

Zadanie č.1 – SIP Proxy

Miroslav Hájek

Mobilné technológie a aplikácie (2021 / 22)

Fakulta informatiky a informačných technológií

Zadanie

Na vašom počítači sprevádzkujte SIP Proxy (telefónnu ústredňu), ktorá umožní prepájanie a realizáciu hovorov medzi štandardnými SIP klientami.

Opis riešenia

Vlastná SIP Proxy je implemenovaná v jazyku Python 3.8. K dispozícii je na verejnom github repozitári: <https://github.com/etakerim/SIP-Proxy>. Skladá sa z troch súborov: `main.py`, `settings.py`, `sipproxy.py`.

Na spracovanie UDP požiadaviek sa využíva vstavaná knižnica `socketserver`, a na parsovanie SIP správ cez regulárne výrazy slúži balíček `re`. Riešenie je z veľkej miery inšpirované programom `PySipFullProxy` s čiastočne prebraným zdrojovým kódom refaktorovaným a modernizovaným povôdne z <https://github.com/tirfil/PySipFullProxy>

UDP server počúva na štandardnom SIP porte 5060 (podľa `SIP_PORT` v `settings.py`) a príchodzie požiadavky deleguje metóde `handle()` v triede `SIPProxy`. Podľa použitej metódy SIP protokolu (`REGISTER`, `INVITE`, `BYE`, atď) sa následne rozhodne, či bude správa medzi klientami iba preposlaná v prevažne nezmenenom stave, alebo dôjde po ceste k prepísaniu niektorých SIP hlavičiek, alebo na požiadavku odpovie priamo ústredňa.

Používateľský manuál

Pred spustením je nevyhnutné manuálne upraviť v `settings.py`:

- IP adresu proxy v konštante `SIP_IP` podľa aktívneho sieťového rozhrania.
- Názov súbor v konštante `LOG_FILENAME` na denník hovorov a prevádzkových správ ústredne. Predvolene sa ukladajú do súboru: `call.log`

SIP proxy je spustená príkazom z koreňového adresára projektu:

- `python main.py`

Nastavenie klientov: Linphone

Na prepojenie klientov cez našu ústredňu musia byť tie správne nastavené. Testovanie sa realizovalo aplikáciou Linphone pre Windows 10 (vo Virtualboxe), Android (telefón), Linux. Pre nedostatok klientov pre konferenčný hovor bol použitý tablet s Androidom 4, kde fungoval iba Zoiper Beta.

V nastaveniach Linphone v záložke “SIP accounts” (na obr. nižšie) bolo potrebné nastaviť ľubovoľné používateľské meno “SIP address”, následne možné sa dovolať v lokálnej sieti. Okrem toho nastaviť “SIP Server address” na IP adresu našej ústredne, “Transport” na UDP a povoliť iba odosielanie “Register” správ. V záložke “Network” preferovať náhodné pridelenie portov.

The screenshot displays the Linphone settings interface, organized into three main sections:

- Main SIP account settings:** This section contains four input fields:
 - SIP address*:** Contains the text "sip:home@192.168.1.103".
 - SIP Server address*:** Contains the text "<sip:192.168.1.103;transport=udp>".
 - Registration duration (sec):** A numeric input field set to "600".
 - Transport:** A dropdown menu currently showing "UDP".
- Network protocol and Ports:** This section includes several toggle switches:
 - Register:** Toggled ON (orange).
 - Publish presence information:** Toggled OFF (grey).
 - Enable AVPF:** Toggled OFF (grey).
 - Set SIP/UDP listening port:** Toggled OFF (grey).
 - Set SIP/TCP listening port:** Toggled OFF (grey).
 - Audio RTP UDP port:** Toggled OFF (grey).
 - Video RTP UDP port:** Toggled OFF (grey).
- NAT and Firewall:** This section includes two toggle switches:
 - Enable ICE:** Toggled OFF (grey).
 - Enable TURN:** Toggled OFF (grey).

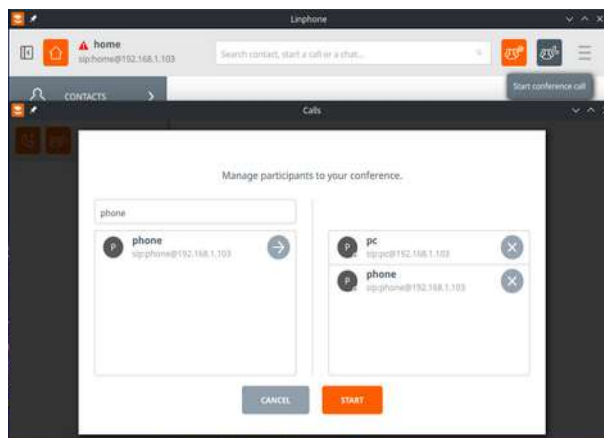
Implementácia scenárov

- 1. Registrácia účastníka (bez nutnosti autentifikácie)** – Každý účastník, ktorý chce realizovať hovor musí byť prihlásený na SIP proxy. Po prijatý REGISTER správy sa v metóde `sip_register()` do slovníka registry vloží pod kľúčom SIP adresy klienta údaje o naviazanom spojení: IP adresa a UDP port klienta, socket a čas platnosti registrácie. Odpoveďou je stavový kód “200 OK”.

Príklad registrovaného účastníka na ústredni:

```
'pc@192.168.1.103': {  
    'socket': <socket.socket laddr=('0.0.0.0', 5060)>,  
    'contact': '192.168.1.102:51272',  
    'client': ('192.168.1.102', 51272),  
    'validity': 1645980650  
}
```

2. **Vytočenie hovoru a zvonenie na druhej strane** – Prijatím správy INVITE sa zisťuje metódou sip_invite(), či sú volajúci aj volaný už registrovaný na ústredni. Za takých okolností sa vytočenie hovoru prepošle druhej strane metódou resend(). Neúspech s neznámymi stranami signalizujú stavové kódy 400 alebo 480.
Prichádza k pridaniu hlavičiek “Via” a “Record-route” a ďalších metadát k existujúcim hlavičkám: “rport”, “received”, “branch”. Stavové kódy spôsobujúce vyzváňanie “100 Trying” a “180 Ringing” sú rovnako priamo preposlané.
3. **Prijatie hovoru druhou stranou a fungujúci hlasový hovor** – Hlasový hovor je naviazaný po preposlaní správy ACK účastníkovi z hlavičky “To:” v metóde resend_to_destination()
4. **Ukončenie hlasového hovoru** – Hovor môže byť ukončený po naviazaní jedným z účastníkom výmenou správ BYE-ACK, alebo ho druhá strana môže odmietnuť stavovým kódom 603, a tiež dokáže hovor zrušiť volajúci správou CANCEL. Popísaná komunikácia je s uvedenými minimálnymi zmenami v hlavičkách iba sprostredkovaná medzi klientami cez resend() alebo resend_to_source() u stavových kódov.
5. **Možnosť zrealizovať konferenčný hovor** – SIP správy konferenčného hovoru sa správajú podobne ako dve nezávislé hlasové hovory, ktoré však prepája jeden z klientov. Kód proxy nebolo preto potrebné meniť. Cez Linphone bolo potrebné zavolať všetkým účastníkom konferencie cez voľbu v GUI:



- 6. Možnosť presmerovať hovor** – Po zdvihnutí hovoru v Linphone je presmerovateľný cez “Transfer Call” na iného účastníka.



Druhej strane, ktorá bude presmerovaná sa cez proxy prepošle REFER správa s hlavičkou Refer-To, kam má byť hovor smerovaný. Po prijatí cez kód 202 sa začne nový hovor cez INVITE, ale strana ktorá hovor presmerovala dostáva NOTIFY, aby čakala na linke. Proxy implementuje jedine v `handle()` posielanie správ “200 OK” na NOTIFY.

- 7. Možnosť realizovať videohovor** – videohovor sa z pohľadu SIP uskutoční skoro identicky s hlasovým hovorom. Opäť stačí preto proxy len preposialať podľa hlavičiek cez metódu `resend()`. SDP telo v INVITE správe popisuje obsah médií, ktoré sa dohodnú na posielanie cez RTP. Pokiaľ nie je v klientovi predvolene dovolené začať videohovor pošle sa po zdvihnutí hovoru a aktivovaní kamery ďalší invite so Subject: Media Change.
- 8. Logovanie “denníka hovorov” – záznam hovorov a správy o registráciach na ústredni sa ukladá do súboru podľa konštanty LOG_FILENAME.** Zápis do súboru realizuje python knižnica logging po prijatí SIP správy v metóde `handle()`, ktorá znamená určité správanie (INVITE, BYE, CANCEL). V množinu calling sa ukladajú Call-ID aktívnych hovorov po prijatí správy INVITE a odstraňujú sa po z množiny po ich ukončení. Účastníci hovoru sú zistení z hlavičiek “From:” a “To:” aktuálnej správy.

Vzorové sekvencie loggov denníka hovorov vo formáte: dátum, čas, call-id, akcia; sú uvedené v súbore: `call-sample.log`

- kto kedy komu volal:

[25.02.2022 10:48:34] Hovor: ag6CL~ZY1N , <phone@192.168.1.103> volá účastníka <pc@192.168.1.103>

- kedy bol ktorý hovor prijatý:

[25.02.2022 10:48:40] Hovor: ag6CL~ZY1N, <pc@192.168.1.103> prijal hovor od <phone@192.168.1.103>

- kedy bol ktorý hovor ukončený

[25.02.2022 10:48:48] Hovor: ag6CL~ZY1N, <pc@192.168.1.103> ukončil hovor od <phone@192.168.1.103>

[25.02.2022 10:52:58] Hovor: ~3dr3YU9an, <phone@192.168.1.103> zrušil hovor ku <pc@192.168.1.103>

[25.02.2022 10:54:33] Hovor: XcwpbYM2sX, <pc@192.168.1.103> odmietol hovor od <phone@192.168.1.103>

- 9. Úprava SIP stavových kódov z zdrojovom kóde proxy** – namiesto 100 Trying sa v `handle()` mení na “100 Volame” a popisy majú zmenené aj chybové stavové kódy z ústredne v metódach `sip_invite()` a `sip_other()`, napr.: “480 Volany je docasne nedostupny”

PCAP záznamy scenárov

- `01-register.pcap`: Registrácia účastníka
- `02-calling.pcap`: Vytočenie hovoru a zvonenie na druhej strane
- `03-accept-call.pcap`: Prijatie hovoru druhou stranou a fungujúci hlasový hovor
- `04-hangup.pcap`: Ukončenie prijatého hovoru
- `04-cancel-call.pcap`: Neprijatie hovoru
- `04-decline-call.pcap`: Ukončenie neprijatého hovoru
- `whole-call.pcap`: Záznam celého hlasového hovoru. Rozdelené do súborov: `01-register.pcap`, `02-calling.pcap`, `03-accept-call.pcap`, `04-hangup.pcap`
- `conference.pcap`: konferenčný hovor
- `transfer-call.pcap`: presmerovanie hovoru
- `videocall.pcap`: videohovor