 130 – MPEG-4 HD 31
Obr. 9. Televizní karta Hauppauge WinTV-HVR 1110 39
Obr. 10. Grafické rozhraní programu VLC 43
Obr. 11. Program Windows Media Player přijímá program ČT 2 57
Obr. 12. Playlist v programu VLC 59

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Porovnání velikostí zakódovaných dat pomocí různých verzi MPEG kodeků..... 32

SEZNAM PŘÍLOH

P I Sktript pro spuštění vysílání jednoho TV programu

P II Konfigurační soubor pro definování nabídky videa na přání.

P III Playlist obsahující nabídku videí na přání.

P IV CD obsahující tuto diplomovou práci ve formátu PDF, a soubory: run_VLC, config_vod a playlist.m3u.

PŘÍLOHA P I: SKTRIPT PRO SPUŠTĚNÍ VYSÍLÁNÍ JEDNOHO TV PROGRAMU

Pozn.: soubor je přiložen na CD pod názvem: run_VLC

```
1 # spusteni VLC pro vysilani programu na frekvenci 207,25 MHz
2 vlc -I dummy v4l:// --v4l-vdev=/dev/video0 --v4l-norm=0 --v4l-
  frequency=207250 --v4l-width=720 --v4l-height=576 --v4l-
  adev=/dev/dsp2 --v4l-samplerate=32000 --sout
  '#transcode{vcodec=WMV2,acodec=mp3,vb=4048,deinterlace,audio-
  sync}:std{access=mmsh,mux=asf,dst=0.0.0.0:8080}'
```

PŘÍLOHA P II: KONFIGURAČNÍ SOUBOR VOD

Pozn.: soubor je přiložen na CD pod názvem: config_vod

```
1  # VLC media player VLM command batch
2  # http://www.videolan.org/vlc/
3
4  new Geriho_hra vod enabled
5  setup Geriho_hra input "/home/videa/Geriho_hra.avi"
6  new Stare_povesti-trailer vod enabled
7  setup Stare_povesti-trailer input "/home/videa/Stare_povesti-
   trailer.avi"
8  new Shrek_bonus vod enabled
9  setup Shrek_bonus input "/home/videa/PIXAR-Shrek_bonus.avi"
10 new Matrix_Reloaded-trailer vod enabled
11 setup Matrix_Reloaded-trailer input "/home/videa/Matrix_Reloaded-
   trailer.avi"
12 new Kleopatra-videoklip vod enabled
13 setup Kleopatra-videoklip input "/home/videa/Kleopatra-
   videoklip.avi"
```

PŘÍLOHA P III: PLAYLIST NABÍDKY VIDEÍ PRO KLIENTA

Pozn.: soubor je přiložen na CD pod názvem: playlist.m3u

```
1 #EXTM3U
2 rtsp://192.168.1.2/Geriho_hra
3 rtsp://192.168.1.2/Shrek_bonus
4 rtsp://192.168.1.2/Stare_povesti-trailer
5 rtsp://192.168.1.2/Matrix_Reloaded-trailer
6 rtsp://192.168.1.2/Kleopatra-videoklip
```