

ČVUT – FEL, katedra počítačů

X36MTI – Moderní technologie Internetu

VoIP – Voice over Internet Protocol

Peter Lendácky

9.11.2007

Úvod

V dnešnej dobe Internetu, sa stretávame so situáciami, kde stále hľadáme možnosť, ako si ich pomocou Internetu a počítačov uľahčiť, či pomocou nich ušetriť. Podobným spôsobom vznikla aj myšlienka prenosu hlasu po internetových linkách, čo môže predstavovať značnú úsporu financií na jednej strane, ale i ľudských síl, pretože nie je nutné udržiavať 2 siete (telefónnu a počítačovú), ale postačí udržiavať iba počítačovú, nakoľko celá komunikácia prebieha po jednej sieti.

Základy VoIP

VoIP (Voice over Internet protocol) niekedy sa tiež označuje ako IP telefónia, predstavuje prenos hlasu prostredníctvom dátových sietí. Myšlienka prenášať hlas po dátových sieťach je pomerne stará, prvé štandardy vznikli už v roku 1996.

VoIP prenáša hlasové informácie prostredníctvom komunikačných sietí na Internetovom protokole (IP). Dne je IP štandardom počítačových sietí. Hlas je teda prenášaný v jednej sieti spoločne s ďalšími informáciami akými sú napríklad emailové správy, či webové stránky. Pre užívateľa, ktorý telefonuje prostredníctvom IP telefónie je hovor úplne identický s hovorom klasickým, vytočí telefónne číslo a hovor sa spojí.

Charakteristiky VoIP

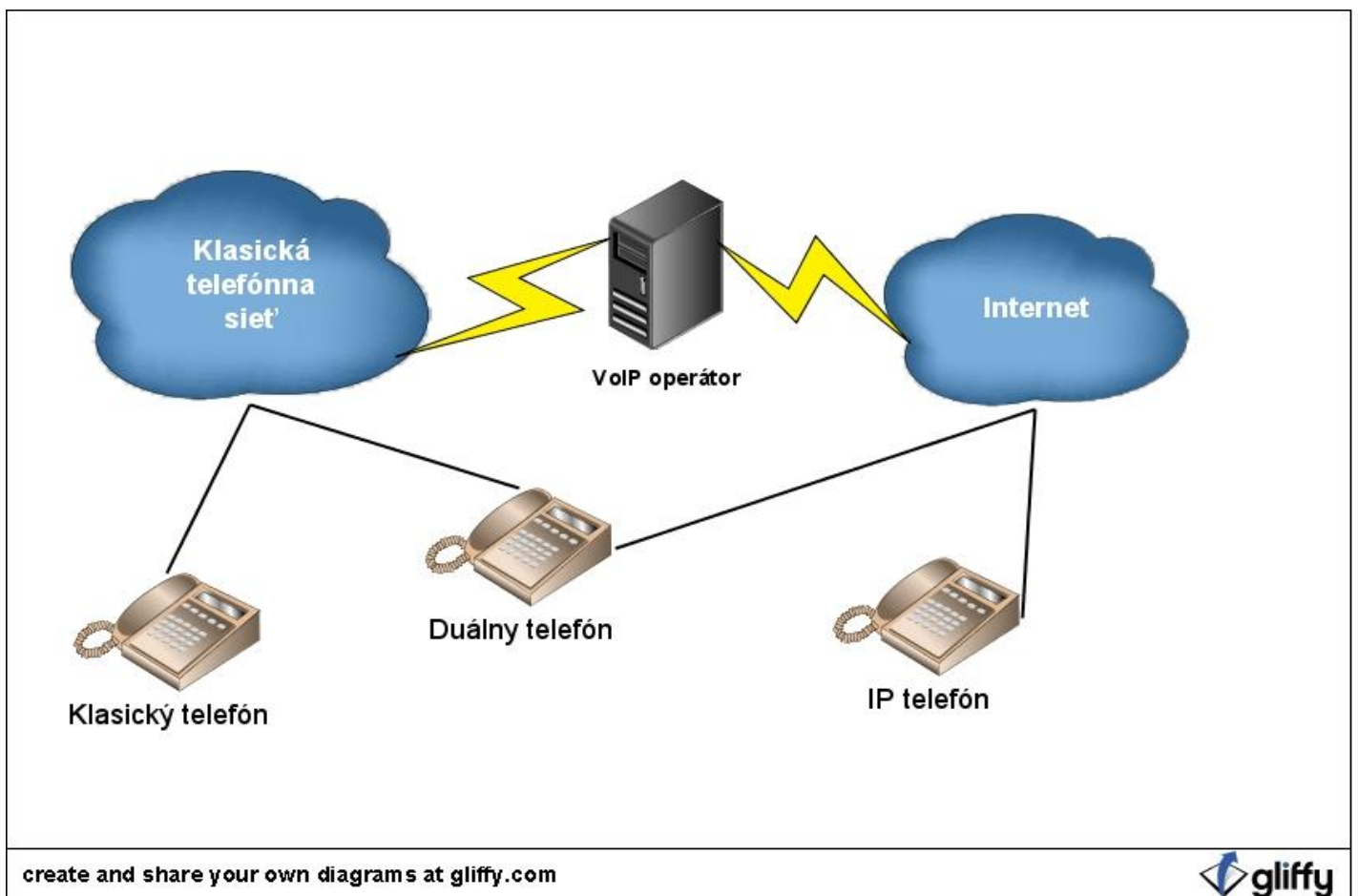
V klasickej telefónnej sieti spojenie funguje tak, že je vytvorená prenosová cesta medzi koncovými bodmi a tá je blokováná po celú dobu spojenia. Teda spojová cesta je blokováná i keď sa žiadna informácia neprenáša, čo predstavuje plytvanie prenosovými kapacitami. V prípade prenosu VoIP sa informácia prenáša iba v prípade, ak je čo prenášať.

Prenosová cesta nie je teda blokována po celú dobu prenosu, ale je zdieľaná. Tým sa zvyšuje efektívnosť prenosu a znižuje cena služby. Popri prenose telefónnej komunikácie sa bez problémov môžu prenášať ostatné služby, napríklad emailové správy, či webové stránky.

Ďalšou výhodou VoIP je dostupnosť kdekoľvek v sieti Internetu. To znamená, že môžeme telefonovať kdekoľvek, kde máme prístup k Internetu. Takisto môžeme mať svoje národné (napr. české) číslo a ľudia z Čiech nám na neho môžu telefonovať za miestnu sadzbu i keď sme povedzme v Amerike.

Nakoľko dnešný Internet nie je 100% pripravený na prenos hlasu, medzi hlavné nevýhody VoIP patria oneskorenie a kolísanie oneskorenia.

Schému komunikácie pomocou VoIP ukazuje nasledujúci obrázok:

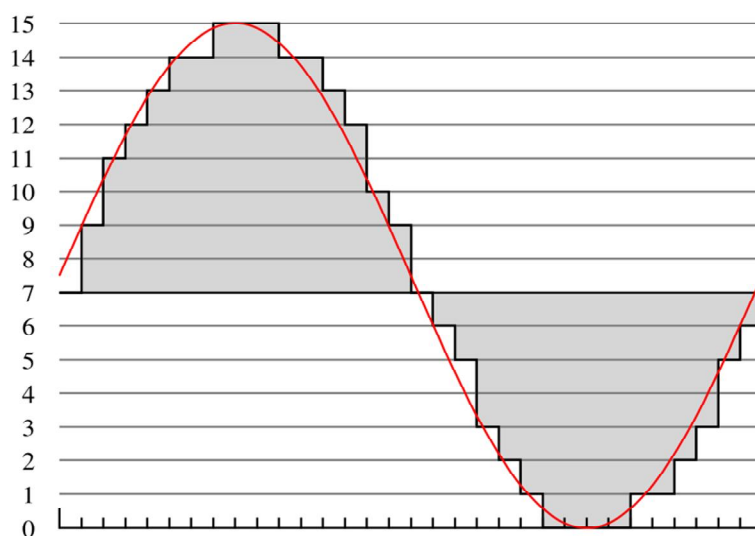


Obr. 1: Schéma komunikácie cez VoIP

Na obr.1 môžeme vidieť, že existujú IP telefóny pripojené k Internetu a klasické telefóny pripojené ku klasickej sieti. Prostredníkom medzi sieťou Internetu a klasickou telefónnou sieťou je VoIP operátor, ktorý zabezpečí, aby si ľudia mohli medzi sebou volať bez ohľadu na to, akú telefóniu využívajú (klasickú, IP). Takisto existujú i duálne telefóny, ktoré môžeme pripojiť ako ku klasickej linke, tak i k VoIP.

Spracovanie hlasu

Analógový spojitý hlasový signál potrebujeme pred prenosom previesť do digitálnej podoby. To prebieha tak, že z analógového signálu sa 8000x za sekundu odoberajú vzorky. Tieto vzorky spadajú do určitého intervalu, ktorý ma priradenú kvantovaciu úroveň. Táto hodnota je následne vyjadrená v bitoch. Pre celkové zníženie počtu prenášaných bitov je použitá nelineárna kompresia. Digitálny signál je následne rozdelený na úseky rovnakej dĺžky, vložený do paketov a odoslaný prijímacej strane. Tam je vybalený z paketov, zložený v správnom poradí a odovzdaný príjemcovi. Z tohto procesu vyplýva veľké oneskorenie a navyiac vďaka rozdielnym cestám jednotlivých paketov tiež rôzne oneskorenie pri prenose.



Obr.2: Ukážka kvantovania hlasového signálu

Kodek je program, ktorý prevádza kódovanie a kompresiu. Kódovanie znamená digitálne vyjadrenie kvantitatívnych úrovní a kompresia vynecháva opakujúcu sa alebo nepodstatnú informáciu. Typ použitého kodeku určuje kvalitu hovoru, meriame ju pomocou parametra MOS (Mean Opinion Score), ktorý je stanovený subjektívnou metódou a môže dosahovať maximálnu hodnotu 5.

Názov	Algoritmus	Prenosová rýchlosť (kb/s)	MOS	Náročnosť (MIPS)
G.711	PCM	64	4,1	0
G.726	adaptívna diferenciálna PCM	32	3,85	1
G.723.1	hlas. kodek pre multimédia	5,6 - 6,3	3,65- 3,9	20-16
G.728	lineárna predikcia (LD-CELP)	16	3,61	30
G.729	lineárna predikcia (CS-ACELP)	8	3,92	20
-> G.729A	jednoduchšia varianta G.729 s menšou kvalitou hlasu			
-> G.729B	nekompatibilná varianta s G.729 neprenášajúca ticho			
Speex	'open source' kodek	8-32		
iLBC	internetový kodek pre malé prenosové rýchlosti	8		

Najpoužívanejší kodek je G.711, druhým je G.729, ktorý ma podobnú kvalitu (MOS) ako G.711, ale menšiu potrebnú prenosovú rýchlosť a tým pádom vyššie nároky na procesorový výkon (MIPS), nakoľko sa hlas musí viac komprimovať.

Prenos hlasu

Prenos informácie sa uskutočňuje pomocou internetového protokolu. TCP protokol pre zabezpečený prenos dát nie je vhodný na prenos dát v reálnom čase, pretože pri výpadku dochádza k preposielaniu a tým k ďalšiemu oneskoreniu. V IP sieťach sa na prenos hlasu používa tzv. RTP (Real-time Transport Protocol) protokol, ktorý môže prenášať informáciu kódovanú ľubovoľným typom kodeku. Aby sme zabránili časovým stratám pri prenose, využíva RTP pre svoj transport nezabezpečený UDP protokol, ktorý beží po IP. Nakoľko nemá RTP protokol pevne priradené porty, býva väčšinou problém preniesť komunikáciu cez firewally využívajúce preklad súkromných a verejných adries (NAT).

Prenos faxov vo VoIP

Podpora faxov vo VoIP je stále limitovaná, pretože kodeky navrhnuté pre VoIP boli stavané na kódovanie hlasu a nie na kódovanie faxových prenosov. Pokus o nápravu bol definovaním alternatívneho faxovania cez IP nazvaného protokol T.38. Nakoľko však v dnešnej dobe sú faxy prežitkom, výhodnejšie je využívať e-mailovú komunikáciu.

Signalizačné protokoly

Signalizačné protokoly používame na zostavovanie spojenia. Môžeme ich rozdeliť na otvorené, ktorých zdrojový kód je známy a preto ktokoľvek môže vyrábať zariadenia, umožňujúce komunikáciu týmito protokolmi a proprietárne, teda uzavreté, navrhnuté súkromnými organizáciami a ich vlastnosti nie sú verejné. Teda spolupráca s koncovými zariadeniami, ktoré komunikujú pomocou nich je pre ostatných výrobcov nemožná, alebo minimálne veľmi obtiažna. Medzi proprietárne protokoly patria napr. Skype, Skinny (Cisco), HFA (Siemens).

H.323 – je najstarším otvoreným signalizačným protokolom, ktorý bol štandardizovaný ITU-T. Ide o protokol s blízkou náväznosťou na technológie používané na ISDN linkách. Jedná sa o binárny protokol a k prenosu audio dát sú používané RTP kanály. Z najrôznejších dôvodov sa od neho však ustupuje, pretože sa ukázalo, že pre súčasný Internet to nie je zrovna najlepšie navrhnutý protokol), a prakticky všetci VoIP operátori miesto neho používajú protokol SIP.

Prvky siete H.323

- Gatekeeper – riadi toky medzi prvkami siete. Riadi prístup, registrácia, autorizácia užívateľov, správa oblastí, pridelovanie rýchlych kanálov, riadenie zostavovanie spojenia....
- Gateway – prevádza konverziu protokolov medzi H.323 terminálmi a ostatnými. Využíva sa na rozhraní siete H.323 a iných.
- Terminál – poskytuje služby koncovým užívateľom.
- Multipoint Control Unit – podporuje konferenčné hovory, používa sa tiež na rozhraní H.323 a ostatných sietí.

Protokoly H.323

- H.225.0 Call Control – hovorová signalizácia riadiaca zostavovanie a rušenie spojenia medzi terminálmi. Je odvodený od protokolu Q.931 (DSS1) a správy sú kódované v ASN.1, prenos cez TCP.
- H.225.0 RAS (Registration, Administration, Status) – protokol pre komunikáciu terminál<->gatekeeper umožňujúci registráciu terminálov, výmenu informácií o adresách a gatekeeperom umožňuje kontrolovať prístup k zariadeniam pod jeho správou. Jeho správy sú kódované v ASN.1 a využíva protokol UDP.
- H.235 – slúži pre zabezpečenie a šifrovanie H.323 protokolov.
- H.245 – prebieha súčasne s, alebo po H.225.0 a umožňuje dohodu medzi terminálmi na vytvorení logického kanála, použitých

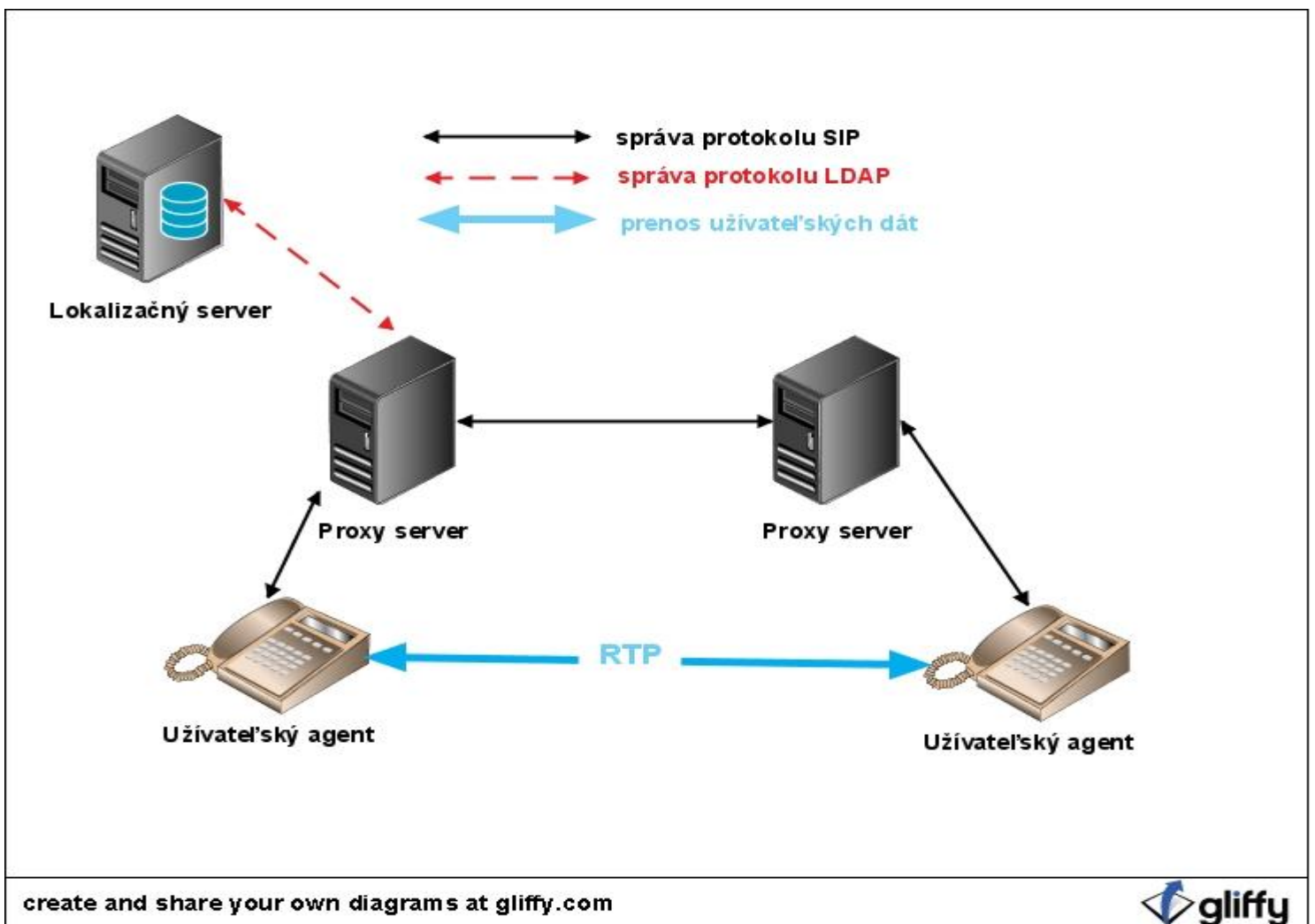
formátoch prenosu, maximálnej rýchlosti a ukončení logického kanálu.

SIP – je novším, otvoreným protokolom, štandardizovaným IETF (Internet Engineering Task Force). Na rozdiel od H.323 mal korene v internetovej komunite, teda lepšie reflektuje charakteristiky IP protokolu. Prenos je prevádzaný po protokole UDP. Je najrozšírenejším protokolom medzi VoIP operátormi.

Prvky siete SIP

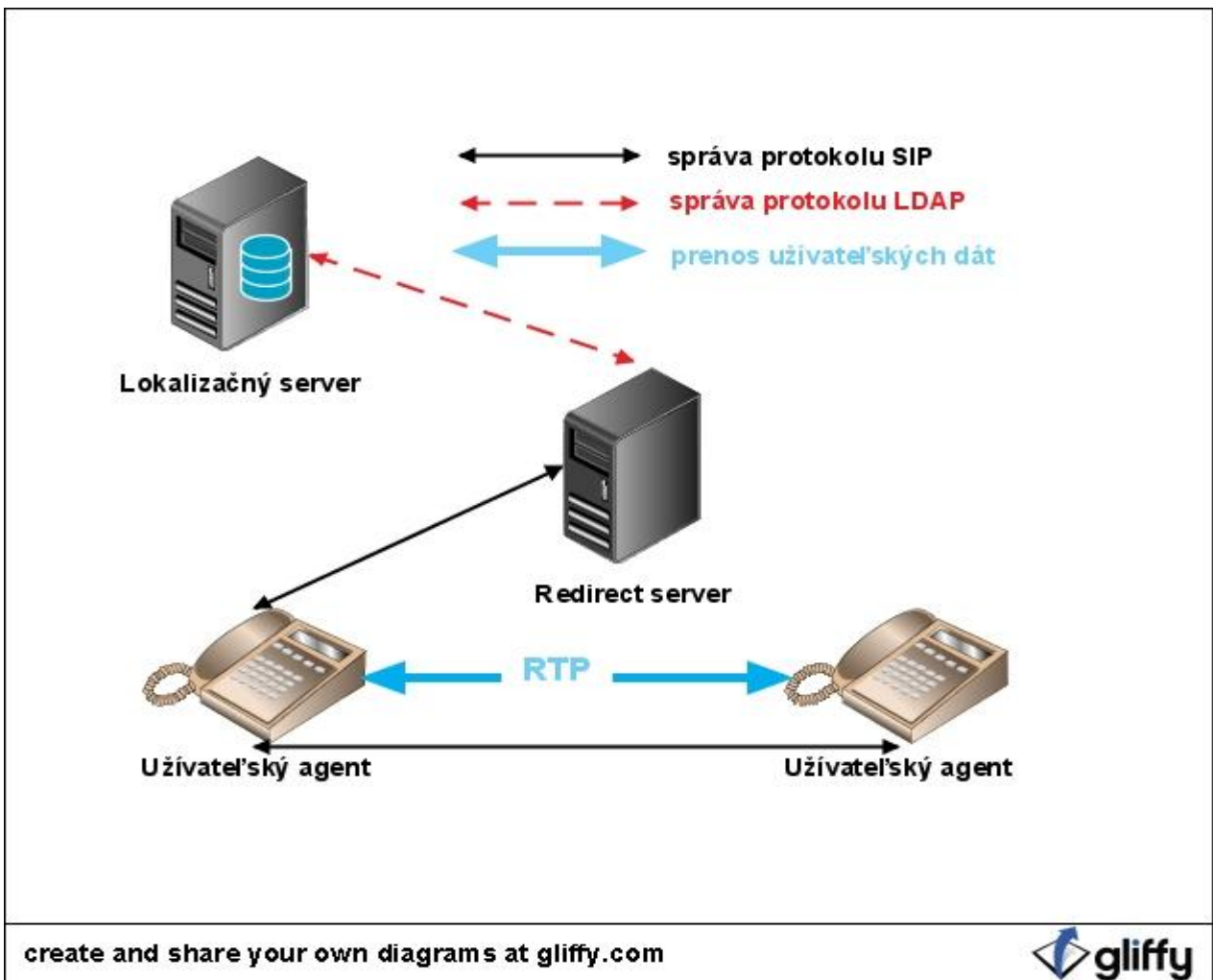
- UA užívateľský agent – je to terminál v SIP sieti. Zahajuje spojenie a odpovedá na prichádzajúce spojenia. Môže to byť buď klasický telefón (HW telefón), alebo vo forme programu (SW klient).
- Proxy server – slúži ako prostredník komunikácie. Smeruje žiadosti a kontroluje oprávnenia, nadväzuje spojenie hneď po obdržaní adresy z lokalizačného servera a potvrdí nadviazanie spojenia volajúcemu klientovi.
- Registračný server – prijíma od užívateľských agentov žiadosti o registráciu, informácie o aktuálnej polohe účastníka (IP adresa, port, užívateľské meno) ukladá do lokalizačného servera (využitie na smerovanie).
- Lokalizačný server – adresárový server, ktorý môže byť súčasťou redirect, alebo proxy servera a slúži ako zdroj informácie o možnom umiestnení volaného klienta (adresa, alebo číslo) pre redirect a proxy servery.
- Redirect server – menej používaný, nájde cieľovú adresu spojenia pomocou lokalizačnej služby a vráti ju užívateľskému agentovi a ten posiela ďalšie žiadosti priamo na obdržanú adresu vzdialeného užívateľa.

Nasledujúca schéma ukazuje komunikáciu pomocou proxy serverov. Komunikácie prebieha tak, že užívateľ zašle na svoj proxy server požiadavku, kam chce telefonovať. Ten proxy server zadá dotaz na lokalizačný server a ten mu odpovie, kde sa daný klient nachádza. Následne proxy server kontaktuje proxy server volaného, pomocou ktorého sa spojenie nadviaže. Samotné užívateľské dáta (po RTP kanáloch) už sú smerované priamo medzi koncovými užívateľskými agentmi.



Obr. 3: Schéma komunikácie v SIP pomocou proxy serverov

Ďalšou možnosťou je komunikácia cez redirect server. Vtedy volajúci kontaktuje redirect server, ktorému oznámi kam sa chce dovolať. Následne redirect server kontaktuje lokalizačný server, vyhledá informáciu o polohe volaného a túto informáciu vráti volajúcemu. Ten následne už nadviaže komunikáciu priamo k volanému bez využitia proxy serverov. Užívateľské dáta sú, samozrejme, takisto zasielané priamo medzi užívateľmi. Nasledujúca schéma ukazuje princíp tejto komunikácie.



Obr. 4: Schéma komunikácie v SIP pomocou redirect servera

Adresácia v SIP je vo forme e-mailovej adresy v tvare užívateľ@doména, čo je jednoznačný identifikátor užívateľa, avšak neuvádza jeho presnú polohu. Užívateľ sa zviaže so svojou adresou a polohou na registračnom serveri, ide prakticky o prihlásenie do VoIP siete.

Ústredne vo VoIP

Ústredňa je zariadenie, ktoré umožňuje vybudovať vlastnú telefónnu sieť s plnou podporou konferenčných hovorov, transferov hovorov, čakania volajúcich, hlasových schránok a podobne. Pri VoIP technológii môžeme využiť dostupné freewarové ústredne vo forme programu pre počítač, ktoré podporujú všetky funkcie normálnych ústrední a sú zdarma. Tieto ústredne dokážu prepájať VoIP telefóniu s normálnou telefónnou sieťou a to buď prostredníctvom VoIP operátora, alebo prídavných hardwarových kariet do počítača, ku ktorým pripojíme klasické telefónne linky, prípadne kombináciu obidvoch. Konfigurácia takýchto ústrední sa prevádza prevažne cez webové rozhranie.

Medzi najznámejšie takéto ústredne patria napr.

- Asterisk – www.asterisk.org
- 3CX – www.3cx.com



Zdroje

<http://www.wikipedia.org> – Encyklopédia Wikipedia

<http://www.comtel.cz> – Katedra telekomunikačnej techniky FEL