

Technická univerzita v Košiciach
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroniky a multimediálnych telekomunikácií

Záverečná správa 2007

MOBILTEL

Mobilné multimodálne telekomunikačné systémy a služby
(APVT – 20-029004)



Zodpovedný riešiteľ: Prof. Ing. Anton Čižmár, CSc.
Riešiteľský kolektív: doc. Ing. Ľubomír Doboš, CSc.
doc. Ing. Jozef Juhár, CSc.
prof. Ing. Dušan Levický, CSc.
Ing. Slavomír Lihan, CSc.
Ing. Matúš Pleva
Ing. Ján Papaj
Ing. Stanislav Ondáš
Ing. Michal Mirilovič

Košice, 29.1.2008

OBSAH

1 ÚVOD	3
2 NÁVRH SKŮŠOBNEJ MULTIMODÁLNEJ SLUŽBY	5
2.1 OPTIMALIZÁCIA DUPLEXNÉHO PRENOSU REČI	5
2.1.1 <i>Architektúra SIP</i>	7
2.1.2 <i>NAT a Firewally</i>	12
2.2 OPTIMALIZÁCIA GRAFICKÉHO ROZHRAŇIA SLUŽBY PRE MOBILNÝ TERMINÁL	26
2.2.1 <i>Dialóg pre službu Počasie</i>	26
2.2.2 <i>Dialóg pre službu cestovný poriadok</i>	30
2.3 RÝCHLOSŤ INTERAKCIE PRE GRAFICKÉ ROZHRAŇIE.....	35
2.3.1 <i>Porovnanie s rečovou modalitou</i>	36
2.4 KOMBINOVANÁ INTERAKCIA	38
3 OPTIMALIZÁCIA MULTIMODÁLNEHO DIALÓGU SLUŽIEB CESTOVNÝ PORIADOK A POČASIE NA STRANE SERVERA A PDA ZARIADENIA	40
3.1 GRAFICKÉ ZNÁZORNENIE BEHU DIALÓGU	41
3.1.1 <i>Systém sledovania hlasového vstupu grafickým rozhraním</i>	44
3.2 DIALÓG SLUŽBY PREDPOVEĎ POČASIA	47
3.3 DIALÓG SLUŽBY CESTOVNÝ PORIADOK.....	54
4 SPUSTENIE A TESTOVANIE FUNKČNEJ VERZIE SYSTÉMU	63
4.1 NÁVRH A REALIZÁCIA KOMUNIKAČNÉHO SERVERA NA BÁZE GALAXY ARCHITEKTÚRY	63
4.2 VYTVORENIE WLAN PRÍSTUPOVÉHO BODU PRE TESTOVANÚ MULTIMODÁLNU SLUŽBU	63
4.3 IMPLEMENTOVANIE A TESTOVANIE MULTIMODÁLNEJ APLIKÁCIE Z DOSTUPNÝCH PDA ZARIADENÍ	63
5 ZÁVEREČNÉ ZHODNOTENIE VÝSLEDKOV PROJEKTU	64
ZOZNAM PUBLIKÁCIÍ RIEŠITEĽOV	68
ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK	71

1 ÚVOD

Moderné technológie a zariadenia sa stali neoddeliteľnou súčasťou nášho života. Potreba získavania aktuálnych informácií v reálnom čase je v súčasnosti nevyhnutnosťou. Veľkému napredovaniu prispieva aj rozvoj mobilných komunikačných zariadení, ktoré sa stávajú v súčasnosti už svetovým štandardom pre každého človeka. Práve to je segment, ktorý je schopný využívať a už aj využíva možnosti mobilných služieb. Tieto služby nám ponúkajú všetky možné dostupné informácie.

Preč sú časy, keď sme museli na správy o počasí čakať na ranejšie noviny, resp. ste si museli pozrieť predpoveď počasia večer v TV. Taktiež sa už nevráti doba, v ktorej si človek na zistenie informácií o vlakových spojoch musel kupovať knihu s kompletným cestovným poriadkom. Áno, je to tak, doba sa zmenila a s ňou sa zmenil aj pohľad človeka na informácie. Súčasný človek chce mať aktuálne, ľahko pochopiteľné a prístupne informácie stále po ruke. Za týmto účelom vznikol projekt multimodálnej služby MobilTel, ktorá v súčasnosti prináša služby *Predpoveď počasia* a *Cestovné poriadky* priamo do vášho PDA zariadenia.

S vývojom mobilných technológií sa služby neustále zdokonaľujú. S možnosťou interpretovať informácie aj inou modalitou ako je reč, nastala nová éra v poskytovaní služieb v mobilných technológiách. Pri telefonickú komunikáciu môžeme tieto informácie, ktoré vytvára stroj v rozhovore, zachytiť iba sluchom. Teraz má užívateľ možnosť informáciu nielen počuť, ale aj vidieť. Jedná sa o komunikáciu človek - stroj (*Human-Computer Interaction - HCI*). Ďalšou alternatívou je pomocou grafického rozhrania zadať požiadavku, namiesto zadania hlasom, ak výber je z malého počtu možností je to omnoho rýchlejšie ako hlasom (napr. áno/nie).

Poznávacie procesy ako vnímanie, myslenie, reč, signálna sústava používame pri vnímaní jednotlivých konkrétnych predmetov prostredníctvom zmyslových orgánov - zrak, sluch a ďalších. Kombinácia sluchových a zrakových podnetov pomáha

komplexnejšie zobrazit' informáciu pre človeka. Takto zachytená informácia sa lepšie zapamätá, ako keby bola zachytená len sluchom.

Použitím hlasového a grafického rozhrania má užívateľ väčšiu flexibilitu zadania požiadaviek pre získanie svojej informácie. Môže ich zadať buď hlasom, grafickým rozhraním, alebo kombinovane podľa rozhodnutia používateľa. Takto si používateľ vyberie pre neho najvhodnejší spôsob komunikácie.

Ďalšie informácie ohľadom tohto projektu sú prístupné na web stránke:
<http://mobitel.tuke.sk>.

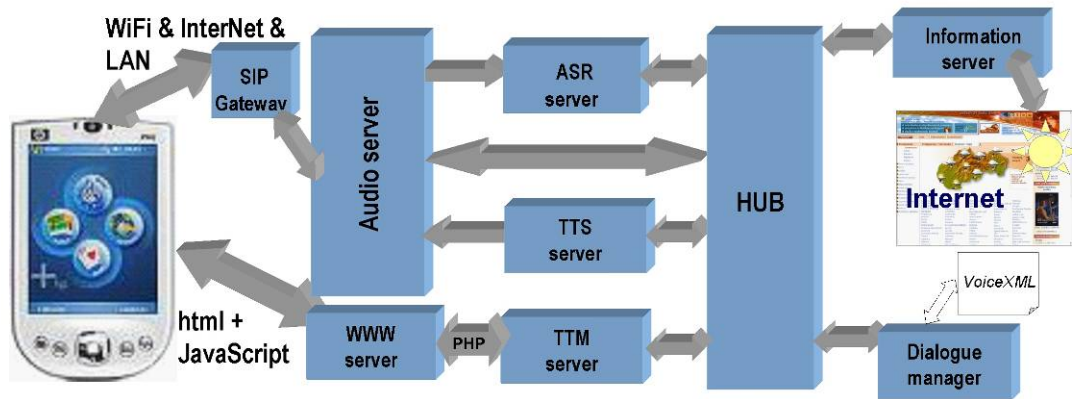
2 NÁVRH SKÚŠOBNEJ MULTIMODÁLNEJ SLUŽBY

2.1 OPTIMALIZÁCIA DUPLEXNÉHO PRENOSU REČI

Na základe pokusov efektívne vyriešiť prenos hlasu z PDA prostredníctvom IP siete sme dospeli k záveru, že najefektívnejším riešením problému plne duplexného prenosu reči so všetkou potrebnou signalizáciou je využitie hotových VoIP knižníc, ktoré existujú aj pod operačné systémy PDA a sú optimalizované na minimálne HW nároky.

VoIP je služba, ktorá zaznamenala v poslednom čase obrovský rozmach v oblasti IT aj na Slovensku. Už je možné využiť aj komerčné VoIP služby slovenských operátorov s nízkymi mesačnými nákladmi a slovenským telefónnym číslom, na ktoré by bolo možné sa dovolať ako na klasickú PSTN linku. Využitie lacných zahraničných operátorov zase umožňuje registrovanie užívateľov, ktorých VoIP klienti sa budú z PDA pripájať na VoIP klienta MobilTel komunikátora. Najefektívnejšie by bolo v budúcnosti vytvoriť vlastný VoIP server, ktorý by umožnil pripájanie klientov aj bez registrácie.

Zmena v stratégii prenosu reči sa prejavila v tom, že sme ku existujúcemu Audioserveru a karte Dialogic, ktorá obsluhuje klasickú PSTN linku, pripojili VoIP Gateway. Tá umožňuje zmenu signalizácie a hovorových dát z VoIP prostredia do klasickej PSTN siete. Zvolili sme VoIP štandard SIP a zatiaľ sme aktivovali konto u zahraničného SIP operátora voipdiscount.com. Architektúra sa tým modifikovala podľa obrázku.



Obr. 2.1 MobilTel architektúra

Využitie hotových VoIP štandardov umožňuje preklenúť problémy, ktoré sme si dali za cieľ. A to hlavne aby bola služba dostupná z ľubovoľnej WiFi siete, ktorá má internetovú konektivitu. To však nie je možné bez algoritmov, ktoré by dokázali obojsmerný prenos dát napriek viacnásobným NAT (Network Address Translation) alebo firewallom.

VoIP štandardom, ktorý je v maximálnej miere kompatibilný s PDH digitálnymi hierarchiami je protokol H.323. VoIP protokoly riešia nadviazanie a ukončenie spojenia a všetku potrebnú signalizáciu. Na samotný prenos reči využívajú štandardné G.711 a GSM kodeky. Nevýhodou H.323 je to, že sa prenáša v binárnom tvare a je ťažko čitateľný či modifikovateľný, čo malo za následok, že tvorcovia voľne dostupných VoIP softvérov siahli k iným možnostiam.

Alternatívou k protokolu H.323 je protokol SIP (Session Initiation Protocol). Session Initiation Protocol je protokol vyvinutý pracovnou skupinou IETF MMUSIC (the Internet Engineering Task Force, Multiparty Multimedia Session Control). SIP je štandardizovaný v IETF RFC 2543, publikovanom v marci 1999, aktuálna verzia 2.0 je definovaná v RFC 3261.

SIP je textový signalizačný protokol na aplikačnej úrovni. Slúži na nadviazanie, modifikáciu a ukončenie multimedialneho spojenia, medzi dvoma, alebo viacerými účastníkmi. Oproti H.323, je SIP podstatne odľahčený a menší. Je to vlastne iba signalizačný protokol, ktorý má za úlohu "iniciovať spojenie - session". Zjednodušene povedané zabezpečuje, aby sa dva terminály vzájomne našli a spojili. Keď sa nájdu, tak na všetkom potrebnom sa môžu už ďalej dohadovať samé a protokol SIP k tomu už nepotrebuje. To je významnou odlišnosťou oproti H.323, ktorý sa robí oveľa viac,

napríklad aj sprostredkovávanie výberu vhodných kodekov na oboch stranách. Dôsledkom je to, že bez gatekeeperu (správcu) sa dva terminály medzi sebou nedohodnú.

SIP má syntax podobný protokolom HTTP a SMTP. Na rozdiel od binárne kódovaného H.323 je založený na správach vo forme čistého textu a je transportne nezávislý (môže byť použitý na prakticky ľubovoľnom transportnom protokole). SIP môže vytvárať spojenia pre akýkoľvek multimedialny prenos. Jedná sa hlavne o prenos hlasu, ale i videa. V praxi je SIP najčastejšie využívaný pre telefonovanie po IP sieti. Pri prenose multimédií sa využívajú aj iné IETF protokoly napríklad RTP (Real-time Transport Protocol), štandardizovaný v RFC 1889. Pre vlastný transport SIP protokolu slúžia transportné protokoly UDP (User Datagram Protocol), TCP (Transmission Control Protocol) a TLS (Transport Layer Security). Pre kódovanie správ sa využíva UTF-8.

2.1.1 ARCHITEKTÚRA SIP

Základnými prvkami architektúry sú tzv. User agents (UA). User agents sú koncové zariadenia SIP siete. Starajú sa o nadväzovanie spojenia s ostatnými UA. Najčastejšie sa jedná o SIP telefóny a to buď hardwarové – IP telefóny, alebo softwarové tzv. softphone a brány do iných sietí.

User agentov delíme na:

- **User Agent Client (UAC)** čo je časť UA ktorá má na starosti inicializáciu spojenia
- **User Agent Server (UAS)**, časť UA ktorá prijíma požiadavky od klienta, spracuje ich a posiela klientovi odpovede.

V koncovom zariadení (SIP telefóne) je implementovaný aj UAC aj UAS.



Obr. 2.2 Príklady User agentov: HW IP Telefón Cisco CP 7960, SW Softphone SJ Phone a HW VoIP Gateway Linksys/Sipura PAP2T

Komunikácia User agentov cez SIP môže byť priama (typu peer-to-peer), ak UA poznajú navzájom svoju polohu – volajúci pozná sieťovú adresu volaného. Ak volajúci nepozná adresu volaného, obracia sa na ďalšie prvky siete - špecializované servery (komunikácia klient-server), ktorých úlohou je sprostredkovať komunikáciu medzi účastníkmi hovoru (analógia gatekeeperu v H.323).

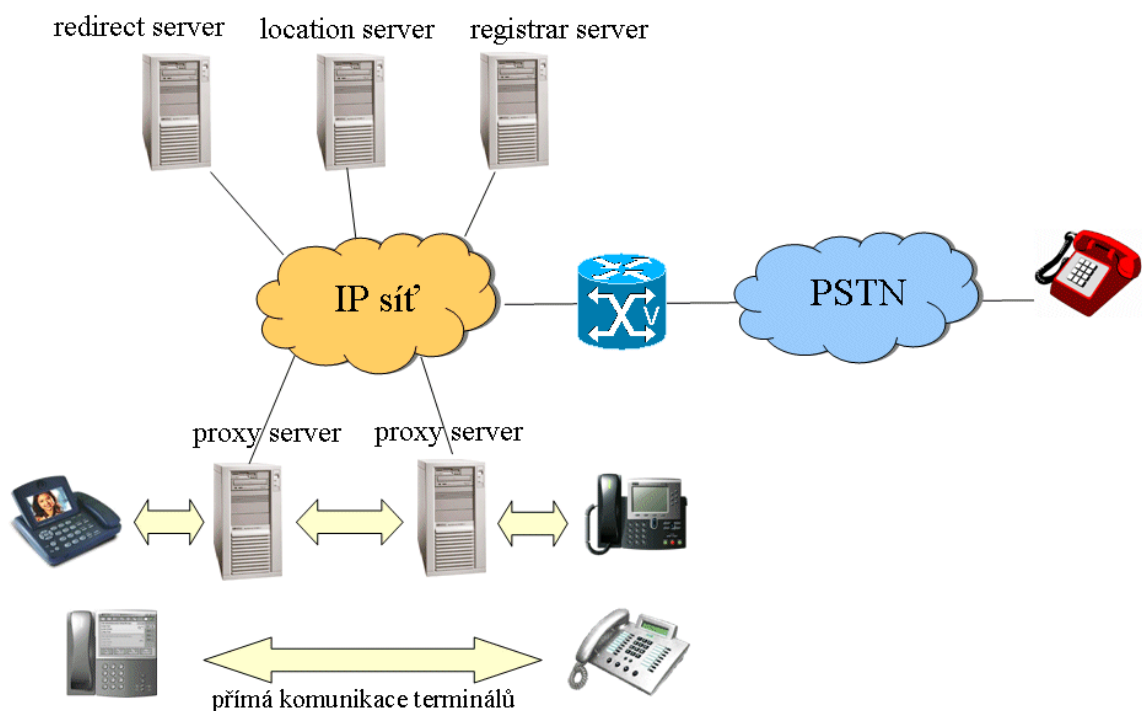
Rozlišujeme tieto typy SIP serverov:

1. **Proxy server** – tento server prijme žiadosť o spojenie od UA alebo od iného proxy servera a predá ju ďalšiemu proxy serveru (pokiaľ volanú stanicu nemá vo svojej správe), alebo priamo volanému UA ktorý je v rámci domény spravovanej serverom.
2. **Redirect server** – Podobne ako proxy, prijíma žiadosti o spojenie od UA, alebo proxy serverov, ale neposiela ich ďalej v smere volaného. Posiela

žiadateľovi informáciu, komu má poslať žiadosť aby sa dostala k volanému. Je potom na žiadateľovi, aby žiadosť na takto získanú lokalitu poslal.

3. **Registrar server** – prijíma registračné žiadosti od UA a aktualizuje podľa nich databázu koncových zariadení (location service), ktoré sú v rámci domény spravované.

Aj keď sú tieto servery definované oddelene, v praxi ide často o jednu aplikáciu, ktorá prijíma registrácie koncových uzlov a podľa konfigurácie sa chová zároveň ako proxy, alebo redirect server.



Obr. 2.3 Možnosti komunikácie cez SIP

Signalizácia

Pre účely signalizácie sú v štandarde definované tieto druhy správ:

INVITE – žiadosť o nadviazanie spojenia alebo o zmenu parametrov existujúceho spojenia

BYE – žiadosť o ukončenie spojenia

ACK – žiadosť, ktorou klient potvrdzuje, že dostal odpoveď na žiadosť INVITE

REGISTER – žiadosť o registráciu klienta na registrar serveri

CANCEL – žiadosť o zrušenie prebiehajúcej žiadosti INVITE

OPTIONS – žiadosť o zaslanie podporovaných funkcií na serveri

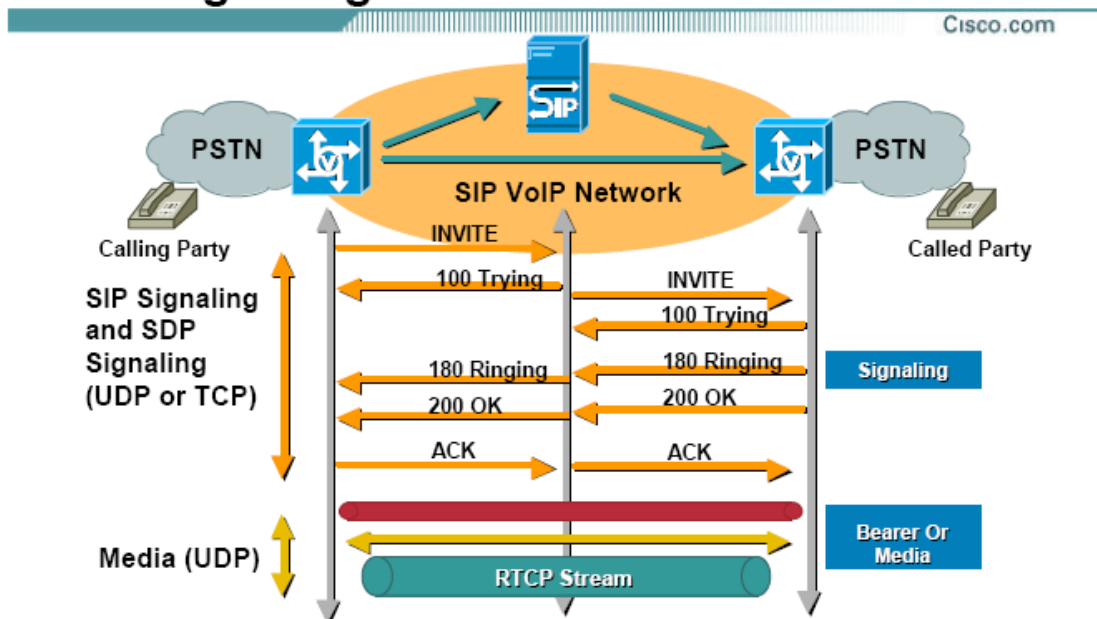
INFO – prenos informácií behom hovoru

Odpovede na SIP metódy sú správy uvedené číselným kódom. Systém kódov je prevzatý z HTTP protokolu. Číselné kódy odpovedí sú členené do skupín:

- *Provisional 1xx* – informačné správy (napr. “100 Trying”, “180 Ringing”)
- *successful 2xx* – úspešné ukončenie žiadosti (“200 OK”)
- *redirection 3xx* – presmerovanie, požiadavku je potrebné smerovať inde (“305 Use Proxy”)
- *request failure 4xx* – chyba, požiadavka by sa nemala v rovnakej podobe opakovať (“403 Forbidden”)
- *server failure 5xx* – chyba servera (“500 Server Internal Error”)
- *global failures 6xx* – globálne zlyhanie (“606 Not Acceptable”)

Na identifikáciu účastníka sa v rámci SIP používa Uniform Resource Identifier (URI) resp. Universal Resource Locator (URL) v tvare sip:user@domain.com. To je ukážkou toho ako SIP využíva existujúce štandardy. Týmto spôsobom sú identifikovaní nielen koncoví účastníci ale aj hlasové záznamníky, brány do iných sietí, skupina účastníkov, atď.

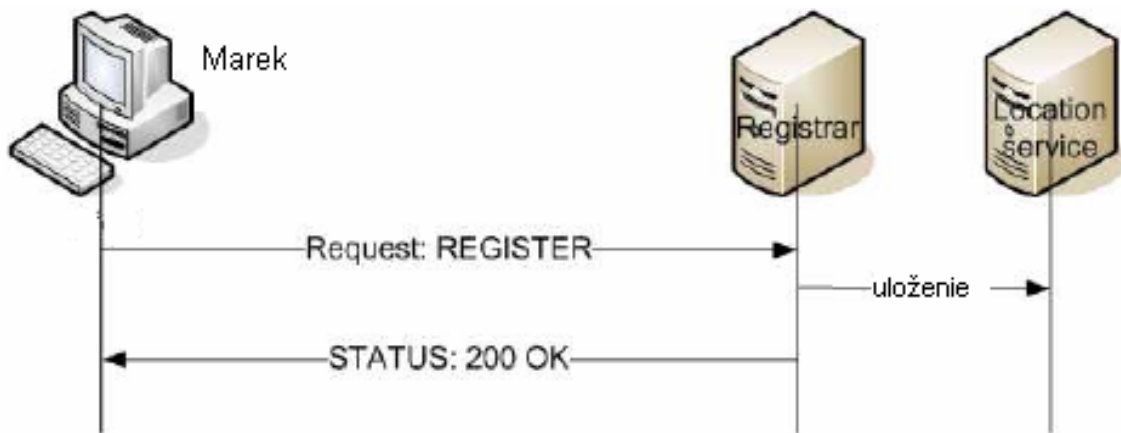
SIP Signaling



Obr. 2.4 Signalizácia v SIP – e

Registrácia

Každý terminál, ktorý chce byť prístupný pre prichádzajúce volania, oznámi svoju existenciu a aktuálnu polohu k tomu určenému registračnému serveru (registrar server). Tomu pošle správu typu REGISTER. Príslušný registračný server potom uloží údaje o aktuálnom umiestnení nového terminálu do databázy nazývanej location service a pošle odpoveď o úspešnej registrácii (200 OK). Túto databázu potom využívajú SIP Proxy servre, ktoré dostávajú odpovede na dotazy o tom, kde sa určitý terminál nachádza. Každá registrácia má limitovanú dobu platnosti. Doba platnosti je v hlavičke kontaktnej správy. Po tejto dobe musí UA obnoviť dobu platnosti, ináč bude nedostupný.



Obr. 2.5 Registrácia UA

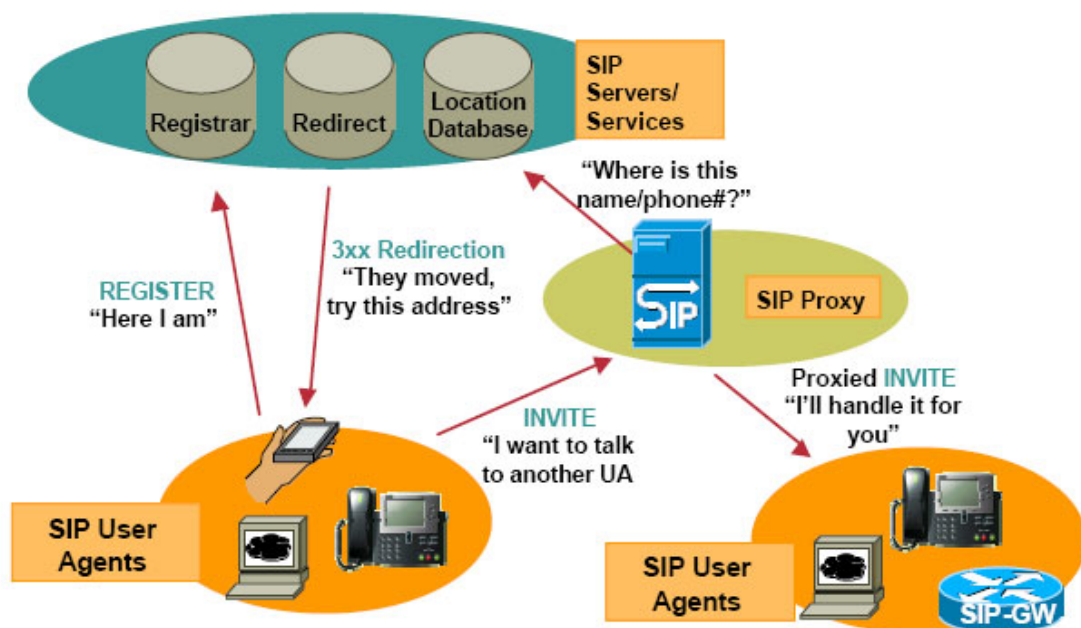
Nadviazanie spojenia

Keď užívateľ A volá inému užívateľovi B a pozná presnú adresu jeho terminálu, pošle správu INVITE (pozvanie) priamo užívateľovi B. Ak jeho adresu nepozná, môže sa najprv obrátiť priamo na location service s príslušným dotazom na polohu volaného, alebo svoju pozvánku predá proxy serveru prípadne redirect serveru.

SIP Proxy server sám zaistí správne predanie pozvánky (správy INVITE). Teda pošle dotaz na databázu location service na zistenie adresy volaného terminálu. Následne pozvánku predá ďalej v príslušnom smere na najbližší SIP Proxy k volanému. Informuje volajúceho odpoveďou 100 Trying. SIP Proxy na druhej strane predá túto žiadosť volanému. Ten po prijatí žiadosti odpovedá 180 Ringing. Po zdvihnutí volaný informuje volajúceho odpoveďou 200 OK. Odpoveď a tiež INVITE obsahujú payload SDP (Session Description Protocol), ktorý slúži na dohodnutie kodekov a portov RTP. Keby terminály nepodporovali rovnaké kodeky, došlo by k uzatvoreniu session. Ak sa

terminály dohodnú, volajúci odpovedá na správu 200 OK správou ACK priamo volanému a začne prenos RTP na dohodnutom porte, dohodnutým kodekom. Ukončenie session je signalizované správou BYE a odpoveďou 200 OK.

SIP Redirect server najprv prijme pozvánku (správu INVITE), a tiež si zistí všetko potrebné o umiestnení volaného terminálu (od location servera). Potom narozdiel od proxy servera - pozvánku (správu INVITE) vráti odosielateľovi v odpovedi zaradenej do triedy 3xx, spolu s informáciami o volanom termináli. Ďalšie požiadavky posiela UA priamo na tento terminál.



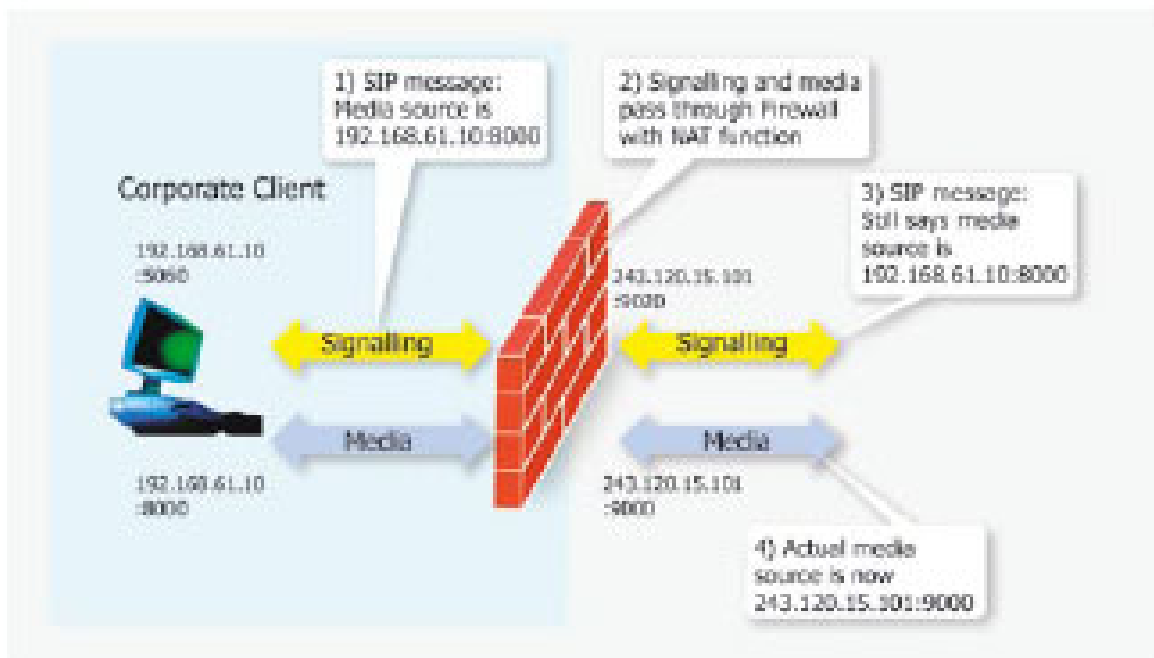
Obr. 2.6 SIP servery a služby

2.1.2 NAT A FIREWALY

Množstvo lokálnych sietí je pripojených do Internetu pomocou firewallov, aby sa zamedzilo sieťovým útokom a nepovolenému prístupu k citlivým informáciám v lokálnej sieti. Firewally však vytvárajú problém pre spojenia pomocou protokolu SIP. Dôvodom býva najčastejšie to, že prístup na niektoré konkrétne porty býva v rámci firewallu blokový, alebo aspoň nejaký obmedzený. Prípadne firewall nepovolí žiadosti o nadviazanie spojenia, prichádzajúcej z vonku pretože ju považuje za pokus o napadnutie. Preto je dôležité aby firewally vedeli rozpoznať protokol SIP a aby umožnili tomuto protokolu prenášať dáta do zabezpečených sietí.

Ďalším problémom pre protokol SIP je rozsiahle používanie NAT (Network Address Translation) v sieťach. NAT je technológia, ktorá umožňuje šetriť IPv4 adresný priestor používaním privátnej adresnej schémy v rámci lokálnej siete. V mnohých prípadoch je NAT používaný pre bezpečnostné účely, teda ukrytie lokálnej siete za NAT zariadenie. Keď je IP paket poslaný z lokálnej siete do internetu, NAT zariadenie zmení privátnu IP adresu na verejnú. Ak IP paket príde z internetu, proces sa vykoná opačne.

Ak užívateľ ktorý je v lokálnej sieti za NAT zariadením iniciuje SIP spojenie, užívateľova privátna adresa je pridaná do hlavičky SIP. Ak SIP pošle požiadavku do Internetu cez NAT zariadenie, jeho IP adresa bude prevedená na verejnú. Prichádzajúce pakety budú mať vo svojej hlavičke správnu adresu, teda by mali byť smerované správne. Ale NAT zariadenie neprepíše IP adresu v SIP správe a preto SIP pakety nemôžu byť správne smerované do lokálnej siete, teda nedôjde k nadviazaniu SIP spojenia .



Obr. 2.7 NAT a Firewall

Typy NAT

Rozlišujeme 4 typy NAT:

Full cone NAT – v tomto prípade, po vykonaní mapovania na dosiahnutie klienta za NAT, je potrebné vedieť len mapovaciu schému aby mohol byť paket doručený - po vytvorení záznamu v NAT tabuľke sú povolené akékoľvek prichádzajúce spojenia. Všetky dotazy z jednej lokálnej IP adresy a portu sú mapované na jednu vonkajšiu IP adresu a port. Ľubovoľný klient z vonkajšej siete môže poslať paket na počítač v lokálnej sieti jednoducho tak, že pošle paket na namapovanú vonkajšiu IP adresu.

Restricted cone NAT – mapovanie je podobné ako v prechádzajúcom prípade, len je potrebné aby komunikáciu začal klient ktorý je za NAT a až potom môže klient mimo NAT plnohodnotne komunikovať s daným klientom. V prípade ak klient mimo NAT pošle dáta klientovi za NAT ako prvý, tieto dáta nebudú doručené.

Port restricted cone NAT – tento typ je veľmi podobný Restricted cone s jedným rozdielom. Ak klient za NAT začína komunikáciu, posieľa klientovi mimo NAT dáta na jeho IP adresu a číslo portu. Po prijatí dát, môže klient mimo NAT posieľať dáta späť len na to číslo portu, na ktorom dáta prijal.

Symmetric NAT – tento typ NAT je úplne odlišný od ostatných typov, všetky dotazy z jednej lokálnej IP adresy a portu na cieľovú IP adresu a port sú mapované na rovnakou externou IP adresou a portom. Ak ten istý klient pošle paket s rovnakou zdrojovou IP adresou a portom, ale na inú destináciu, je použité iné mapovanie. Iba ten externý host, ktorý obdrží paket, môže poslať paket späť hostu v lokálnej sieti.

2.1.2.1 MOŽNÉ RIEŠENIA PROBLÉMU PRENOSU HLASU CEZ NAT (NAT TRAVERSAL)

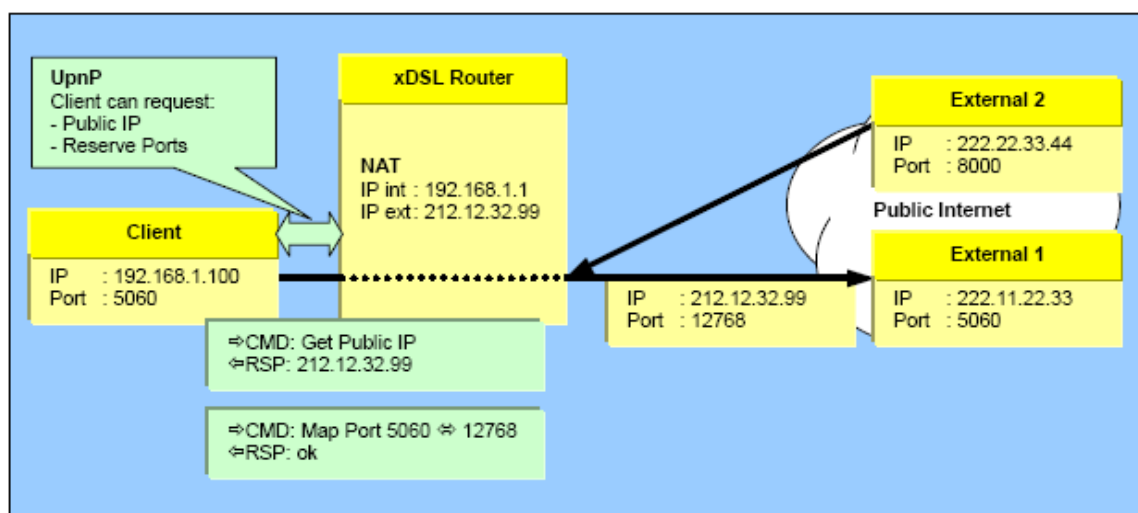
Universal Plug and Play (UPnP)

UPnP je technológia zameraná na domácich používateľov a domáce kancelárie (home Office). Táto architektúra je určená na adresovanie množstva hlavných požiadaviek (problémov) (nie len VoIP) a je navrhnutá tak aby umožnila použitie hotovej konfigurácie pre malé siete aj neskúsenými používateľmi. UPnP umožňuje klientskym aplikáciám odhaľovať vyhľadávať a konfigurovať sieťové komponenty, vrátane NAT firewallov, ktoré sú zahrnuté v UPnP softvéri.

Základnou potrebou vo VoIP aplikáciách je odhaliť a použiť externú IP adresu a port ktorý NAT vyberie pre signalizáciu a toky médií. Ak sú už potrebné informácie známe, VoIP klient môže túto informáciu použiť na VoIP signalizáciu na nadviazanie spojenia. Toto zabezpečuje, že hovor je uskutočnený použitím verejných, smerovateľných adries a portov a je uskutočnené priame spojenie.

Na dosiahnutie spojenia musia mať NAT a VoIP klienti zapnuté a podporované UPnP. Klient sa prostredníctvom protokolu UPnP pýta NAT, aké mapovanie IP adresa:port by malo byť použité ak chce prijímať data na porte x. NAT pošle späť klientovi pár IP adresa:port na ktorom bude dosiahnuteľný z internetu na tomto porte. Klient môže modifikovať SIP/SDP správu a nastaviť korektnú cestu.

Zatiaľ čo mnoho menších spoločností podporuje NAT UPnP pre VoIP, existuje len veľmi málo VoIP klientov s touto podporou. Nevýhodou UPnP je, že nebude pracovať v prípade radenia NAT do kaskády. Napríklad, ak internetový provider vlastní blok adries, ale nie dosť veľký na to, aby vedel poskytnúť každému svojmu zákazníkovi IP adresu z tohto bloku, môže použiť NAT. Niektorý z jeho zákazníkov si zasa potrebuje zriadiť vlastnú sieť (napr. internetová kaviareň) a preto tiež použije svoj vlastný NAT, aby mohol zdieľať pridelenú adresu počítačmi v jeho sieti. Ak klient z tejto siete chce zistiť prostredníctvom UPnP verejnú IP adresu:port, dostane späť zasa iba privátny pár IP adresa:port, ktorý bol pridelený z o úroveň vyššieho NAT – u providera. Tým pádom užívateľ na strane internetu stále nepozná IP adresu počítača:port a nedosiahne klienta v internetovej kaviarni.



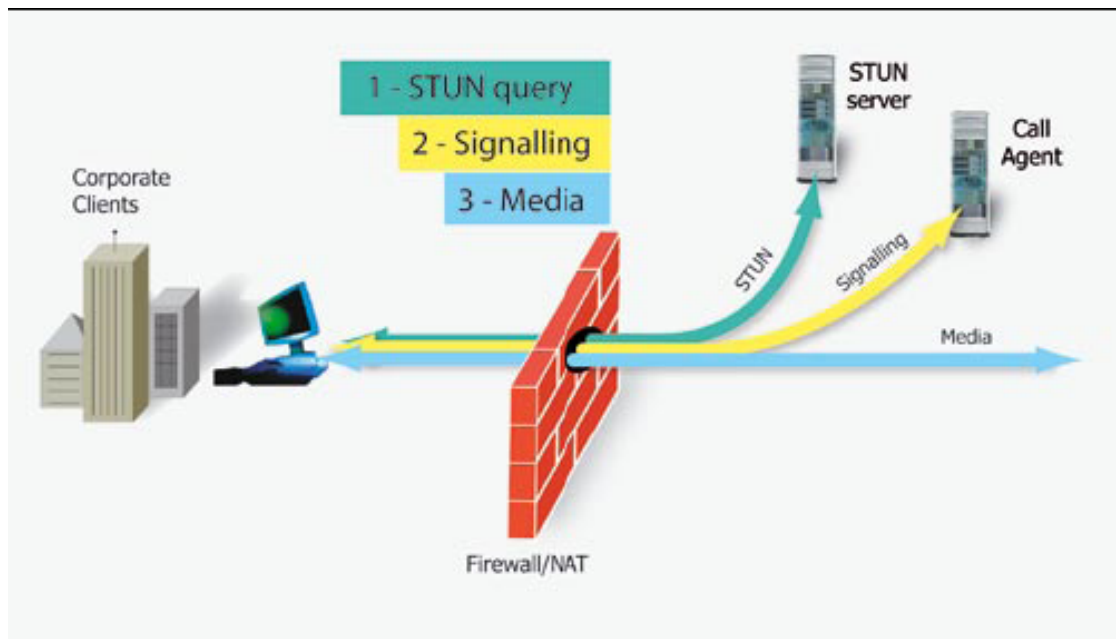
Obr. 2.8 Protokol UPnP

Ďalšia nevýhoda tejto technológie súvisí s bezpečnosťou, keďže nedostatočne rieši problém s firewallmi. UPnP závisí na NAT opening pinholes do vonkajšieho sveta ktoré sú pod dynamickou kontrolou UPnP klienta. Toto riešenie je protikladom k viacerým bezpečnostným/firewallovým politikám a práve preto táto technológia nemôže byť akceptovateľná pre väčšie spoločnosti.

STUN (Simple Traversal of User Datagram)

Protokol STUN (Simple Traversal of User Datagram), je klient-server protokol, ktorý slúži klientovi na zistenie či je za NAT, na zistenie typu NAT a získanie verejnej IP adresy a portu, ktorý je asociovaný NAT-om s príslušným lokálnym portom. Tieto informácie sú potom použité k nastaveniu komunikácie medzi užívateľmi prostredníctvom UDP protokolu. STUN klient je bežne integrovaný v aplikáciách, ktoré potrebujú získať verejnú IP adresu a port, potrebné k prijímaniu dát. STUN je súčasťou aj SIP klientov. Protokol je definovaný v dokumente RCF 3489.

STUN je veľmi dobrým riešením pre VoIP za NAT, avšak má jeden významný nedostatok. Funguje len pri niektorých typoch NAT. Nepracuje so symetrickým NAT, ktoré je používané vo väčšine veľkých podnikových sietí. STUN taktiež nepodporuje SIP zariadenia založené na TCP. Návrh protokolu STUN definuje špeciálny server (STUN server) vo verejnom adresnom priestore. STUN klient odošle požiadavku na STUN server a ten vráti klientovi odpoveď s IP adresou NAT routera a s číslom portu, ktorý NAT otvoril pre príchod dát do siete. Odpoveď tiež obsahuje informáciu o používanom type NAT. Každý typ NAT upravuje UDP paket iným spôsobom. STUN klient identifikuje verejnú stranu NAT pomocou prieskumných STUN správ (každých "nat ttl" sekund), ktoré prichádzajú do STUN servera, aby bolo zaistené zachovanie namapovaných portov. STUN server overí prichádzajúcu správu a informuje klienta, ktorá verejná IP adresa a porty boli použité NAT. Tieto údaje sú neskôr použité pri správach pre nadviazanie spojenia.



Obr. 2.9 Protokol STUN

Automatická detekcia prostredia NAT:

STUN požiadavka (od klienta) obsahuje nasledujúce parametre:

- **RESPONSE-ADDRESS**
- **Change IP**
- **Change Port**

STUN server posiela odpoveď na IP:port špecifikovaný v RESPONSE-ADDRESS atribúte. Ak toto pole nie je prezentované, server posiela odpoveď na IP:port odkiaľ požiadavku dostal. Ak nie sú nastavené flagy Change IP ani Change Port, STUN server odpovedá z IP a portu na ktorý bol inicializačný paket zaslaný. Ak je nastavený flag Change IP, server odpovedá z inej IP adresy, ak je nastavený flag Change Port, server odpovedá z iného portu.

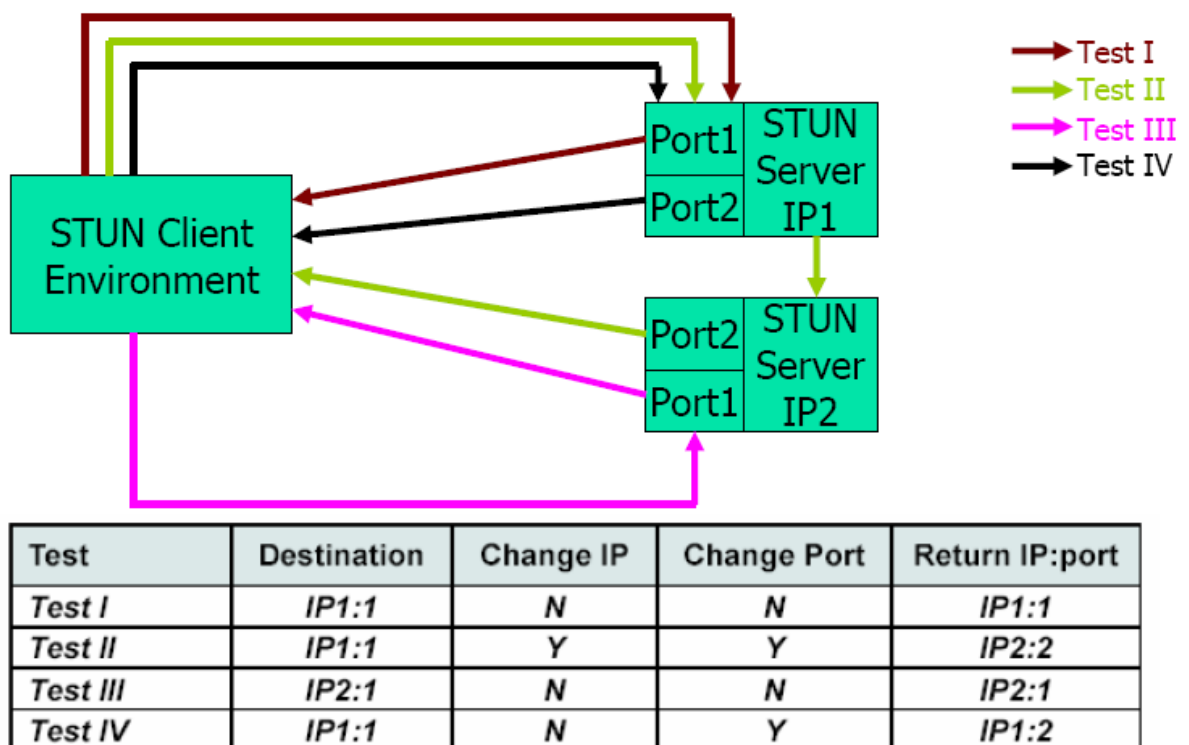
STUN odpoveď (zo servra) obsahuje nasledujúce informácie:

- **MAPPED ADDRESS** – IP adresa:port klienta ktorú vidí prvý STUN server za NAT ktorý prial STUN požiadavku.
- **CHANGED ADDRESS** – IP adresa zdroja odkiaľ bol vrátená odpoveď, ak bol flag Change IP nastavený.
- **SOURCE-ADDRESS** – IP adresa:port odkiaľ bola STUN odpoveď zaslaná.

Použitím kombinácie rôznych požiadaviek vie klient rozoznať:

- či sa nachádza priamo na internete
- či je za NAT a za akým typom NAT je
- či je za firewallom blokujúcim porty UDP

Na detekciu prostredia NAT klient robí štyri testy. Nastavenia parametrov a odpovede ktoré očakáva z každého testu sú uvedené v tabuľke:



Obr. 2.10 STUN testy

Predpokladá, že existujú dva STUN servery (IP1 a IP2) a môžu odpovedať z portov 1 a 2, alebo server s dvoma IP adresami.

1. vykonáva sa TEST I. ak klient nedostane odpoveď, vyhodnotí, že sa nachádza za firewallom, ktorý blokuje UDP porty.
2. Ak klient odpoveď dostane, IP adresa v poli MAPPED-ADDRESS v STUN odpovedi je testovaná oproti IP adrese klienta.

3. Ak je adresa zhodná, beží TEST II (Change IP a Change Port sú nastavené). Ak nedostane odpoveď IP adresa je verejná ale klient sa nachádza za symetrickým UDP firewallom – firewall pustí ku klientovi iba UDP pakety z lokality kde už raz poslal paket. Ak klient odpoveď dostane, vie že nie je nijako blokovaný.
4. Ak IP adresa v bode 2 nie je rovnaká beží TEST II (Change IP a Change Port sú nastavené). Ak klient odpoveď dostane, nachádza sa Full Cone NAT.
5. Ak klient odpoveď nedostane, beží TEST III a testuje IP adresu MAPPED-ADDRESS v odpovedi prichádzajúcej z IP2 oproti MAPPED-ADDRESS vrátenej v TESTE I z IP1. Ak tieto dve adresy nie sú rovnaké, klient sa nachádza za Symmetric NAT.
6. Ak sú adresy rovnaké, beží TEST IV (Change Port – je nastavený). Ak klient odpoveď dostane, je za Restricted NAT. Ak klient odpoveď nedostane, je za Port Restricted NAT

Ako už bolo spomenuté, STUN nedokáže pracovať so symetrickým NAT. Symetrické NAT vykonávajú mapovanie na základe zdrojovej IP adresy a čísla portu, ako aj cieľovej IP adresy a príslušného čísla portu. IP adresa cieľového VoIP klienta je iná ako tá ktorú má STUN server. To znamená, že NAT uskutoční nové mapovanie za použitia iného portu pre odchádzajúce dáta, čo vedie k tomu, že informácie obsiahnuté v správe pre nadviazanie spojenia sú nesprávne a pokus o spojenie zlyhá. Ten istý problém sa vyskytuje aj u prijímaných dát. Práve preto STUN je závislý od toho, že ak je raz port pre odchádzajúce dáta STUN servera namapovaný, všetky dáta z hociktovej časti siete s ľubovoľnou zdrojovou IP adresou budú schopné použiť mapovanie v opačnom smere a dosiahnuť prijímací port v klientovi. NAT, ktoré pracujú na princípe spomenutom vyššie sú náchylné na útoky z vonku, čo je z hľadiska bezpečnosti nežiaduci jav. Táto metóda preto zlyháva v riešení problémov s firewallmi pretože zo sebou prináša väčšie riziká z hľadiska bezpečnosti.

Connection Oriented Media (Comedia)

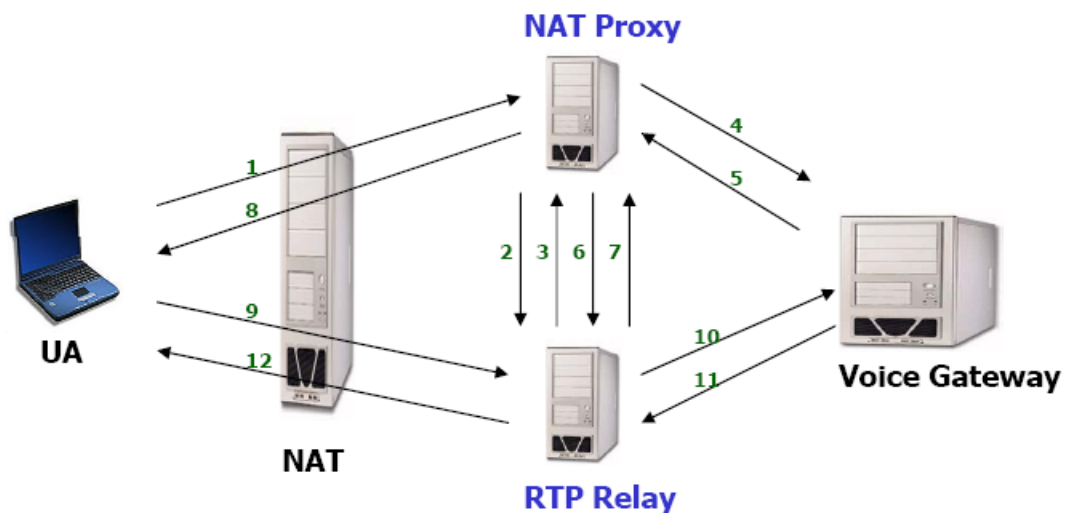
Problém symetrických NAT rieši metóda označovaná ako “Connection oriented media“. Táto technológia umožňuje overiť zdrojovú adresu a port prichádzajúcich RTP paketov a dovoľuje aktualizovať adresu a port v existujúcej session. Klient musí poslať,

ako aj priat' RTP stream z tej istej IP adresy. Každé RTP spojenie medzi koncovým bodom mimo NAT a bodom za NAT musí byť point-to-point a preto koncový bod mimo NAT musí čakať pokiaľ neprijme paket od klienta za NAT, aby vedel, kam má odpovedať. Ak koncový bod komunikuje s klientmi za NAT a súčasne s klientmi mimo NAT, musí vedieť, kedy môže komunikovať a kedy potrebuje počkať na prijatie paketu priamo od klienta ešte pred tým ako otvorí kanál späť k zdroju. Tento návrh hovorí o tom, ako informovať koncový bod, aby čakal na prichádzajúci paket. Do SDP ktorá prichádza od klienta za NAT sa pridá riadok "a=direction:active". Keď koncový bod prečíta pridaný riadok, vie že klient aktívne nastaví IP:port kam má koncový bod vrátiť RTP a IP:port ktorý bude v SDP správe bude ignorovať.

Nevýhody tohto systému je, že nie každý klient podporuje 'a=' tag ktorý bol popísaný vyššie. Na podporu tagu je potrebné, aby mali do SIP toku vložený istý druh prekladača, ktorý môže rušiť ostatné rozhodnutia aby determinoval, že sa klient nachádza za symetrickým NAT. Ak je rozhodnuté že klient je za symetrickým NAT, prekladač vloží vyššie uvedený riadok do SDP v SIP správe. Ďalšou nevýhodou je, že toto riešenie nefunguje ak sú obaja klienti za symetrickým NAT .

RTP Relay (TURN - Traversal Using Relay NAT)

V týchto prípadoch je jedným z riešení mať RTP Relay (server) v ceste RTP toku medzi dvoma koncovými bodmi. RTP relay sa správa ako druhý koncový bod vo vzťahu k aktuálnym koncovým bodom, ktoré medzi sebou chcú komunikovať. Väčšinou je ešte prítomný server v strede SIP toku (nazývaný NAT Proxy), ktorý manipuluje s SDP tak aby koncové body posielali RTP do RTP relay a nie sebe. RTP vykoná vlastné interné mapovanie a zaznamená zdrojovú IP:port každého koncového bodu, teda používa toto mapovanie na posúvanie RTP z jedného do druhého koncového bodu. Typický priebeh hovoru, ktorý môže byť medzi User Agentom (užívateľským klientom) za symetrickým NAT a hlasovou bránou mimo NAT, znázorňuje nasledujúci obrázok:



Obr. 2.11 RTP Relay -TURN

1. UA pošle pozývaciú správu (invite message) NAT Proxy cez NAT
2. NAT Proxy kontaktuje RTP relay a požiada o nadviazanie spojenia
3. RTP Relay prideli voľné páry portov pre toto spojenie. NAT Proxy to využije na modifikovanie SDP informácie prijatej pozývacej správy.
4. NAT Proxy posunie ďalej SIP pozývaci odkaz so zmeneným SDP druhému klientovi
5. Druhý klient odpovie svojou vlastnou SDP informáciou ktorá obsahuje port na ktorom prijíma RTP pakety
6. NAT Proxy kontaktuje RTP Relay aby zamenil IP:port druhého klienta (ak je brána (Gateway) taktiež za symetrickým NAT, NAT Proxy dá inštrukcie RTP Relay aby počkal na pakety od druhého klienta predtým ako nastaví IP:port na posielanie RTP na bránu)
7. RTP Relay odpovedá NAT Proxy že RTP port je pripravený ma tok dát (upstream)
8. NAT Proxy posielala odpoveď späť UA hneď ako zmení SDP s odpoveďou s IP:port z RTP Relay
9. UA začína posielat' RTP na IP:port RTP Relay ktorý dostal
10. RTP Relay zaznamená IP:port odkiaľ prijal paket a posunie paket na IP:port druhého klienta
11. RTP pakety od druhého klienta smerujú do RTP Relay
12. RTP Relay tieto pakety posielala klientovi

Pri tomto riešení je dôležitých niekoľko skutočností:

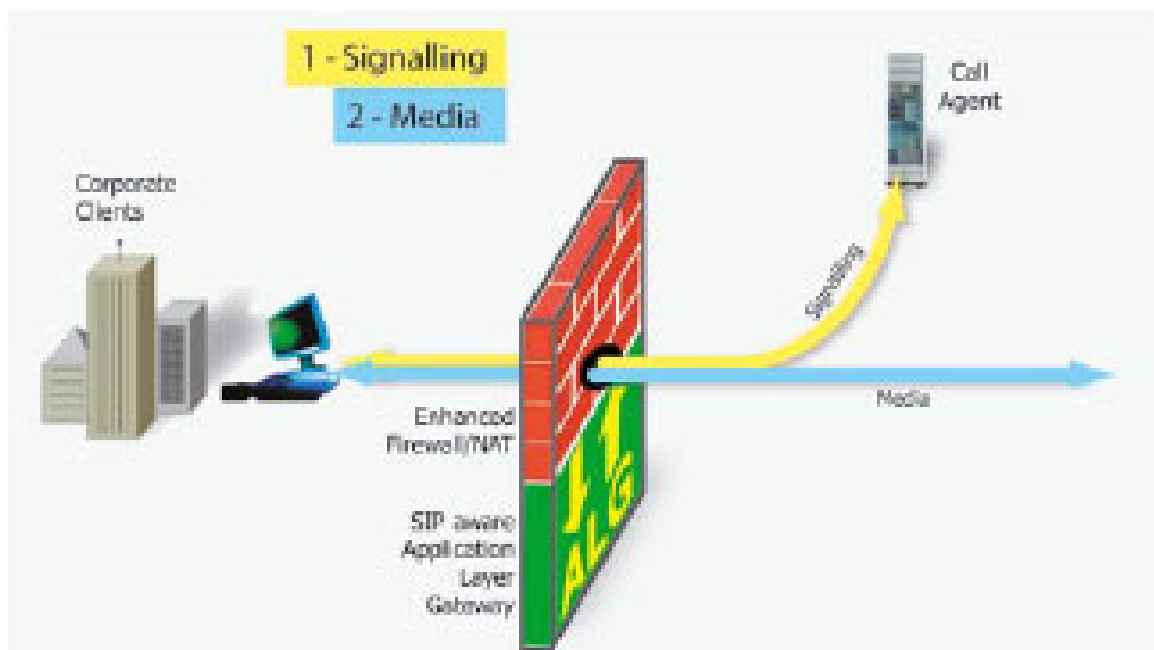
1. Klient potrebuje stále posielat' a prijímat' RTP na rovnakom porte

2. Toto riešenie funguje na všetkých typoch NAT, avšak kvôli oneskoreniu spojenému s RTP Relay, je menej výhodné ho nasadiť pri symetrickom NAT.
3. Existujú aj iné riešenia implementácie RTP Relay.

Veľkou výhodou tohto riešenia je, že dokáže prekonať všetky typy NAT. Avšak nevýhodou môže byť, že celá komunikácia stojí na jednom bode a tým je RTP Relay a taktiež môže byť nevýhodou vysoká cena, ktorá predurčuje toto riešenie pre väčšie firmy.

Application Layer Gateway (ALG)

Táto metóda stojí na inštalácii nového Firewall/NAT – Application Layer Gateway (ALG). Dané zariadenie, alebo software nahrádza privátnu IP:port v odchádzajúcej SIP/SDP správe externou IP:port. Potom inštruuje NAT, aby urobilo verejno-privátne mapovanie. Prichádzajúce SIP a RTP pakety budú teda niest' verejnú IP adresu a číslo portu. Pri ďalšom NAT sú tieto údaje namapované znovu na privátnu IP adresu a port cieľového bodu. ALG a NAT sa môžu zdať ako dva komponenty s rovnakým riešením. Väčšinou sú implementované ako dve aplikácie v rámci jedného zariadenia. SIP signalizácia musí stále prechádzať cez ALG avšak u RTP to nie je potrebné.



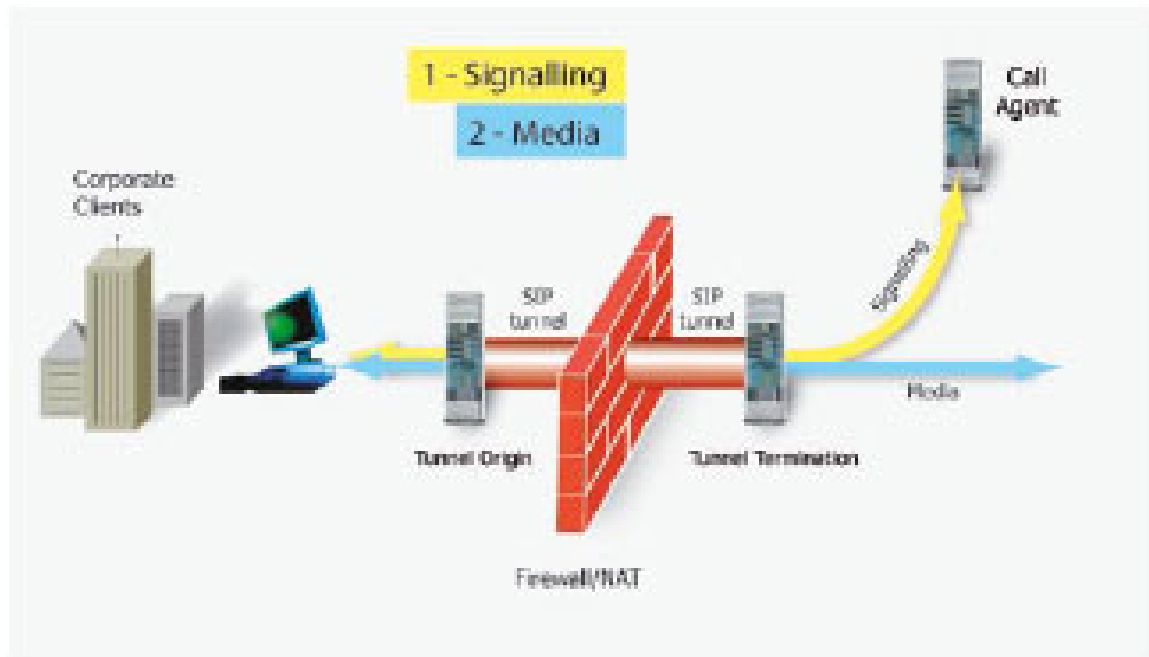
Obr. 2.12 Application Layer Gateway

Tunelovacie techniky

Táto metóda je založená na vytvorení tunela pre média aj signalizáciu, ktoré sú pomocou tunela prenášané cez NAT/firewall do servera vo verejnom adresnom priestore. Táto technológia vyžaduje existenciu servera v privátnej sieti a servera mimo privátnej siete. Tieto zariadenia vytvoria medzi sebou tunel a pomocou neho prenášajú všetky SIP dáta. Server mimo privátnej siete modifikuje signalizáciu tak aby zohľadnil vlastné porty pre odchádzajúce dáta a umožnil tak VoIP systému vytvárať odchádzajúce

hovory a prijímať prichádzajúce hovory. Zvyčajne sa v takomto tuneli nepoužíva enkrypcia dát.

Aj keď táto technológia vyžaduje minimálne zmeny v bezpečnostnej politike, jej hlavným problémom je nutnosť existencie servera mimo privátnej siete. Tento server je bodom zraniteľnosti, po prelomení ktorého môže byť napadnutá privátna sieť. Táto metóda pridáva ďalšie oneskorenia do spojenia, čo môže znížiť kvalitu prenosu hlasu.



Obr. 2.13 Tunelovacia technika.

IAX (InterAsterisk eXchange)

IAX je Inter-Asterisk eXchange protokol vychádzajúci z logiky ústrední Asterisk a je podporovaný množstvom prepínačov a pobočkových ústrední. Používa sa na komunikáciu medzi servermi ale i v komunikáciu typu klient-server. ***IAX*** je v súčasnosti nahrádzaný novou verziou ***IAX2***.

IAX2 je VoIP protokol, ktorý sprostredkováva prenos ako signalizácie, tak užitočných dát v jednom kanály. ***IAX2*** používa jediný UDP tok dát (obvykle na porte 4569) pre komunikáciu medzi koncovými zariadeniami. Signalizácia je prenášaná spolu s "hlasom", čo robí ***IAX2*** prístupnejším pre firewally a omnoho lepšie pracuje za NATom (Network Address Translation). V tomto sa líši od SIPu, H.323 a MGCP (Media Gateway Control Protocol), kde je na prenos dát používaný RTP stream.

IAX2 podporuje trunking, čo je multiplexovanie kanálov do jedného kanálu, resp. linky. Trunking funguje tak, že data viacerých hovorov, resp. od viacerých užívateľov sú zlúčené do jednotného prúdu paketov. Jediný IP datagram tak môže niesť informácie o viacerých hovoroch, zefektívňuje tak celkovú prevádzku. Je to veľká výhoda pri použití VoIP, pretože hlavičky IP protokolu zaberajú zbytočne veľkú šírku pásma.

IAX2 (Inter-Asterisk Exchange) protokol bol vyvinutý Markom Spencerom za účelom zefektívnenia VoIP. Inter-Asterisk Exchange protokol poskytuje kontrolu nad prevádzkou streamovaného dátového toku cez IP protokol. IAX je extrémne pružný a môže byť využitý so všetkými typy multimedialného dátového toku vrátane videa, primárne je však určený na prenos hlasu.

2.2 OPTIMALIZÁCIA GRAFICKÉHO ROZHRANIA SLUŽBY PRE MOBILNÝ TERMINÁL

V tejto kapitole je popísaná komunikácia MobilTel komunikátora, jeho grafická verzia a taktiež hlasová verzia sprevádzana grafickým zobrazením. Je tu znázornený celkový dialóg používateľa a MobilTel komunikátora pre obidve služby počasie a cestovný poriadok.

Každá stránka obsahuje názov komunikátora a tlačidlá pre návrat na úvodnú stránku, návrat o krok späť, tlačidlá na pomoc a vypnutie alebo zapnutie reproduktora.

2.2.1 DIALÓG PRE SLUŽBU POČASIE

Hneď po zapnutí MobilTel komunikátor víta používateľa so slovami:

<Dobrý deň Vám želá MOBILTEL KOMUNIKÁTOR.>

Nna úvodnej obrazovke PDA zariadenia sa zobrazí možnosť voľby pre služby počasie a cestovný poriadok.



Obr. 2.14 Úvodná stránka MOBILTEL KOMUNIKÁTOR-a

Ďalej sa komunikátor pýta:

<Prajete si vypočut' návod?>

Používateľ má možnosť povedať áno alebo nie. Ak povie áno komunikátor povie návod.

Ak používateľ povie nie komunikátor čaká na hlasové zadanie voľby služby počasie alebo cestovný poriadok. Službu je možné vybrať aj pomocou kliknutia perom na obrazovku PDA zariadenia na príslušnú grafickú ikonu, buď počasia alebo cestovného poriadku.

Pre ilustráciu si vyberme službu **počasie**. Hneď po výbere služby počasie komunikátor zobrazí stránku a povie:

<Zadajte mesto a deň, pre ktorý si želáte vypočít' predpoveď' . >



Obr. 2.15 Výber mesta pre službu počasie

Používateľ má dve možnosti výberu služby:

- *zadanie hlasom*
- *zadanie dňa a mesta cez grafické rozhranie*

2.2.1.1 ZADANIE HLASOM

Používateľ má tieto možnosti:

- zadanie mesta a dňa spolu napr.: Košice dnes.(Pri tomto zadaní presmeruje používateľa na stránku potvrdenia Obr. 2.16)
- zadanie iba mesta. Pri tomto zadaní sa nás komunikátor spýta ešte na deň

<Zadajte deň. >

Zmení sa nám taktiež aj stránka (Obr. 2.16), pomocou ktorej si vieme zvoliť deň, pre ktorý si chceme získať predpoveď počasia:



Obr. 2.16 Výber dňa pre službu počasie (kde sú automaticky doplnené mená druhého a tretieho dňa v týždni od aktuálneho)

Po zadaní dňa komunikátor prejde na stránku potvrdenia (Obr. 2.17) a pýta sa:

<Prajete si predpoveď počasia na ĎEN pre mesto MESTO ?>

Položka ĎEN a MESTO je nahradená nami zadanými údajmi (Obr. 2.15 a Obr. 2.16)



Obr. 2.17 Potvrdzovacia stránka pre službu počasie (v grafickom rozhraní po kliknutí na ĎEN alebo MESTO automaticky dialóg prejde na voľbu daného parametra)

Ak používateľ potvrdí zvolené počasie, požiadavka sa uloží do súboru *prec.txt*, ktorý sleduje modul TTM. Následne ho pošle do HUB-u a ten pošle požiadavku na Informačný server. Informačný server zašle predpoveď na zadaný deň a mesto Obr. 2.18 a komunikátor prečíta predpoveď počasia pre zvolené mesto a čas.

Používateľ má taktiež možnosť odmietnutia povedaním *NIE*. Vtedy sa komunikátor vráti naspäť na stránku zadania mesta (Obr. 2.15).



Obr. 2.18 Predpoveď počasia – zobrazenie aktuálneho stavu počasia

2.2.1.2 ZADANIE POMOCO U DOTYKOVÉHO PERA

Zadávanie požiadaviek pomocou dotykového displeja môžeme vykonať v priebehu dialógu. Kliknutím na službu počasie, pokračujeme vo výbere mesta Obr. 2.15, kde si môžeme vybrať požadované mesto. Požadované mesto je možné vybrať nasledovnými spôsobmi:

- Vybráním požadovaného mesta prostredníctvom rolovacej lišty, v ktorej sú uvedené všetky mestá.
- Prostredníctvom klávesnice na PDA zariadení (zoznam miest sa už priebežne nefiltruje, pretože daný JavaScript neúmerne zaťažoval procesor PDA aj stolného PC).

Po výbere mesta je požadovaná informácia o požadovanom dni predpovede Obr. 2.16. Máme možnosť vybrať si z možností: *dnes*, *zajtra*, *pozajtra* a *popozajtra*. Pozajtra a popozajtra sa vypisuje vo forme názvu dňa, ktorý je automaticky doplnený JavaScriptom.

Po zadaní potrebných údajov nasleduje potvrdenie o správnosti rozpoznávaných údajov (Obr. 2.17). Po kliknutí na ikonku *ÁNO* sa na novej stránke zobrazí používateľovi zvolený deň a mesto (Obr. 2.18). Je tu aj možnosť odmietnuť a stlačiť *NIE*. Vtedy vráti používateľa na hlavnú stránku MobilTel (Obr. 2.14). Taktiež je tu možnosť kliknúť na odkaz mesta. *Mesto* je používateľom zadaná informácia. Pri kliknutí na neho sa vracia na výber mesta (Obr. 2.15).

Aby grafický dialóg dokázal reagovať na zmeny v dialógu spôsobené rečovou modalitou, je vždy okamžite po zobrazení celej aktuálnej stránky vyvolaný refresh, a internetový prehliadač čaká na aktualizáciu. Ak dojde k nejakej zmene, web server aktualizáciu zašle a tá sa hneď zobrazí. Ak klikneme na nejaký odkaz na stránke web server pošle novú stránku a pošle informáciu TTM serveru o zvolenej hodnote z predošlej stránky. Tento princíp funguje na každej stránke grafického dialógu.

2.2.2 DIALÓG PRE SLUŽBU CESTOVNÝ PORIADOK

Po spustení služby Cestovný poriadok MobilTel komunikátor začne dialóg rovnako ako v prípade pre službu počasie Obr. 2.14.

Prvá výzva MobilTel komunikátora je:

<Prosím, zadajte východziu stanicu.>

Používateľ má dve možnosti výberu služby:

- *zadanie hlasom*
- *zadanie východzieho mesta, cieľového mesta a dňa cez grafické rozhranie*

2.2.2.1 ZADANIE HLASOM

Komunikátor čaká na zadanie mesta. Hneď po jeho zadaní pokračuje:

<Cieľová stanica?>

Zobrazí sa stránka a komunikátor čaká na cieľovú stanicu. Používateľ zadá hlasom ním požadovanú stanicu a MOBILTEL KOMUNIKÁTOR pokračuje:

<Hľadať spojenie medzi mestami Odkiaľ a Kam?>



Obr. 2.19 Výber východzej stanice

Odkiaľ a Kam sú nahradené používateľom zadanými údajmi.

Používateľ má možnosť voľbu potvrdiť alebo odmietnuť.

- pri odmietnutí sa vracia späť na výber východzej stanice Obr. 2.19.
- pri potvrdení sa pokračuje v dialógu. Ukáže sa stránka Obr. 2.21 a MOBILTEL KOMUNIKÁTOR pokračuje výzvou:

<Zadajte dátum odchodu! Napríklad 12. októbra.>

Používateľ môže taktiež zadať aj zajtra, pozajtra, popozajtra, pondelok, utorok, streda, štvrtok, piatok, sobota alebo nedeľa.



Obr. 2.20 Výber cieľovej stanice



Obr. 2.21 Výber dátumu a času pre službu cestovný poriadok

Ak používateľ zadá dátum MOBILTEL KOMUNIKÁTOR sa spýta ešte na čas:

<Zadajte približný čas odchodu. Napríklad šesť dvadsať.>

Po zadaní času sa MOBILTEL KOMUNIKÁTOR pýta na potvrdenie údajov

Obr. 2.24:

<Vyhľadajte spojenie na DÁTUM okolo ČAS?>

DÁTUM a ČAS je nahradený používateľom zadanými údajmi.

Používateľ má možnosť túto voľbu potvrdiť alebo ju odmietnuť.

- pri odmietnutí, (používateľ povie "nie") sa vracia v dialógu na výber východzej stanice. MOBILTEL KOMUNIKÁTOR sa pýta :

<Dátum odchodu?>

stále sa ostáva na stránke výberu času a dátumu Obr. 2.21.

- pri potvrdení (používateľ povie "áno") sa pokračuje v dialógu. Zobrazí sa stránka s požadovanými údajmi Obr. 2.25 a MOBILTEL KOMUNIKÁTOR informuje o najbližšom možnom spoji a pýta sa :

<Prehľad informácie o tomto spoji?>

Ak sa táto voľba potvrdí, tak MOBILTEL KOMUNIKÁTOR informuje o cene lístka, čase a mieste prestupov. Po dopovedaní informácií o spoji sa MOBILTEL KOMUNIKÁTOR pýta:

<Vyhľadajte najbližší ďalší spoj?>

Pri potvrdení MOBILTEL KOMUNIKÁTOR informuje o ďalšom s spoji a opýta sa či si želáme v dialógu pokračovať. Potom sa poďakuje za využitie služby a položí hovor, alebo Vám ponúkne na výber zo služieb, ktoré ponúka.

2.2.2.2 ZADANIE POMOCOU DOTYKOVÉHO PERA

Po výbere služby cestovný poriadok je potrebné zadať východziu stanicu, ktorú si používateľ vyberie zo zoznamu ponúkaných miest (Obr. 2.19). Po vybraní východzieho mesta sa zobrazí ďalší výber a to pre cieľovú stanicu (Obr. 2.20). Nasleduje výber času Obr. 2.21. Po kliknutí na okno s dátumom sa ukáže okno, kde sa môže vybrať požadovaný dátum Obr. 2.22.

Apríl 2007						
Ned	Pon	Utr	Str	Štv	Pia	Sob
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					

Obr. 2.22 Výber času a dátumu pre službu cestovný poriadok – automaticky je vložený aktuálny čas a dátum

Obdobne je to aj s možnosťou zadávania času. Po kliknutí na minúty sa zobrazí okno s výberom minút Obr. 2.23. Podobným spôsobom sa postupuje pri výber hodín. Ak si používateľ vybral požadované údaje, stačí už iba kliknúť na tlačidlo *POŠLI*. Po jeho stlačení si MOBILTEL KOMUNIKÁTOR vyžiada potvrdenie získaných údajov prostredníctvom overovacieho algoritmu (Obr. 2.24). Na tejto stránke máme možnosť vidieť, aké údaje sme zadali.



Obr. 2.23 Výber času pre službu cestovný poriadok



Obr. 2.24 Potvrdzovania stránka pre službu cestovný poriadok

Pri potvrzovaní zadaných údajov má používateľ viacero možností:

- kliknutie na nadpis *Košice* (mesto východzej stanice ktoré zadá používateľ) - Pri tomto výbere sa používateľ dostane na výber východzej stanice (Obr. 2.19) a pokračuje sa ďalej v dialógu pri výbere východzej stanice.
- kliknutie na nadpis *Poprad* (mesto cieľovej stanice ktoré zadá používateľ) - Pri tomto výbere sa používateľ dostane na výber cieľovej stanice (Obr. 2.20) a ďalej pokračujem v dialógu výberu cieľovej stanice.
- kliknutie na dátum alebo čas vracia o krok späť na výber dátumu a času (Obr. 2.21)

- kliknutie na tlačidlo NIE vracia na základnú stránku pre výber služieb (Obr. 2.14)
- kliknutí na tlačidlo ÁNO - Po kliknutí tlačidla ÁNO sa vykoná PHP skript, ktorý zabezpečí odoslanie správy do TTM servera. TTM pošle túto informáciu Informačnému serveru cez HUB, ktorý pošle odpoveď späť. Skript sleduje, či súbor s odpoveďou došiel. Ak informácia bola získaná, tak súbor prečíta a vyberie z neho potrebné informácie. Nakoniec sa tieto informácie zobrazia na stránke Obr. 2.25.

Používateľ má možnosť kliknúť na tlačidlo "ďalší spoj". Po jeho stlačení sa zobrazí najbližší ďalší spoj.



Obr. 2.25 Cestovny poriadok

2.3 RÝCHLOSŤ INTERAKCIE PRE GRAFICKÉ ROZHRANIE

Pomocou grafického rozhrania používateľ môže rýchlo a pohodlne zvoliť požadovanú službu *Počasie* alebo *Cestovný poriadok*. Jednoduchým a prehľadným výberom sa dostaneme k informácii ktorú požadujeme. Informáciu získame rýchlo a hneď si ju môžeme prečítať. Nevýhodou je pracné hľadanie mesta pri výbere staníc a miest, kde služba poskytuje predpoveď počasia. Táto nevýhoda môže spôsobiť nízky záujem o túto službu zo strany používateľov.

2.3.1 POROVNANIE S REČOVOU MODALITOU

Pri rečovej modalite musí používateľ čakať kým nás informuje MobilTel komunikátor akú informáciu máme zadať resp. pri odpovedi na požadovanú informáciu pre službu počasie alebo cestovný poriadok. Pri grafickom rozhraní hneď vidíme výsledok, čo je omnoho pohodlnejšie ako čakať kým MobilTel komunikátor povie informáciu.

Vezmime si napríklad v službe cestovný poriadok výber dátumu a času Obr. 2.21. Ak by sme chceli zadať informáciu hlasom MobilTel komunikátor sa najskôr spýta na dátum :

<Zadajte dátum odchodu! Napríklad 12. októbra.>

Po zadaní dátumu sa ďalej pýta na čas:

<Zadajte približný čas odchodu. Napríklad šesť dvadsať.>

Tento celý dialóg môžeme preskočiť jednoduchým zadaním času a dátumu Obr. 2.22 a Obr. 2.23.

2.3.1.1 PRÍKLAD PRE CESTOVNÝ PORIADOK PRE JEDEN PRESTUP

Vyberme si spoj z mesta Košice do mesta Tatranská Lomnica na: 02.10. okolo 06:20. Po potvrdení týchto údajov Informačný server pošle údaje ktoré sú zobrazené na **Chyba! Nenašiel sa žiaden zdroj odkazov. !!!** a IRKR informuje:

<Najbližší spoj je rýchlik s prestupom na osobný vlak o 9:46.>

<Prehrať informácie o tomto spoji?>

Po potvrdení MobilTel komunikátor ponúkne informácie o spoji:

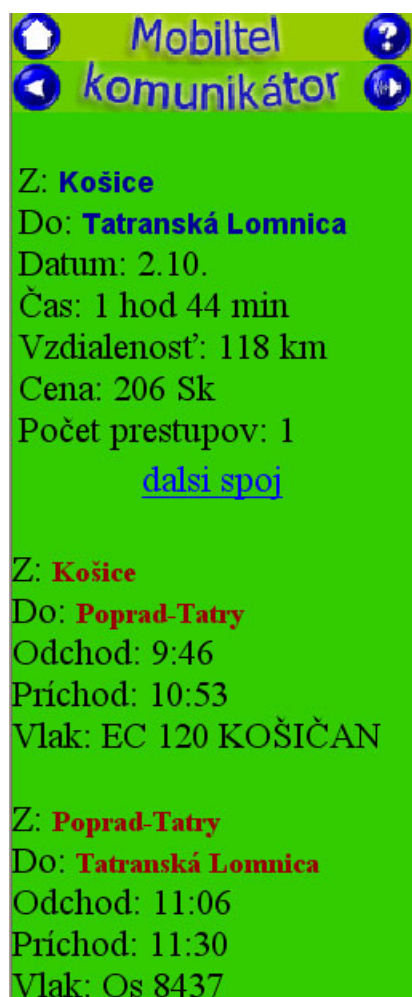
<Vybrané spojenie obsahuje prestup v stanici Poprad-Tatry.>

<Príchod do stanice je o 10:53.>

<Prípoj, Os 8437, odchádza o 11:06.>

<Príchod do cieľovej stanice Tatranská Lomnica je o 11:30.>

<Cena lístka je 206 Sk.>



Obr. 2.26 Príklad jedného prestupu

2.3.1.2 PRÍKLAD PRE CESTOVNÝ PORIADOK PRE VIAC AKO JEDEN PRESTUP

Môže nastať prípad keď pre zadané mestá bude existovať spoj s viac ako s jedným prestupom. Uvedme si príklad pre spoj z mesta Bacúch do mesta Báhoň na 23.04. okolo 15:00. Po potvrdení týchto údajov Informačný server pošle údaje ktoré sú zobrazené na Obr. 2.27. Pre toto spojenie sú štyri prestupy. MobilTel portál však pre viac ako jeden prestup informácie o spoji nečíta.



Obr. 2.27 Príklad štyroch prestupov

2.4 KOMBINOVANÁ INTERAKCIA

Grafické rozhranie nie je ideálne. Stále sa hľadajú spôsoby ako interakciu vylepšiť a nezaťažiť pritom procesor PDA. Poznať to napríklad pri výbere mesta v službe cestovný poriadok, kde sa musí hľadať mesto skrolovaním v menu s ponúkanými mestami. Je to zdĺhavé aj keď by možnosť, že sa napíše prvé písmeno požadovaného mesta a zoznam sa automaticky prefiltruje by zadanie mohla urýchliť, avšak daný JavaScript enormne zaťažil procesor mobilného zariadenia (dokonca aj stolného PC).

Nakoniec bola možnosť zadania prvého písmena z finálnej verzie vypustená, aby bolo grafické rozhranie svižné a rýchlo zobrazilo požadované informácie a ponuky.

Práve pri výbere mesta je jednoduchšie a rýchlejšie, keď sa názov mesta zadá hlasom. Naopak potvrdenie rozpoznaných slov (ktoré je nutné kvôli hlasovému dialógu) je rýchlejšie práve pomocou grafického rozhrania, kde dokonca rozpoznané údaje vidíme rýchlo graficky zobrazené (ešte skôr ako ich prečíta do reproduktora syntetizátor reči). Z toho vyplýva že kombinácia hlasovej a grafickej modality predstavuje podstatné skvalitnenie a zrýchlenie celej interakcie. Ďalšou výhodou grafickej modality je, že na konci interakcie zostanú požadované informácie zobrazené na displeji PDA a po zastavení komunikácie rozhrania so serverom (stlačením voľby „Stop“ v prehliadači) tam zostane a je možné ich aj uložiť či poslať mailom. Tým pádom všetky informácie zostanú pre neskoršie využitie či verifikáciu (napríklad pri hľadaní vlakového spojenia).

Používateľ sa môže rozhodnúť, ktorú službu MobilTel komunikátora využije. Má na výber možnosť hlasového, grafického alebo kombinovaného rozhrania tejto multimodálnej komunikácie.

Niekedy je vhodné, aby sme nerušili okolitých ľudí a tak sa rozhodneme pre grafické rozhranie (WWW stránka). Ak nemáme PDA alebo iné zariadenie so zobrazovacou jednotkou pre tento účel, tak sa rozhodneme pre hlasovú interakciu (PSTN, mobil, Skype, SIP klient či VoIP telefón). Ak však nie sme obmedzovaný ničím, najlepšie je využiť kombinovanú komunikáciu (spustenie web stránky synchronne s aktivovaním SIP hovoru pomocou skompilovaného klienta). Tá zaberie najmenej času, je najprehľadnejšia, užívateľsky najkomfortnejšia (tým že môže voliť medzi zadaním údajov hlasom a perom, či u niektorých PDA aj klávesnicou) a získané údaje si nemusí používateľ pamätať, ale má ich uložené vo svojom mobilnom zariadení.

3 OPTIMALIZÁCIA MULTIMODÁLNEHO DIALÓGU SLUŽIEB CESTOVNÝ PORIADOK A POČASIE NA STRANE SERVERA A PDA ZARIADENIA

V tejto kapitole je na príklade popísaný hlasový dialóg s grafickou reprezentáciou vo všetkých variantoch. V hlasovom popise dialógu boli vynechané časti, ktoré sú v každej fáze dialógu rovnaké.

Každá modalita má svoje výhody a nevýhody. Či už je modalita grafická alebo rečová, vždy sa nájde nejaký používateľ, ktorý nie je spokojný s kvalitou služieb a ich reprezentáciou. Avšak kombináciou modalít sa dá dosiahnuť užívateľky prijateľnejšie riešenie a minimalizovať nespokojnosť. Tento postup bol volený i pri pridávaní grafickej modality do existujúceho systému. Grafické užívateľské rozhranie umožňuje na rozdiel od rečového užívateľského rozhrania prezentovať prehľadným spôsobom, napr. v tabuľkovej forme veľké množstvo informácií, ktoré si používateľ môže ľahko prezerat'.

Táto jeho vlastnosť je využitá hlavne pri reprezentácii výstupov na konci dialógov. V tomto prípade je oveľa praktickejšie a výhodnejšie poskytnúť užívateľovi informáciu, napríklad zoznam spojov s viacerými prestupmi, na jednej obrazovke, než mu ju poskytovať vo forme reči zdĺhavým monológom.

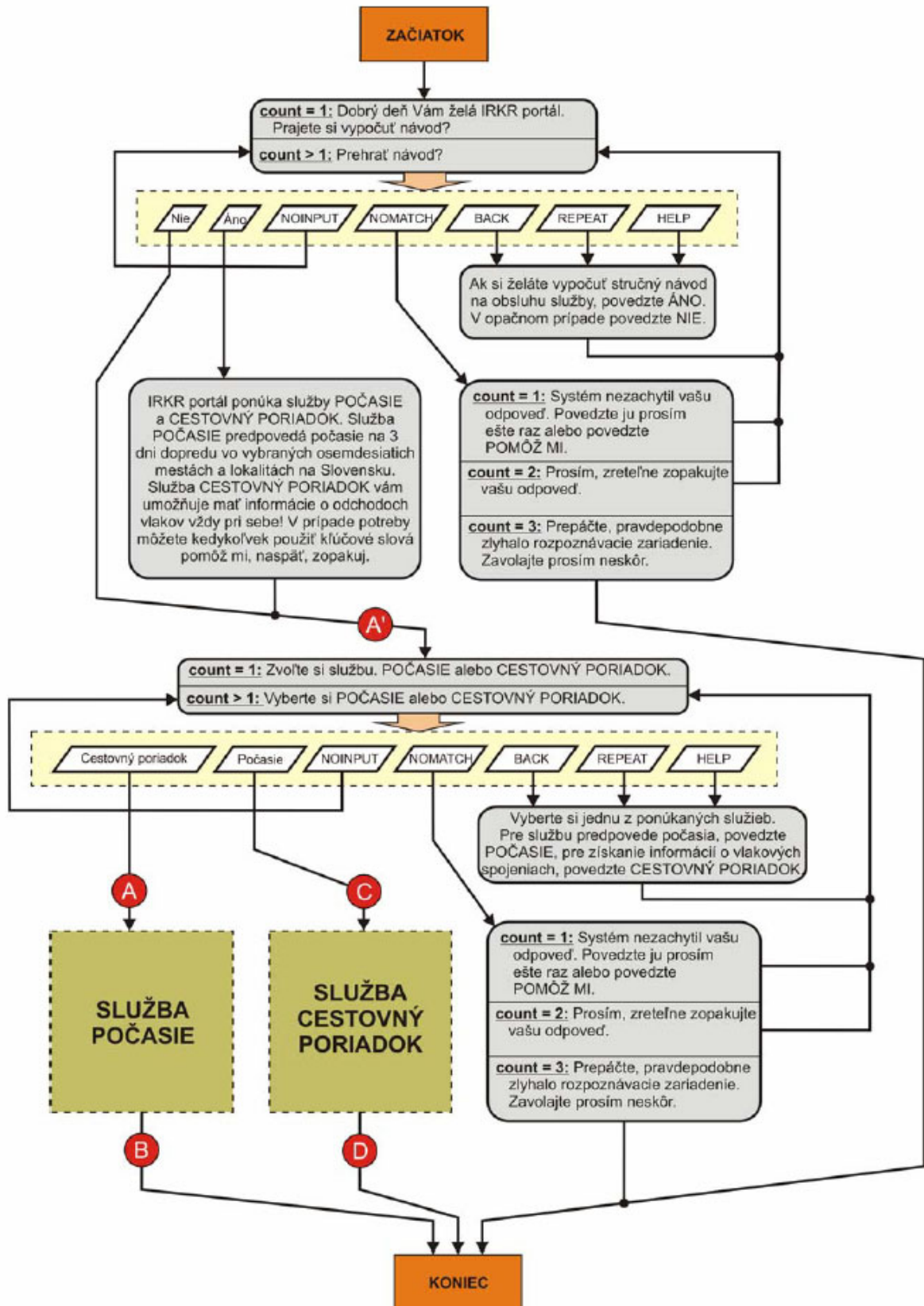
Ďalším pozitívom, ktoré prináša GUI je možnosť voľby pre užívateľa pri zadávaní vstupných údajov podľa situácie a prostredia, v ktorom sa aktuálne pohybuje. Je len na ňom, či sa rozhodne zadávať vstupné údaje kliknutím pera, napísaním alebo hlasom. To zvyšuje použiteľnosť aplikácie, napr. v hlučnom prostredí (celý dialóg je zadávaný za pomoci klávesnice či pera), resp. ľuďmi trpiacimi určitým hendikepom (poruchami reči, sluchu a pod.).

Pozitívom je aj stála prítomnosť grafického menu, ktoré ponúka užívateľovi voľbu kľúčových slov (key words) „*POMÔŽ MI*“, „*NASPÄŤ*“ priamo ikonami, čo poskytuje

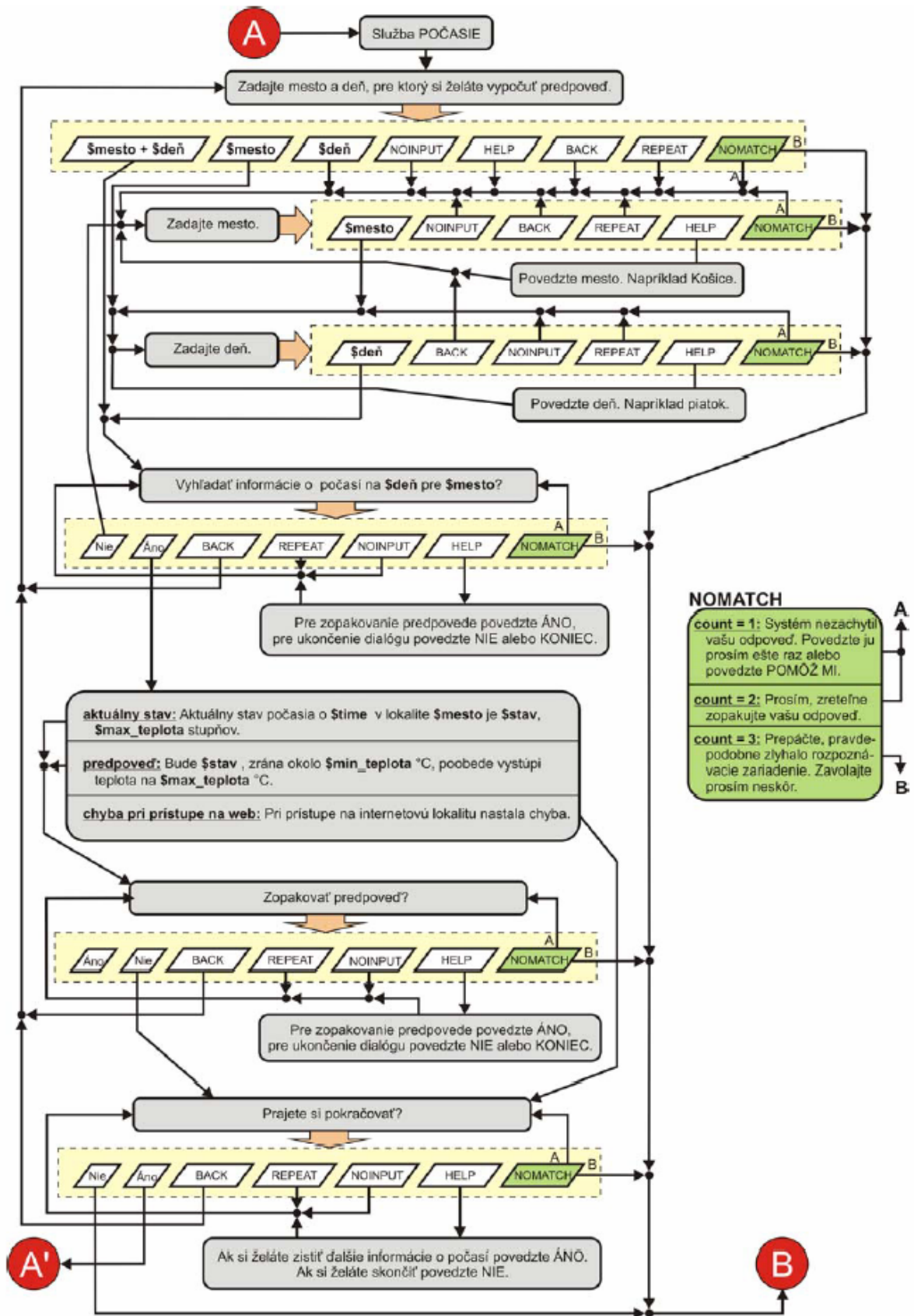
užívateľovi väčší komfort, ako aj zvýraznenie a poľudštenie informácie použitím animovaných obrázkov (zobrazenie stavu počasia).

Taktiež GUI slúži ako pomoc pri používaní hlasovej služby, lebo používateľ vidí, čo sa od neho očakáva a jednoduchšie splňa požiadavky systému. Napríklad ak má k dispozícii zoznam miest, môže si skontrolovať, či lokalita, ktorú si chce zvoliť, sa nachádza v zozname, a podľa toho svoju požiadavku upraviť.

3.1 GRAFICKÉ ZNÁZORNENIE BEHU DIALÓGU



Obr. 3.1 Dialóg s komunikátorom – spoločná časť pre obe aplikácie



Obr. 3.2 Dialóg s komunikátorom –časť pre aplikáciu „Počasie“

3.1.1 SYSTÉM SLEDOVANIA HLASOVÉHO VSTUPU GRAFICKÝM ROZHRAŇM

Pri načítaní každej stránky je užívateľ presmerovaný *JavaScriptom* na sledovaciu stránku, ktorá čaká na správu z hlasového rozhrania. JavaScript slúžiaci na presmerovanie je:

```
<script type="text/JavaScript">
  <!--
    function buff()
    {
      window.location.href="index
      potvrd.php?file=first.txt";
    }
    function redir()
    {
      setTimeout("buff();",10);
    }
  //-->
</script>
```

Užívateľ môže vyvolať interakciu buď hlasovým vstupom alebo kliknutím pera na ikonu zvolenej služby. V každej fáze dialógu môže užívateľ použiť kľúčové slová, a to „POMÔŽ MI“, „NASPÄŤ“, „ZOPAKUJ“ ako aj slová „CESTOVNÝ PORIADOK“ a „POČASIE“, ktoré ho vrátia na začiatok služby, respektíve prepnú službu.



Obr. 3.3 Úvodný Výber služby

Komunikátor: Dobrý deň Vám žela MobilTel komunikátor. Prajete si vypočuť návod?

Používateľ: áno

V momente, keď modul ARR rozpozná správu, sledovací skript vygeneruje stránku, ktorá sa zobrazí. Sledovací skript požíva PHP funkciu *require ()* na vyžiadanie a vloženie stránky. Premenné sú posielané metódou GET, ktorá funguje v PHP na princípe posielania všetkých premenných v URL. URL potom vyzerá takto:

http://názov_domény/edo.php?file=first.txt&myselect=Bratislava&den=dnes&z=1,

kde za otáznikom sú definované premenné systému, názov premennej „=“ a jej hodnota. Premenné sú oddeľované symbolom „&“. Premenná „file“ definuje súbor, z ktorého PHP skript číta zmeny v hlasovom dialógu. Je to vlastne názov logovacieho súboru hlasovej interakcie. V budúcnosti sa počíta s tým, že názov tohto súboru bude PHP definovať na začiatku dialógu a bude sa meniť pri každom začatí dialógu, čím bude umožnená multiužívateľskosť. Pravdepodobne sa na to využije PHP funkcia *sessionID*. Týmto spôsobom by sa dala zabezpečiť univerzálnosť služby pre každého používateľa. Ak je hodnota premennej „z = 0“, správa prišla hlasovou voľbou. Ak je jej hodnota „1“, správa bola volená v grafickom rozhraní. Táto premenná je potrebná pri zmiešanej interakcii, na posunutie IRRK komunikátora na ďalšiu fázu dialógu, ak je volená grafickým rozhraní. Podľa hodnoty tejto premennej sa rozhoduje, či PHP skript zapíše niečo do TTM servera alebo nie. Táto premenná sa môže opakovať v URL niekoľko krát, ale PHP berie vždy len jej poslednú hodnotu. (hodnotu najbližšiu ku koncu).

Metóda GET nie je z hľadiska bezpečnosti veľmi vyhovujúca, avšak je veľmi názorná, lebo sa ňou dá jednoducho skontrolovať korektnosť posielaných správ medzi stránkami. Na preposielanie premenných sa využíva serverová PHP funkcia *\$_SERVER["QUERY_STRING"]*, ktorá vezme celý reťazec nachádzajúci sa za otáznikom a vypíše ho do URL. Takto je zabezpečená väčšia univerzálnosť systému, keďže pri zmene, resp. pridaní nejakej premennej na jednej stránke, nie je potrebné pridávať načítanie a posielanie premennej na každú stránku, cez ktorú sa premenná len preposiela.



Obr. 3.4 Help Výber služby

Komunikátor: IRKR portál ponúka služby POČASIE a CESTOVNÝ PORIADOK. Služba POČASIE predpovedá počasie na 3 dni dopredu vo vybraných osemdesiatich mestách a lokalitách na Slovensku. Služba CESTOVNÝ PORIADOK vám umožňuje mať informácie o odchodoch vlakov vždy pri sebe! V prípade potreby môžete kedykoľvek použiť kľúčové slová pomôž mi, naspäť, zopakuj. (pokračovanie fáza 2)

Po uplynutí časového intervalu, ak nie je hlasom alebo perom zvolené inak, je užívateľ znova presmerovaný na začiatok. Tu sa využíva JavaScript, v ktorom je nastavený timeout (niekoľko sekúnd), po ktorého uplynutí sa spustí funkcia presmerovania. Syntax vyzerá nasledovne:

```
<script language="javascript">
    setTimeout("window.location.href='index.html'",2000);
</script>
```

V zátvorke je odkaz na úvodnú stránku a za čiarkou je timeout, udávaný v milisekundách.



Obr. 3.5 Uvodný screen služby

FÁZA 2: VOĽBA SLUŽBY

Komunikátor: *Zvoľte si službu. POČASIE alebo CESTOVNÝ PORIADOK.*

a) Používateľ: *počasie*

Komunikátor: *(pokračovanie dialóg „predpoveď počasia“)*

b) Používateľ: *cestovný poriadok*

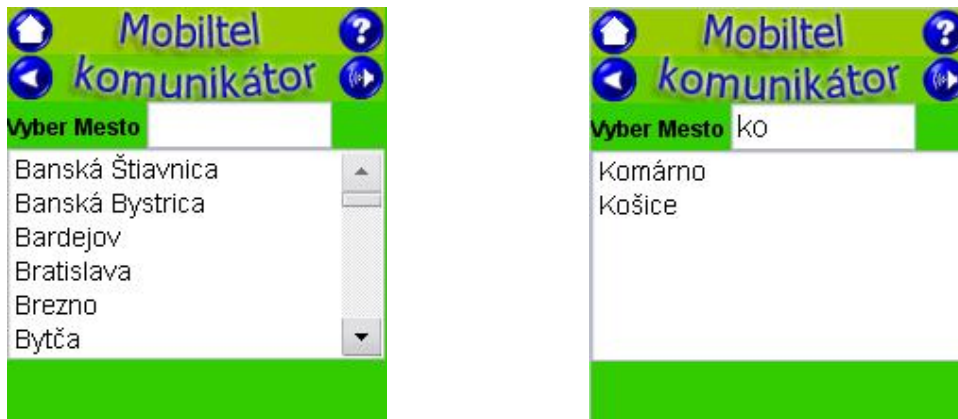
Komunikátor: *(pokračovanie dialóg „cestovný poriadok“)*

3.2 DIALÓG SLUŽBY PREDPOVEĎ POČASIA

FÁZA 3: ZBER VSTUPNÝCH ÚDAJOV

Po zvolení služby počasie sa zobrazí stránka na výber mesta. V tejto časti dialógu sa grafická reprezentácia striktné nezhoduje s hlasovou časťou, a to preto, že perom nie je možné zvoliť mesto a deň súčasne, ale zadávať tieto parametre grafické rozhranie umožňuje len postupne, a to v poradí najprv mesto, potom deň. Na zjednodušenie výberu mesta slúži filter, ktorý ich selektuje podľa začiatkových písmen. Filter nerozoznáva veľké a malé písmená. Keďže tento filter využíva niektoré funkcie *JavaScriptu 1.3*, nefunguje v PIE, ktorý má v sebe integrovanú len podporu *JavaScriptu 1.1*. V Minimo však funguje bezproblémovo, ako aj vo všetkých prehliadačoch s podporou *JavaScriptu 1.3* a vyššie, preto bol v tejto časti aplikácie ponechaný.

Práve v tejto časti dialógu je možné demonštrovať výhodnosť hlasovej voľby. Pre užívateľa je výhodnejšie voliť mesto hlasom, keďže je to rýchlejšie ako písanie mesta softwarovou klávesnicou, resp. jeho hľadanie v menu.



Obr. 3.6 Výber mesta ak je aktívny filtrovací JavaScript

Komunikátor: Služba POČASIE. Zadajte mesto a deň, pre ktorý si želáte vypočítať predpoveď.

a) **Používateľ:** \$mesto + \$deň (možné voliť len hlasom)

Komunikátor: (pokračovanie fáza 4)

b) **Používateľ:** \$mesto (alebo \$mesto + NOMATCH)

Komunikátor: (pokračovanie fáza 3.2)



Obr. 3.7 Help pre Výber mesta

FÁZA 3.2 ZADANIE DŇA

Výber dňa sa uskutočňuje kliknutím na časť obrázku, v ktorom je užívateľom zadaný požadovaný dátum. Ak užívateľ v predchádzajúcej časti dialógu zadal hlasom mesto aj deň, táto stránka sa preskakuje a nezobrazí sa. Na generovanie stránky podľa aktuálneho dňa sa používa PHP skript. Tento skript za pomoci funkcie time() získa informáciu o aktuálnom dni zo servera, a podľa toho nastaví obrázok menu, v ktorom sa

menia dolné dva laloky, ktoré zobrazujú deň, ktorý bude o dva dni (vľavo) a deň, ktorý bude o tri dni (vpravo).

```

.....
$date =time () ;
$day_of_week = date('D', $date) ;
if ($day_of_week=="Sun")
{
echo "<img src='obrazky/menuUto.gif' width='175' height='122'
border='0' usemap='#Map' onload='redir();'>";
$den1="utorok"; $den2="streda";
}
elseif ($day_of_week=="Mon")
{
echo "<img src='obrazky/menuStr.gif' width='175' height='122'
border='0' usemap='#Map' onload='redir();'>";
$den1="streda"; $den2="štvrtok";
}
elseif ($day_of_week=="Tue")
{
echo "<img src='obrazky/menuStv.gif' width='175' height='122'
border='0' usemap='#Map'
.....

```

Na serveri sú uložené obrázky vo všetkých variantoch. Na mapovanie oblastí obrázku reprezentujúcich jednotlivé dni bola použitá HTML funkcia map, ktorá oddeľuje oblasti kam môže užívateľ kliknúť.



Obr. 3.8 Výber dňa

Komunikátor: Zadajte deň.

a) *Používateľ: Sdeň*

Komunikátor: (pokračovanie fáza 4)

b) *Používateľ: pomôž mi*



Obr. 3.9 Help Výber dňa

Komunikátor: Povedzte deň. Napríklad piatok.

FÁZA 4: OVERENIE SPRÁVNOSTI ROZPOZNANÝCH ÚDAJOV

Táto časť dialógu slúži na overenie správnosti rozpoznaných údajov a buď ich potvrdenie tlačidlom áno, alebo ich korekciu, ktorá sa vykoná kliknutím na údaj, ktorý užívateľ nezadal správne a požaduje zmenu. Po kliknutí bude presmerovaný na časť dialógu, v ktorom sa zadáva premenná, ktorej zmenu požaduje. Tu sa ale vyskytol problém, pretože hlasový dialóg s touto možnosťou nepočíta. Hlasový dialóg umožňuje jedine potvrdiť alebo nepotvrdiť voľbu. Ak užívateľ nepotvrdí voľbu je presmerovaný na začiatok, na voľbu mesta. Možnosť okamžitej korekcie času v hlasovom dialógu nefiguruje. Vo finálnej verzii preto táto voľba nie je aktívna.



Obr. 3.10 Potvrdenie voľby pri službe Počasie

Komunikátor: *Vyhľadať informácie o počasí na \$deň pre \$mesto?*

a) **Používateľ:** *áno*

Komunikátor: *(pokračovanie fáza 5)*

b) **Používateľ:** *nie*

Komunikátor: *(návrat fáza 3)*

c) **Používateľ:** *pomôž mi*



Obr. 3.11 Help potvrdenia voľby pri službe Počasie

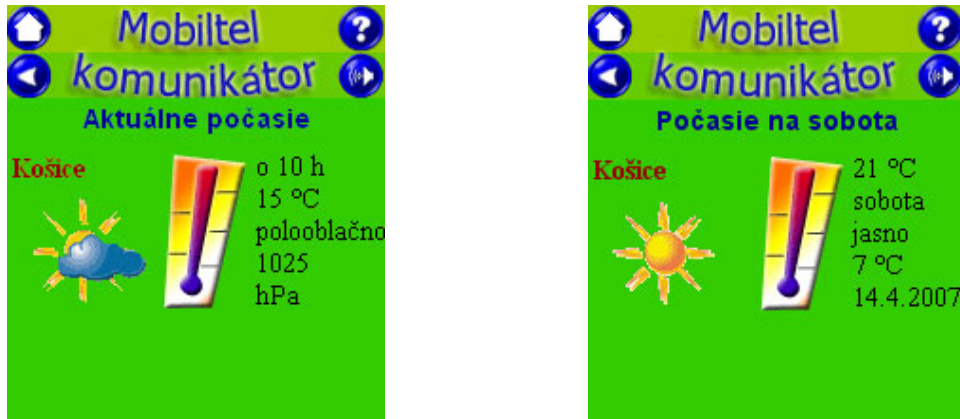
Komunikátor: *Ak si želáte vybrať inú lokalitu a deň, povedzte NIE.*

FÁZA 5: INFORMÁCIA O POČASÍ

Pre zvýšenie názornosti a väčšiu stimuláciu používateľa v grafickom zobrazení sa stav počasia zobrazí nielen slovne, ale aj ako animovaný obrázok. Na serveri je kompletná databáza možných stavov počasia vo formáte animovaných gif obrázkov (Obr. 3.13).

Existujú dve rôzne výpisy počasia. Pri voľbe aktuálneho počasia sa zobrazí info o čase, z ktorého sú tieto údaje, aktuálna teplota, stav a tlak. Pri predpovedi počasia sa zobrazí minimálna a maximálna teplota, predpovedaný stav a dátum dňa, pre ktorý je táto predpoveď určená. Ak informácia o počasí nie je prístupná server vypíše chybu, ktorá sa zobrazí na obrazovke.

Na Obr. 3.12 vľavo, je zobrazený výpis pri voľbe aktuálneho počasia, vpravo pri voľbe predpovede na iný ako aktuálny deň.



Obr. 3.12 Výpis počasia

Komunikátor (ak aktuálny stav): Aktuálny stav počasia o \$time\$ v lokalite \$mesto\$ je \$stav\$, \$max_teplota\$ stupňov. (pokračovanie fáza 6)

Komunikátor (ak predpoveď): Bude \$stav\$, zrána okolo \$min_teplota\$ °C, poobede vystúpi teplota na \$max_teplota\$ °C. (pokračovanie fáza 6)

Komunikátor (ak chyba pri prístupe na web): Pri prístupe na internetovú lokalitu nastala chyba. (pokračovanie fáza 7)

FÁZA 6: ZOPAKOVANIE PREDPOVEDE

Veľkou výhodou grafickej reprezentácie informácií je, že užívateľ nepotrebuje opakovať informáciu, ktorú požadoval, keďže ju má stále zobrazenú na grafickom displeji PDA.

Komunikátor: Zopakovať predpoveď?

a) Používateľ: áno

Komunikátor: (návrat fáza 5)

b) Používateľ: nie

Komunikátor: (pokračovanie fáza 7)

c) Používateľ: pomôž mi



Obr. 3.13 Help Výber počasia

Help zobrazuje ikony (na web prehliadači v PDA zariadení sú animované, v IE na stolnom PC však kvôli automatickému refreshu stránky animácia okamžite zastane) všetkých možných stavov počasia v tabuľkovej forme spolu s ich popismi.

Komunikátor: Pre zopakovanie predpovede povedzte *ÁNO*, pre ukončenie dialógu povedzte *NIE* alebo *KONIEC*.

FÁZA 7: UKONČENIE HOVORU

Ukončenie grafickej interakcie nastane po vypnutí prehliadača, resp. po skončení hlasovej interakcie. V počiatočných fázach vývoja GUI, existovalo v hornom menu tlačidlo na zatvorenie prehliadača a ukončenie interakcie, ale z dôvodu slabej využiteľnosti a zdvojovania (tlačidlo na zavretie prehliadača má v sebe prehliadač integrované) bolo vynechané.

Komunikátor: *Prajete si pokračovať?*

a) Používateľ: *áno*

Komunikátor: *(návrat fáza 2)*

b) Používateľ: *nie*

Komunikátor: *IRKR portál Vám želá príjemný deň. Dovočutia. (exit)*

3.3 DIALÓG SLUŽBY CESTOVNÝ PORIADOK

FÁZA 3 ZADANIE VÝCHODZEJ STANICE

Na zadávanie východzej a cieľovej stanice slúži kompletný zoznam vlakových zastávok. JavaScript, ktorý je použitý na selekciu volieb pri počasí spôsobil v testovacej fáze zamrzanie aplikácie v PIE, a preto nebol použitý. Pravdepodobnou príčinou tejto chyby boli jeho vysoké nároky na výpočtový výkon zariadenia. Na odosielanie položiek zo zoznamu po kliknutí na ne bola použitá udalosť OnChange() a JavaScript.

```
<script type="text/JavaScript">
<!--
    function MM_jumpMenu(targ,selObj,restore)
    { //v3.0
      eval(targ+".location='"+cas.php?<?php echo
      $_SERVER["QUERY_STRING"];?>&kam="+selObj.options[selObj.selecte
      Index].value+"&z=1'");
      if (restore) selObj.selectedIndex=0;
    }
function MM_findObj(n, d) { //v4.01
    var p,i,x; if(!d) d=document;
    if((p=n.indexOf("?"))>0&&parent.frames.length)
    {
      d=parent.frames[n.substring(p+1)].document; n=n.substring(0,p);}
    if(!(x=d[n])&&d.all) x=d.all[n]; for
    (i=0;!x&&i<d.forms.length;i++) x=d.forms[i][n];
    for(i=0;!x&&d.layers&&i<d.layers.length;i++)
    x=MM_findObj(n,d.layers[i].document);
    if(!x && d.getElementById) x=d.getElementById(n); return x;
  }

function MM_jumpMenuGo(selName,targ,restore)
```

```

    { //v3.0
    var selObj = MM_findObj(selName); if (selObj)
      MM_jumpMenu(targ,selObj,restore);
    }
  //-->
</script>
  onChange="MM_jumpMenu('self',this,0)"

```

V zozname je približne 1150 vlakových staníc, preto pri tejto voľbe je jednoduchšie použiť hlasovú modalitu.

Komunikátor: *Cestovný poriadok. Prosím, zadajte východziu stanicu.*

a) **Používateľ:** *\$stanica1*



Obr. 3.14 Zadanie východej stanice

b) **Používateľ:** *pomôž mi*



Obr. 3.15 Help zadania východzej stanice

Komunikátor: *Povedzte názov mesta, z ktorého má odchádzať hľadaný spoj.*

FÁZA 4 ZADANIE CIEĽOVEJ STANICE

Grafická reprezentácia zadania cieľovej stanice je identická s grafickou reprezentáciou východzej stanice, ktorá bola popísaná vyššie.

Komunikátor: *Cieľová stanica?*

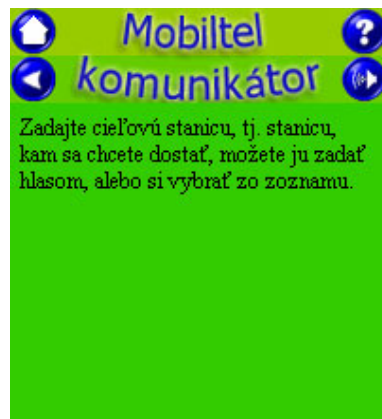
a) **Používateľ:** *\$stanica2*



Obr. 3.16 Zadanie cieľovej stanice

Komunikátor: *(pokračovanie fáza 5)*

b) **Používateľ:** *pomôž mi*



Obr. 3.17 Help zadania cieľovej stanice

Komunikátor: *Povedzte názov mesta, kde si želáte vystúpiť.*

FÁZA 5 OVERENIE SPRÁVNOSTI ROZPOZNANÝCH ÚDAJOV

Táto časť dialógu je v grafickej časti vynechaná, ak je vykonaná predchádzajúca voľba perom. Systém vykoná potvrdenie voľby automaticky, bez potreby akéhokoľvek vstupu zo strany užívateľa. Tým sa zrýchľuje interakcia.

Komunikátor: *Hľadať spojenie medzi mestami \$stanica1 a \$stanica2?*

a) Používateľ: *áno*

Komunikátor: *(pokračovanie fáza 6)*

b) Používateľ: *nie*

Komunikátor: *(návrat fáza 3)*

FÁZA 6 ZADANIE DÁTUMU

Zadanie dátumu a času je v GUI zlúčené do jedného formulára. Zjednodušenie pre užívateľa je v tom, že server automaticky nastaví čas a dátum na aktuálny. Vykonáva sa to PHP skriptom, ktorý za pomoci vyššie spomenutej funkcie *time()* vygeneruje stránku.

```
<?php
$array = array(0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14,
15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23,);

$date =time (); $hours = date('H', $date); $min =
date('i',$date); if ($min > 57) $hodiny = $hours+1; else $hodiny
= $hours;

reset ($array);

echo '<select name="hod" id="hodiny" size="1"
class="style6">'. "\r\n";

while (list(, $value) = each ($array)) {if
$value==$hodiny)

echo "\t". '<option value="'. $value. '"
selected="selected">' . $value. '</option>' . "\r\n";

else echo "\t". '<option value="'. $value. '">'
.$value. '</option>' . "\r\n";
}

echo '</select>';

?>
```

Ukážka skriptu generujúceho aktuálne hodiny. Bolo tam ošetrené zaokrúhľovanie hodín o hodinu dopredu, ak aktuálny stav minút je viac ako 57. Taktiež aj minúty sú zaokrúhľované s presnosťou na 5 minút. Dôvod je prostý. Ak by boli v rolovacom

okienku všetky hodnoty minút od jeden po šesťdesiat, zoznam by bol veľmi dlhý a zväčšoval by stránku vo vertikálnom smere. Touto selekciou sa tento problém odstraňuje. Samozrejme hlasom môže užívateľ definovať ľubovoľný čas, ktorý sa nezaokrúhľuje.

```
<?php
$array = array(00, 05, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50,
55,);
$date =time () ;$min = date('i',$date);if ($min == 00) $minu =
00; else {$minu = round(($min/ 5), 0)*5;} ;
reset ($array);
echo '<select name="min" id="minuty" size="1"
class="style6">'. "\r\n";
while (list(, $value) = each ($array)) {if ($value==$minu)
    echo "\t". '<option value="'. $value.'" selected="selected">'
    .$value.' </option>'. "\r\n";
    else echo "\t". '<option value="'. $value.'">'
    .$value.' </option>'. "\r\n";
}
echo '</select>';
?>
```

K ďalším zlepšeniam patrí aj vysúvací kalendár, ktorý sa zobrazí pri kliknutí do poľa s dátumom. Kalendár je tvorený za pomoci JavaScriptu a CSS, a preto jeho zobrazovanie v PIE je problematické. Avšak jeho nefunkčnosť nespôsobí žiadne problémy.

V tejto časti dialógu sledovací skript nepracuje na rovnakom princípe ako ostatné sledovacie skripty. Vo všetkých ostatných skriptoch sa číta vstup od užívateľa, ale v tomto sa číta vstup od počítača. Je to spôsobené tým, že ak užívateľ zadá čas hlasom do logu, je zapisovaný nie v číselnej ale v textovej podobe. Takže skript čaká až na požiadavku servera o overenie údajov, ktorá sú v logovacím súbore zapisované v číselnej forme a načíta premenné odtiaľ. V tejto časti musí užívateľ zadávať údaje len jedným spôsobom, buď hlasovým vstupom alebo grafickým. V tejto časti kombinovaná interakcia nie je možná.

Komunikátor: *Dátum odchodu?*

a) Používateľ: *\$dátum*

Komunikátor: *(pokračovanie fáza 7)*



Obr. 3.18 Zadanie dátumu a času

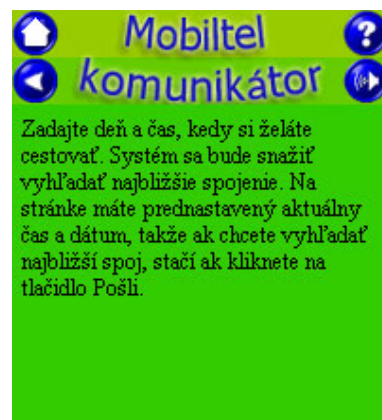
FÁZA 7 ZADANIE ČASU

Komunikátor: *Zadajte približný čas odchodu. Napríklad šesť dvadsať.*

a) Používateľ: *Ščas*

b) Používateľ: *pomôž mi*

Komunikátor: *Zadajte čas kedy si želáte cestovať. Systém bude vyhľadávať najbližší spoj k tomuto údaju.*



Obr. 3.19 Help zadania dátumu a času

FÁZA 8 OVERENIE SPRÁVNOSTI ROZPOZNANÝCH ÚDAJOV

Kvôli vynechaniu fázy 5 v grafickom dialógu táto časť slúži na overovanie všetkých vstupných informácií. Na prehľadnenie je každý parameter zobrazený v samostatnom riadku a jeho editácia sa uskutoční kliknutím na neho.

Komunikátor: *Vyhľadať spojenie na \$dátum okolo \$čas?*

a) **Používateľ:** *áno*

Komunikátor: *(pokračovanie fáza 9)*



Obr. 3.20 Screen Porvrdenia a jeho HELP

FÁZA 9 POČIATOČNÁ INFORMÁCIA O SPOJI

Základné informácie o spoji sa zobrazia v hornej časti obrazovky. Prípadné prestupy sú zobrazené v dolnej časti spolu s podrobnejšími informáciami. Ak si chce užívateľ zvoliť najbližší nasledujúci spoj, musí kliknúť na text „ďalší spoj“. Stránku generuje PHP, ktorý zapíše do súboru všetky vstupné údaje, ktoré sú posielané na server a z neho následne prichádza odozva vo forme dát, ktoré sú požadované, a tá sa pri výpise zobrazí.

Na tomto prípade je asi najlepšie ilustrovateľná výhoda grafického výpisu. Na Obr. 3.7 je zobrazený výpis spoja s jedným prestupom. Samotné prečítanie tohto výstupu počítačom trvá pomerne dlho. Ak zoberieme do úvahy obmedzenia ľudskej pamäti je oveľa výhodnejšie mať tento výstup zobrazený vcelku na jednej obrazovke ľubovoľne dlhý čas. Taktiež opakovanie v grafickej časti stráca zmysel.

Komunikátor: *Najbližší spoj je \$typ_spoja o \$čas_odchodu. (pokračovanie fáza 10)*



Obr. 3.21 Výpis spoja a jeho Help

FÁZA 10 ZISTIŤ PODROBNÉ INFORMÁCIE?

Komunikátor: *Prehrať informácie o tomto spoji?*

a) **Používateľ:** *áno*

Komunikátor: *(pokračovanie fáza 11)*

b) **Používateľ:** *nie*

Komunikátor: *(pokračovanie fáza 12)*

c) **Používateľ:** *pomôž mi*

Komunikátor: *Pre podrobnejšie informácie povedzte ÁNO. (zopakovať fáza 10)*

FÁZA 11 PODROBNÁ INFORMÁCIA O SPOJI

Komunikátor (bez prestupu): *Príchod do stanice \$stanica2 je o \$čas_príchodu.*

Komunikátor (s jedným prestupom): *Vybrané spojenie obsahuje prestup v stanici stanica_prestupu. Príchod do stanice \$stanica_prestupu je o \$čas_príchodu_pri_prestupe. Prípoj \$typ_spoja_po_prestupe odchádza o*

\$čas_odchodu_po_prestupe. Príchod do cieľovej stanice \$stanica2 je o \$čas_príchodu.

Komunikátor (s viac ako jedným prestupom): Príchod do stanice \$stanica2 je o \$čas_príchodu. Pozor! Vyhľadané spojenie je s viac ako jedným prestupom!

Komunikátor: Cena lístka je \$cena Sk. (pokračovanie fáza 12)

FÁZA 12 VYHĽADANIE ĎALŠIEHO SPOJA

Komunikátor: Vyhľadať najbližší ďalší spoj?

a) Používateľ: áno

Komunikátor: (pokračovanie fáza 9)

b) Používateľ: nie

Komunikátor: (pokračovanie fáza 13)

c) Používateľ: pomôž mi

*Komunikátor: Ak si želáte vyhľadať ďalší nasledujúci spoj, odpovedzte ÁNO.
(zopakovať fáza 12)*

FÁZA 13 UKONČENIE HOVORU

Komunikátor: Želáte si skončiť?

a) Používateľ: áno

Komunikátor: IRKR portál Vám žela príjemný deň. Dupočutia. (exit)

b) Používateľ: nie

Komunikátor: (návrat fáza 2)

c) Používateľ: pomôž mi

Komunikátor: Pre ukončenie hovoru povedzte ÁNO.

d) Používateľ: END

Komunikátor: IRKR portál Vám žela príjemný deň. Dupočutia. (exit)

4 SPUSTENIE A TESTOVANIE FUNKČNEJ VERZIE SYSTÉMU

4.1 NÁVRH A REALIZÁCIA KOMUNIKAČNÉHO SERVERA NA BÁZE GALAXY ARCHITEKTÚRY

Z dôvodu realizácie komunikácie s Galaxy architektúrou cez SIP klienta, bol realizovaný prenos dát a signalizácie cez SIP Gateway Linkys PAP2T-EU, ktoré je napojené FXS rozhraním so vstupmi telefónnej Intel Dialogic karty a obsluhuje ho Audioserver postavený na Galaxy architektúre, ktorý je funkčný a otestovaný.

Vďaka tomu, je komunikácia hlasovou modalitou nezávislá od grafickej a je možné ju testovať aj autonómne, bez použitia grafického rozhrania v PDA cez ľubovoľný SIP klient. Testovanie je tak možné aj z PC s ľubovoľným operačným systémom alebo iné SIP zariadenia ako Gateway alebo IP telefón. Aktivovaním SIP služby s príchodzím číslom sa dokonca stane dostupným z ľubovoľnej telekomunikačnej siete a je možné sa na neho dovolať aj z PSTN linky.

4.2 VYTVORENIE WLAN PRÍSTUPOVÉHO BODU PRE TESTOVANÚ MULTIMODÁLNU SLUŽBU

Testovaná multimodálna služba bola testovaná cez WLAN prístupový bod, ktorý bol spočiatku dostupný len pre vývojárov aplikácie. Neskôr sa dočasne otvoril aj pre študentov, ale kvôli tomu, že nebolo dostatok času na dotiahnutie multiužívateľského prostredia, bol nakoniec opäť sprístupnený len pre vývojárov v laboratóriu. Tento prístup je však naďalej využívaný pri testovaní multimodálneho dialógu.

4.3 IMPLEMENTOVANIE A TESTOVANIE MULTIMODÁLNEJ APLIKÁCIE Z DOSTUPNÝCH PDA ZARIADENÍ

Funkčná verzia systému bola spustená a testovaná s využitím WLAN prístupového bodu na dostupných PDA zariadeniach, na ktorých bol nainštalovaný špecializovaný SIP klient skompilovaný len pre spojenie s MOBILTEL komunikátorom. Bola overená funkčnosť obojsmernej multimodálnej komunikácie. Systém svižne reagoval na hlasové aj textové povely perom, či zabudovanou klávesnicou v mobilnom zariadení. Tento výsledok potvrdil možnosť využitia multimodálneho systému v praxi a takisto ukázal, že nie každé mobilné zariadenie, aj pri minimálnych možných nárokoch na CPU, zvládne multimodálny dialóg bez preťaženia jeho procesora a tým spôsobí trhanie grafického rozhrania, či problémy s prehrávaním syntetizovaného hlasu či rozpoznania hlasu z mikrofónu.

5 ZÁVEREČNÉ ZHODNOTENIE VÝSLEDKOV PROJEKTU

V treťom roku riešenia projektu (2007) bolo podľa "Harmonogramu riešenia projektu" výskumná aktivita zameraná na optimalizáciu a testovanie demonštračnej verzie systému, konkrétne na:

- nájdenie možností optimalizácie a zvyšovania robustnosti navrhovaného systému
- návrh a testovanie telekomunikačnej služby na multimodálnej báze
- sprístupnenie demonštračnej verzie služby a jej evaluácia
- vyhodnotenie a propagácia výsledkov

Na základe výsledkov dosiahnutých v druhom roku riešenia, bola výskumná aktivita kolektívu zameraná na riešenie nasledujúcich dielčích cieľov:

1. *Zvyšovanie robustnosti systému*
 - a. Optimalizácia duplexného prenosu reči (PDA-Server)
 - b. Optimalizácia grafického rozhrania služby na strane servera
 - c. Optimalizácia grafického rozhrania služby na strane PDA zariadenia

Tento cieľ sa podarilo naplniť s využitím SIP klienta skompilovaného pre PocketPC platformu, a zapojením SIP Gateway Linksys ku Dialogic karte servera. Tým sa využíva otestovaný Audioserver a vyriešila sa tým plne duplexná komunikácia skrz potencionálne firewally a NAT servery. Grafické rozhranie bolo optimalizované a testované a je takisto plne funkčné.

2. *Testovanie skúšobnej multimodálnej služby*
 - a. Doplnenie grafického rozhrania k navrhnutým službám
 - b. Optimalizácia multimodálneho dialógu služby „Počasie“
 - c. Optimalizácia multimodálneho dialógu služby „Cestovný poriadok“

Počas testovania skúšobnej verzie multimodálnej služby bolo nájdených veľa problémov, ktoré sa postupne podarilo vyriešiť, pričom ich riešenie by bolo možné ešte vylepšiť ďalším vývojom. Oba dialógy boli graficky vylepšené a výstup skráslený animovanými ikonami, ktoré sú príťažlivé pre koncového používateľa a dialóg sa stáva príjemnejším. Aj celkový vzhľad by bolo možné vylepšiť zapojením profesionálneho grafika. Celkovo však dialóg spĺňa požiadavky, ktoré boli na neho počas vývoja kladené.

3. *Spustenie a testovanie funkčnej verzie systému*
 - a. Návrh a realizácia komunikačného servera na báze GALAXY architektúry

- b. Vytvorenie WLAN prístupového bodu pre testovanú multimodálnu službu
- c. Implementovanie a testovanie multimodálnej aplikácie z dostupných PDA zariadení

Funkčná verzia systému bola spustená a testovaná s využitím WLAN prístupového bodu na dostupných PDA zariadeniach, na ktorých bol nainštalovaný špecializovaný SIP klient skompilovaný len pre spojenie s MOBILTEL komunikátorom. Bola overená funkčnosť obojsmernej multimodálnej komunikácie. Systém svižne reagoval na hlasové aj textové povely perom, či zabudovanou klávesnicou v mobilnom zariadení. Tento výsledok potvrdil možnosť využitia multimodálneho systému v praxi a takisto ukázal, že nie každé mobilné zariadenie, aj pri minimálnych možných nárokoch na CPU, zvládne multimodálny dialóg bez preťaženia.

4. Propagácia dosiahnutých výsledkov

- a. Publikovanie dosiahnutých výsledkov v zborníkoch konferencií
- b. Publikovanie dosiahnutých výsledkov v časopisoch
- c. Spustenie verejne dostupnej služby v dosahu prístupového bodu WLAN laboratória KEMT
- d. Zverejnenie možnosti prístupu k verejne dostupnej službe na WEB stránke

Výsledky projektu boli v poslednom roku masívne propagované na vedeckom poli ale aj pre širokú verejnosť. Zúčastnili sme sa projektu Noc výskumníka 2007 v bratislavskom Auparku, kde si mohli nakupujúci vyskúšať možnosti MOBILTEL komunikátora a získali aj ďalšie informácie na priloženom propagačnom letáčku. Služba však bola obmedzená pomalým prístupom na internet poskytnutý organizátormi akcie. Napriek tomu náš stánok získal pozornosť verejnosti a absolvovali sme mnoho diskusií s okoloidúcimi, ktorých služba zaujala. Na akcii sme prezentovali poster (

Obr. 5.1) a letáček venovaný projektu MobilTel (Obr. 5.2).

Projekt MobilTel bol prezentovaný aj na stretnutí managenentu medzinárodného projektu COST2102- Verbal and nonverbal communication behaviours, konaného v marci 2007 v Taliansku (Vietri sul Mare).

MOBILTEL - Mobile Multimodal Telecommunications Systems and Services



Ján PAPAJ, Matúš PLEVA, Anton ČIŽMÁR, Ľubomír DOBOŠ, Jozef JUHÁR, Stanislav ONDÁŠ
 Department of Electronics and Multimedia Communications, Technical University of Košice, Košice, Slovakia (Jan.Papaj@tuke.sk, Matus.Pleva@tuke.sk, Anton.Cizmar@tuke.sk, Lubomir.Dobos@tuke.sk, Jozef.Juhar@tuke.sk, Stanislav.Ondas@tuke.sk)

Introduction

The MobilTel project provides research and development activities in multimodal interfaces area. The main goals of this project are:

- the research and development in the area of mobile multimodal telecommunication systems (allows access to information from different areas through mobile multimodal terminal and human-machine interaction),
- information exchange and acquisition of new knowledge from the area of the research,
- enable development and use of mobile telecommunication systems and services,
- enable development automatic speech recognition, speech synthesis, automatic speech and multimodal dialog systems,
- enable network programming and other subjects according to the solving of the point of this project.

MobilTel communicator

- MobilTel communicator enables:
 - multimodal multi-user interaction in Slovak language,
 - interaction through IP network or telecommunication to find information in databases or internet websites.

Multimodal Communicator Architecture

- based on a distributed 'hub-and-spoke' Galaxy architecture used in DARPA Communicator,
- each module (server) seeks services from the HUB and provides services to the other modules through the Galaxy HUB,
- plug & play approach,
- every communication goes through the HUB:
 - distribute the messages to more than one recipients,
 - change the message or the structure,
 - make a log files.

Servers of the communicator

ASR server - two isolated words recognizers with thousands words capacity (ATK based ASR module, Sphinx-4 based ASR module).

HUB server - developed in DARPA Communicator project.

Information (Backend) server - retrieving the information from web according to the Dialogue Manager (DM) requests.

TTS server - Diphone synthesizer based on concatenation of diphones with Time Domain Pitch Synchronous Overlap and Add (TD-PSOLA) similar algorithm.

Dialogue manager - Based on VoiceXML 1.0 interpreter fundamental components: XML Parser, VoiceXML interpreter and ECMA Script unit is written in C++ with external wrapper to the hub.

Telephony server - Connects the whole system to the telecommunication or IP network, supports telephone hardware card - Dialogic D120/41,CT-LS Euro, sound card or VoIP connection.

WWW server - mainly Apache free web server which provides the GUI interface to the PDA device

TTM (Text To Multimodality) server - provides next modalities and also logging messages from HUB to another files. These files are monitored real-time, and any other program or script can interact with the dialog of the communicator.

Audio data transfer architecture

PDA-side services

There are two main services running during the multimodal interaction:

- Web browser - as graphical user interface (using the JavaScript and PHP to be a real-time service)
- Voice audio server together with main control module.

Examples of multimodal services

Multimodal services for testing of MobilTel architecture communicator:

- Railway scheduler
- Weather

Examples of service GUI for Railway scheduler

Examples of service GUI for Weather

Conclusion and future work


The next project activities will be oriented:

- to optimizing and testing of demo version of the system,
- to select optimal solution and increase the robustness by optimization of duplex voice transmission between PDA and multimodal server,
- optimization of GUI,
- redesign and testing of the multimodal telecommunication services and optimization of multimodal dialog,
- demo version of multimodal version of communication system for PDA devices connected to the laboratory WiFi AP (access point),
- publishing the needed connection information to the students on the project website.

Acknowledgements


Research described in the poster was financially supported by the Slovak Grant Agency - APVV project MobilTel No. APVT-20-029DDA, and also by YEGA project No.1/4054/07.

Obr. 5.1 Poster z propagačných akcií



Mobilné multimodálne systémy

- ✓ umožňujú komunikáciu človeka s počítačom hovorenou rečou s podporou grafického rozhrania
- ✓ umožňujú interakciu cez PDA zariadenia
- ✓ využíva technológie www, rozpoznávania a syntézy reči



bezdrôtová sieť WiFi

PDA

Inteligentné rečové rozhranie

Informácie z internetu

Výhody multimodálneho mobilného systému

- úplne zadarmo
- informácie vždy po ruke
- voliteľné ovládanie hlas/dotyk
- možnosť uloženia informácií

Mobilné multimodálne služby


POČASIE

- informácie o počasí pre 80 miest na Slovensku na tri dni dopredu
- priame napojenie na web
- funguje aj v prípade krátkodobého výpadku web stránky

CESTOVNÉ PORIADKY

- informácie o vlakoch a autobusoch
- poskytuje spojenie medzi viac ako 7000 zastávkami na Slovensku

Grafické rozhranie



Informácie o projekte

Mobilný multimodálny systém bol vyvinutý v rámci projektu MobilTel výskumným tímom Technickej univerzity v Košiciach na Katedre elektroniky a multimediálnych telekomunikácií.

Viac informácií o projekte nájdete na web-stránkach <http://mobiltel.tuke.sk> a <http://kemt.fe.i.tuke.sk>.

Projekt APVT-20-029004

Obr. 5.2 Leták z propagačnej akcie Noc výskumníka 2007

ZOZNAM PUBLIKÁCIÍ RIEŠITEĽOV

1. PAPAĽ, Ján et al.: MOBILTEL - mobile multimodal telecommunications systems and services. In: Radioelektronika 2007: Proceedings of 17th international conference, April 24-25, 2007, Brno, Czech Republic. Brno: Department of Radio Electronics, Brno University of Technology, 2007. p. 517-520. ISBN 978-80-214-3390-8.
2. MIRILOVIČ, Michal - JUHÁR, Jozef - ČIŽMÁR, Anton: Steps towards the stochastic language modelling in Slovak. In: ECMS 2007 : 8th International Workshop on Electronics, Control, Modelling, Measurement and Signals Liberec, May 21-23, 2007. Liberec : Technical University of Liberec, 2007. p. 85-90. ISBN 978-80-7372-202-9.
3. ONDÁŠ, Stanislav - JUHÁR, Jozef: Automatic evaluation of Slovak spoken language dialogue system. In: ECMS 2007 & Doctoral School: 8th international workshop on Electronics, Control, Modelling, Measurement and Signals: Liberec, May 21-23, 2007: Liberec : Technical University of Liberec, 2007. p. 91-96. ISBN 978-80-7372-202-9.
4. KATRAK, Miroslav - JUHÁR, Jozef: Training slovak pohneme with using neural network. In: ECMS 2007 & Doctoral School: 8th international workshop on Electronics, Control, Modelling, Measurement and Signals: Liberec, May 21-23, 2007: Liberec : Technical University of Liberec, 2007. p. 73-78. ISBN 978-80-7372-202-9.
5. RATICA, Jozef - DOBOŠ, Ľubomír: Mobile Ad-Hoc networks connection admission control protocols overview. In: Radioelektronika 2007: Proceedings of 17th international conference, April 24-25, 2007, Brno, Czech Republic. Brno: Department of Radio Electronics, Brno University of Technology, 2007. p. 181-184. ISBN 978-80-214-3390-8.
6. PAPAĽ, Ján - PLEVA, Matúš: Introduction to project Mobiltel. In: 7th PhD Student Conference and Scientific and Technical Competition of Students of Faculty of Electrical Engineering and Informatics Technical University of Košice : Proceeding from conference and competition : Košice, 23.5.2007. Košice : FEI TU, 2007. s. 19-20. ISBN 978-80-8073-803-7.
7. PAPAĽ, Ján - DOBOŠ, Ľubomír - ČIŽMÁR, Anton: Security as a QoS parameters in MANET networks. In: RTT 2007: Research in Telecommunication Technology 2007: 8th International Conference: Žilina - Liptovský Ján September 10-12, 2007. Žilina: ŽU, 2007. 5 s. ISBN 978-80-8070-735-4.
8. DOBOŠ, Ľubomír - PATLEVIČ, Peter: Implementation of Fuzzy Logic in CAC. In: RTT 2007: Research in Telecommunication Technology 2007: 8th

- International Conference: Žilina - Liptovský Ján September 10-12, 2007. Žilina: ŽU, 2007. 5 s. ISBN 978-80-8070-735-4.
9. MIRILOVIČ, Michal - ČIŽMÁR, Anton - JUHÁR, Jozef: Automatic segmentation of Slovak words into morphemes. In: RTT 2007: Research in Telecommunication Technology: 8th international conference: Žilina - Liptovský Ján September 10-12, 2007. Žilina : ŽU, 2007. 5 s. ISBN 978-80-8070-735-4.
 10. MIRILOVIČ, Michal - ČIŽMÁR, Anton - PAPCO, Marek: Automatic speech recognition in Slovak based on SONIC Toolkit. In: RTT 2007: Research in Telecommunication Technology: 8th international conference: Žilina - Liptovský Ján September 10-12, 2007. Žilina : ŽU, 2007. 5 s. ISBN 978-80-8070-735-4.
 11. ONDÁŠ, Stanislav - JUHÁR, Jozef - LOJKA, Martin: Speech interface for controlling of Windows applications in Slovak. In: RTT 2007: Research in Telecommunication Technology: 8th international conference: Žilina - Liptovský Ján September 10-12, 2007. Žilina : ŽU, 2007. 4 s. ISBN 978-80-8070-735-4.
 12. ONDÁŠ, Stanislav - JUHÁR, Jozef - VALO, Lubomír: Evaluation tool for spoken dialogue system and its services. In: RTT 2007 : Research in Telecommunication Technology 2007 : 8th International Conference : Žilina - Liptovský Ján September 10-12, 2007. Žilina : ŽU, 2007. 4 s. ISBN 978-80-8070-735-4.
 13. PLEVA, Matúš - JUHÁR, Jozef - ČIŽMÁR, Anton: Slovak broadcast news speech corpus for automatic speech recognition. In: RTT 2007: Research in Telecommunication Technology 2007 : 8th International Conference : Žilina - Liptovský Ján September 10-12, 2007. Žilina : ŽU, 2007. 4 s. ISBN 978-80-8070-735-4.
 14. MIRILOVIČ, Michal: On the way to language modeling for automatic speech recognition in Slovak. In: 7th PhD Student Conference and Scientific and Technical Competition of Students of Faculty of Electrical Engineering and Informatics Technical University of Košice : Proceeding from conference and competition : Košice, 23.5.2007. Košice : FEI TU, 2007. s. 39-40. ISBN 978-80-8073-803-7.
 15. ONDÁŠ, Stanislav: Principles of voice services design for IRKR communicator. In: 7th PhD Student Conference and Scientific and Technical Competition of Students of Faculty of Electrical Engineering and Informatics Technical University of Košice : Proceeding from conference and competition : Košice, 23.5.2007. Košice : FEI TU, 2007. s. 17-18. ISBN 978-80-8073-803-7.
 16. PATLEVIČ, Peter: Fuzzy-based CAC scheme. In: 7th PhD Student Conference and Scientific and Technical Competition of Students of Faculty of Electrical Engineering and Informatics Technical University of Košice : Proceeding from conference and competition : Košice, 23.5.2007. Košice : FEI TU, 2007. s. 25-26. ISBN 978-80-8073-803-7.
 17. RATICA, Jozef: Connection admission control protocols in mobile ad-hoc networks. In: 7th PhD Student Conference and Scientific and Technical
-

Competition of Students of Faculty of Electrical Engineering and Informatics Technical University of Košice : Proceeding from conference and competition : Košice, 23.5.2007. Košice : FEI TU, 2007. s. 43-44. ISBN 978-80-8073-803-7.

18. PLEVA, Matúš et al.: Towards to mobile multimodal telecommunications systems and services. In: Verbal and Nonverbal Communication Behaviours: COST Action 2102 International Workshop: Vietri sul Mare, Italy, March 29-31, 2007: Revised Selected and Invited Papers. Berlin: Springer-Verlag, 2007. p. 286-293. Internet: <http://www.springerlink.com/content/hn2781721j80/?sortorder=asc&p_o=20> ISBN 978-3-540-76441-0.

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK

ALG	Application Layer Gateway
API	Application Programming Interface
ARKS	Automatické rečové komunikačné rozhranie
ARR	Automatický rozpoznávač reči
ASR	Automatic speech recognition
CDMA	Code-Division Multiple Access
CLDC	Connected Limited Device Configuration
CMU	Carnegie Mellon University
CPU	Central Processor Unit
CSLU	Center for Spoken Language Understanding
CSS	Cascading Style Sheets
CSS MP	Cascading Style Sheets Mobilke Profile
DAB	Digital Audio Broadcasting
DARPA	Defense Advanced Research Projects Agency
DM	Dialog Manager
DTD	Document Type Definition
DTMF	Dual Tone Multi Frequency
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
GC	Galaxy Communicator
GDI	Graphic Device Interface
GIF	Graphics Interchange Forma
GUI	Graphical User Interface
GZIP	GNU zip
HCI	Human-Computer Interaction
HMM	Hidden Markov Model
HTML	HyperText Markup Language
HTTP	HyperText Transfer Protocol
IAS	Information Access Server
IAX	InterAsterisk eXchange

ID	Identification
IE	Internet Explorer
IP	Internet Protocol
IPSec	IP Security Protocoll
IPv6	Internet Protocol version 6
MINIMO	Mini Mozilla
MSS	Microsoft Speech Server
NAT	Network Address Translation
NLG	Natural Language Generation
NLU	Natural Language Understanding
OAA	Open Agent Architecture
OS	Operating System
PDA	Personal Digital Assistant
PPC	Pocket PC
PPS/SLIP	Serial Line Internet Protocol
QoS	Quality of Service
SD	Secure Digital
SDK	Software Development Kit
SES	Speech Engine Services
SIF	Speech Interface Framework
SIG	Special Interest Group
SIP	Session Initiation Protocol
SMS	Smart Messaging Service
SRI	Stanford Research Institute
SRS	Speech Recognition System
SSH	Secure SHell
SSL	Secure Sockets Layer
STUN	Simple Traversal of User Datagram
TCP	Transmission Control Protocol
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
TLS	Transport Layer Security
TTS	Text-to-Speech
TURN	Traversal Using Relay NAT
UA	User Agent
UAC	User Agent Client

UAS	User Agent Server
UDP	User Datagram Protocol
UPnP	Universal Plug and Play
URI	Uniform Resource Identifier
URL	Uniform Resource Locator
USB	Universal Serial Bus
UTF	Unicode Transformation Format
VRML	Virtual Reality Modeling Language
VWS	Voice Web Server
VXML	Voice Extensible Markup Language
W3C	World Wide Web Consortium
WAP	Wireless Application Protocol
WCDMA	Wireless Code Division Multiple Access
WECA	Wireless Ethernet Compatibility Alliance
Wi-Fi	Wireless Fidelity
WLAN	Wireless Local Area Network
WMA	Windows Media Audio
WML	Vector Markup Language
WWW	World Wide Web
XHTML	Extensible Hypertext Markup Language
XIP	eXecute-In-Place
XML	eXtensible Markup Language