

Slovenská technická univerzita
Fakulta informatiky a informačných technológií
Ilkovičova 2, 842 19 Bratislava

SIP Proxy **(telofónna ústredňa)**

Dokumentácia

Autor: Martin Katkovčín
Cvičiaci: Ing. Marek Galinski, PhD.
Predmet: Mobilné technológie a aplikácie
Akademický rok: 2021/2022

Zadanie

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

Rozsah povinných funkcionalít

- Registrácia účastníka (bez nutnosti autentifikácie)
- Vytocenie hovoru a zvonenie na druhej strane
- Prijatie hovoru druhou stranou, fungujúci hlasový hovor
- Ukončenie hlasového hovoru (prijatého aj neprijatého)

Doplňkové funkcionality

- Možnosť zrealizovať konferenčný hovor (aspoň 3 účastníci)
- Možnosť presmerovať hovor
- Možnosť realizovať videohovor
- Logovanie “denníka hovorov” – kto kedy komu volal, kedy bol ktorý hovor prijatý, kedy bol ktorý hovor ukončený, do ľubovôleňého textového súboru v ľubovôleňom formáte
- Úprava SIP stavových kódov z zdrojovom kóde proxy, napr. “486 Busy Here” zmeníte na “486 Obsadené”

Realizácia riešenia

Hlavným cieľom tohto projektu bolo vytvoriť telefónnu ústredňu, cez ktorú bolo možné realizovať komunikáciu medzi dvoma, ale aj viacerými SIP klientami, ktorí boli v danej sieti vytvorení. Išlo o hlasovú komunikáciu a videohovor.

V tomto riešení som použil knižnicu **PySipFullProxy**, kde pomocou tohto modulu, ktorý bolo potrebné modifikovať, aby bol modul na verzii *Python 3.9.10* spustiteľný a bolo možné realizovať hlasovú a obrazovú komunikáciu medzi dvoma SIP klientami. Na testovanie komunikácie medzi klientami sme využili SIP klient **Linphone**.

Spúšťanie programu

Tento program je spustiteľný pomocou terminálu príkazom “python3 xkatkovcin.py”, kde python file s názvom *xkatkovcin* je spúšťací súbor (main). Po spustení programu nasleduje otázka na používateľa, že či chce automaticky zobrať IP adresu siete, ktorá bola zariadeniu priradená v danej sieti, alebo ju chce zadať v požadovanom tvare, ktorý sa mu zobrazí v konzole.

Následne sa nám vytvorí telefónna ústredňa (SIP Proxy), ktorá má adresu tvaru -> IP adresa:5060, pri čom sme si sami zvolili port s hodnotou 5060. Teraz už pomocou SIP

klienta (simulované na Linphone) vieme komunikovať medzi registrovanými SIP používateľmi v sieti, kde si dátový tok môžeme trackovať pomocou nástroja Wireshark.

Zadanie bolo testované vrámci študentskej WiFi siete Ynet a všetky pcap trace súbory boli vygenerované vrámci tejto siete. Ak sme to testovali v škole na sieti EduRoam, tak si program nevedel automaticky zvoliť IP adresu, tak sme využili možnosť ju zadať manuálne.

Vysvetlenie vzorových pcap trace súborov

V tejto časti si rozoberieme, vysvetlíme a zobrazíme scenáre, ktoré boli zadane v projekte a zobrazíme vo Wiresharku, ktorý nám pomohol zachytiť packety, ktoré boli prenášané pri komunikácii medzi účastníkmi prostredníctvom protokolu SIP.

Povinné funkcionality

registracia_ucastnika.pcapng

Prostredníctvom tohto pcap súboru sme chceli zobraziť registráciu SIP účastníka bez potreby autentifikácie. Registrácia prebehla, keď sme sa pripojili na našu telefónnu ústredňu, kde mal SIP klient doménu rovnakú ako SIP proxy, cez ktorý prebiehala komunikácia. Registrovaný uzol poslal požiadavku typu REGISTER a server mu odoslal späť 200 - Vsetko okay - custom stav proxy.

1063	17.580905	10.10.12.248	10.10.12.207	SIP	1081 Request: REGISTER sip:10.10.12.207 (1 binding)
1064	17.582328	10.10.12.207	10.10.12.248	SIP	1112 Status: 200 - Vsetko okay (REGISTER) (1 binding)

Obr. 1 - Registrácia účastníka

zvonenie_druha_strana.pcapng

V tomto pcap súbore sme zobrazili vytáčanie, zvonenie na druhej strane (komunikácia medzi dvoma uzlami). Najprv sa poslala požiadavka INVITE, ktorá nám signalizuje to, že SIP klient martiniphone chce komunikovať s uzlom 10.10.12.207. Odpoveďou je 100 Trying, čo znamená, že sme odpovedali na prvú požiadavku a že druhý uzol obdržal INVITE. V poslednom packete vidíme, že nastalo zvonenie na druhej strane.

128	8.582259	10.10.12.207	10.10.12.248	SIP/SDP	315 Request: INVITE sip:martiniphone@10.10.12.207
130	8.647657	10.10.12.248	10.10.12.207	SIP	349 Status: 100 Trying
132	8.789733	10.10.12.248	10.10.12.207	SIP	536 Status: 180 Ringing

5060	Request: INVITE sip:martiniphone@10.10.12.207	54495
5060	Status: 100 Trying	54495
5060	Status: 180 Ringing	54495

Obr. 2 - Vytáčanie a zvonenie na druhej strane

ukoncenie_este_neprijaty_hovor_BUSY.pcapng

Pri ukončení neprijateľného hovoru, ktorý nám po určitej dobe (čas v sekundách) preruší nadviazanie spojenia medzi dvoma SIP klientami, kde sa nám pošle request typu 486, ktorý signalizuje, že sme sa nedovolali na daného SIP klienta, v tomto prípade na *martinmacbook*. V konečnom kroku je potvrdenie pomocou ACK metódy.

141	4.708426	10.10.12.248	10.10.12.207	SIP/SDP	1050	Request: INVITE sip:martinmacbook@10.10.12.207
143	4.739665	10.10.12.207	10.10.12.248	SIP	305	Status: 100 Trying
155	5.165739	10.10.12.207	10.10.12.248	SIP	478	Status: 180 Ringing
1164	34.831608	10.10.12.207	10.10.12.248	SIP	438	Status: 486 Busy here
1165	34.858306	10.10.12.248	10.10.12.207	SIP	880	Request: ACK sip:martinmacbook@10.10.12.207

Obr. 3 - Ukončenie neprijateľného hovoru - automaticky - BUSY

ukoncenie_este_neprijaty_hovor_DECLINE.pcapng

V tomto scénari sme znázornili, ak na druhej strane zrušíme hovor zlačidlom zrušiť, aby sme zastavili vyzvánanie, kde sa nám pošle odpoveď 603 Decline. Uzol následne odpovedá ACK.

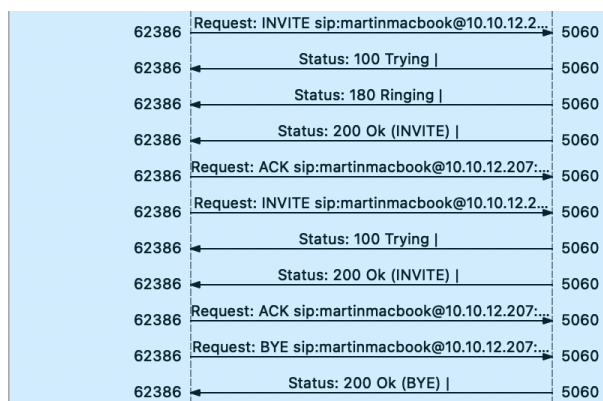
58	2.493300	10.10.12.248	10.10.12.207	SIP/SDP	1049	Request: INVITE sip:martinmacbook@10.10.12.207
60	2.516620	10.10.12.207	10.10.12.248	SIP	305	Status: 100 Trying
71	2.882482	10.10.12.207	10.10.12.248	SIP	478	Status: 180 Ringing
133	5.745890	10.10.12.207	10.10.12.248	SIP	436	Status: 603 Decline
134	5.831171	10.10.12.248	10.10.12.207	SIP	880	Request: ACK sip:martinmacbook@10.10.12.207

Obr. 4 - Ukončenie neprijateľného hovoru - DECLINE

ukoncenie_prijateho_fungujuci_hovor_BYE.pcapng

V tejto časti sme ukázali nie len zrušenie hovoru jednou stranou a ukončenie na oboch stranách, ale aj fungujúci hlasový hovor. Ukončenie spojenia prebieha poslaním requestu BYE, ktorá je zaslaná uzlom, ktorý inicializuje toto zrušenie. Odpoveď je poslaná 200 OK (BYE), čím dostávame odpoveď, že hovor sa úspešne podarilo ukončiť.

45	2.407866	10.10.12.207	10.10.12.248	SIP	305	Status: 100 Trying
50	2.796744	10.10.12.207	10.10.12.248	SIP	478	Status: 180 Ringing
75	5.224526	10.10.12.207	10.10.12.248	SIP/SDP	235	Status: 200 Ok (INVITE)
88	5.527648	10.10.12.248	10.10.12.207	SIP	476	Request: ACK sip:martinmacbook@10.10.12.207:58546;transport=udp
281	6.986489	10.10.12.248	10.10.12.207	SIP/SDP	540	Request: INVITE sip:martinmacbook@10.10.12.207:58546;transport=udp, in-di...
286	7.013159	10.10.12.207	10.10.12.248	SIP	317	Status: 100 Trying
289	7.022195	10.10.12.207	10.10.12.248	SIP/SDP	1503	Status: 200 Ok (INVITE)
296	7.073066	10.10.12.248	10.10.12.207	SIP	476	Request: ACK sip:martinmacbook@10.10.12.207:58546;transport=udp
673	10.396655	10.10.12.248	10.10.12.207	SIP	476	Request: BYE sip:martinmacbook@10.10.12.207:58546;transport=udp
674	10.409078	10.10.12.207	10.10.12.248	SIP	470	Status: 200 Ok (BYE)



Obr. 4 - Ukončenie prijatého hovoru - BYE

Doplnková funkcionality

konferencny_hovor.pcapng

V packete 708 sme chceli znázorniť, že sa nám podarilo vytvoriť EVENT, ktorý niesol meno conference, čo v našom ponímaní v zadaní je konferenčný hovor, kde sme realizovali komunikáciu medzi tromi účastníkmi (*martinmacbook*, *pc2*, *martiniphone*). Konferencia bola vytvorená SIP klientom *martinmacbook* a pozvaní boli *martiniphone* a *pc2*, ktorí následne toto pozvanie do konferenčného hovoru prijali a prebehla komunikácia medzi klientami.

```
> CSeq: 20 SUBSCRIBE
  Call-ID: Q1a-dLyImI
  [Generated Call-ID: Q1a-dLyImI]
  Max-Forwards: 70
  Supported: replaces, outbound, gruu
  Event: conference
  Expires: 600
```

Obr. 5 - Event - Conference - Konferenčný hovor

presmerovanie_hovoru.pcapng

V tomto scenári sme vytvorili hovor medzi dvoma SIP klientami, medzi *martiniphone* a *martinmacbook*, kde následne pri prebiehajúcom hovore, sme prostredníctvom klienta *martinmacbook* presmelovali tohto účastníka na SIP klienta *pc2*. Toto sme ukázali pomocou packetu 1054 *REFER*, ktorý bol úspešne zrealizovaný a potvrdený 202 Accepted.

```
> From: <sip:martinmacbook@10.10.12.207>;tag=nKz01Kevd
> To: <sip:martiniphone@10.10.12.207>;tag=36-WopC
> CSeq: 22 REFER
  Call-ID: KwbUCeKHKX
  [Generated Call-ID: KwbUCeKHKX]
  Max-Forwards: 70
  Refer-To: sip:pc2@10.10.12.207
```

Obr. 6 - Refer-To - Presmerovanie hovoru

video_hovor.pcapng

Realizácia videohovoru medzi dvoma SIP klientami. Tento scenár prebieha podobne ako komunikácia bez kamier, ktorá bola úspešne zahájená a následne aj ukončená. Zmena je ale tu v tomto, že si môžeme všimnúť zmenu v dátach, kde si zaznamenávame okrem hlasových dát RTP(opus) a video dáta ako RTP(VP8).

videohovor_poziadanie_v_hovore.pcapng

Realizácia videohovoru medzi dvoma SIP klientami, ale pri tom, keď sme začali hovor ako klasický voicecall, tak potom sme požiadali o kameru od druhého účastníka, kde následne to bolo potvrdené. A tu je zachytené to, ako sme vyššie spomínali tok dát iba hlasových v jednom momente, a po prijatí invitu na kameru, tak už začali tiecť aj video dáta. Týmto sme chceli simulovať to, že aj pri prebiehajúcom hovore bolo možné zapnúť kameru medzi oboma účastníkmi.

Time	10.10.12.207	10.10.28.30	147.175.190.171
1.308051	5060	INVITE SDP (opus speex speex g711U g711A teleph...	57185
1.319873	5060	100 Trying	57185
2.400377	5060	180 Ringing	57185
15.099559	5060	200 Ok SDP (opus speex speex g711U g711A telep...	57185
15.255553	7078	RTP (opus)	4179
15.413418	5060	ACK	57185
17.690008	5060	INVITE SDP (opus speex speex g711U g711A teleph...	57185
17.695514	7078	RTP (opus)	7078
17.699890	7078	RTP (opus)	7078
17.701106	9078	RTP (VP8)	9078
17.717209	5060	100 Trying	57185
17.726372	5060	200 Ok SDP (opus speex speex g711U g711A telep...	57185
17.817679	5060	ACK	57185
19.126873	9078	RTP (VP8)	9078
21.475986	5060	BYE	57185
21.490214	5060	200 Ok	57185

Obr. 7 - Videohovor (začatie ihneď)

Úprava SIP stavových kódov

Zmena z 200 OK, na naše 200 - Vsetko okay. Zmena 480 Temporary Unavailable, na naše 480 Dčasne nedostupne.

153	14.879668	147.175.162.1...	147.175.162.11	SIP/SDP	1514 Request: INVITE sip:martinmacbook@10.10.12.207
154	14.881655	147.175.162.11	147.175.162.1...	SIP	1233 Status: 480 Dčasne nedostupne
155	14.893840	147.175.162.1...	147.175.162.11	SIP	933 Request: ACK sip:martinmacbook@10.10.12.207
1063	17.580905	10.10.12.248	10.10.12.207	SIP	1081 Request: REGISTER sip:10.10.12.207 (1 binding)
1064	17.582328	10.10.12.207	10.10.12.248	SIP	1112 Status: 200 - Vsetko okay (REGISTER) (1 binding)

Obr. 8 - Custom stavové kódy (200, 480)

Zhodnotenie

V tomto zadaní sa nám podarilo demonštrovať funkčnosť komunikácie hlasovej a taktiež komunikácie prostredníctvom video hovoru medzi dvoma SIP klientami. Podarilo sa nám zrealizovať konferenčný hovor, presmerovanie jedného z účastníkov na ďalšieho SIP klienta, ktorý bol už na serveri registrovaný. Simulácia, ak účastník nezdvihol telefón, tak sa nám po určitom čase pokus o nadviazanie komunikácie zruší. Podarilo sa nám modifikovať pár SIP stavových kódov, ktoré boli priebežne ukázané v predošlej časti a taktiež modifikovať logovanie denníka hovorov, do súboru vo formáte - kto kedy komu volal, kedy bol hovor prijatý a kedy bol ktorý hovor ukončený.

Zdroje

<https://github.com/tirfil/PySipFullProxy>

https://github.com/martinkatkovcin/SIP_proxy_MTAA

<https://www.linphone.org/>

[1. Prednáška, FIIT STU, - SIP.pdf - prof. Ing. Ivan Kotuliak, PhD.](#)