

Slovenská Technická Univerzita

Fakulta informatiky a informačných technológií

Ilkovičova 3, 842 19 Bratislava 4

Richard Szarka

SIP PROXY

Prednášajúci: prof. Ing. Ivan Kotuliak, PhD., Ing. Marek Galinský

Cvičiaci: Ing. Marek Galinský

Cvičenie: Streda 12:00

Obsah

1 Zadanie	3
2 Prevzatá knižnica	3
3 Implementácia s knižnicou.....	3
3.1 Základné funkcionality.....	4
3.2 Nepovinné funkcionality, ktoré knižnica implementuje.....	4
3.3 Nepovinné funkcionality, ktoré knižnica neimplementuje.....	4
3.3.1 Vytvorenie logovania hovor	4
3.3.2 Úprava niekoľkých SIP stavových kódov	5
4 Wireshark.....	6
4.1 Základné funkcionality a video hovor	6
4.2 Presmerovaný hovor	12
4.3 Konferenčný hovor	14
5 Záver	15

1 Zadanie

Na vašom počítači (alebo virtuálnom počítači) sprevádzajte SIP Proxy, ktorá umožní prepájanie a realizáciu hovorov medzi štandardnými SIP klientami. Na implementáciu vašej SIP Proxy si môžete zvoliť akýkoľvek programovací jazyk a použiť akúkoľvek SIP knižnicu, ktorá pre daný programovací jazyk existuje. Vo výsledku však musíte spúšťať "váš kód", v ktorom sú zakomponované knižnice, ktoré poskytujú funkcionality SIP Proxy. To znamená, že nemôžete zobrať existujúcu SIP Proxy ako napr. Asterisk, kde len skompilujete alebo priamo spustíte cudziu binárku... Hovor musí byť realizovaný medzi dvoma fyzickými zariadeniami v rámci LAN siete.

2 Prevzatá knižnica

Prevzatú knižnicu použitú v mojej implementácii mám z git repozitára <https://github.com/tirfil/PySipFullProxy>. Kód je napísaný ešte v python 2, čiže kód potreboval veľa úprav hlavne čo sa týkalo práce so string-ami, slovníkmi ale aj objektov typu bytes. Knižnica používa knižnicu socketserver, ktorá slúži s implementáciou triedy `class UDPHandler` na to, aby SIP proxy server spracovával požiadavky donekonečna. Princíp fungovania je taký, že `class UDPHandler` obsahuje metódu `handle(self)`, ktorá spracuje danú požiadavku (ktorá prišla na server) a pošle ju funkcii metóde `processRequest(self)`. Tá už podľa druhu požiadavky na server prepošle danú požiadavku (request) do správnej metódy spracovania (`processNonInvite(self)`, `processAck(self)`, `processInvite(self)`, `def processRegister(self)` alebo len obyčajný `self.sendResponse("200 OK")`).

Link na môj repozitár: https://github.com/RichardSzarka/SIP_PROXY

3 Implementácia s knižnicou

Kód v mojej main funkcii je nasledovný:

```
if __name__ == "__main__":
    try:
        HOST = input("Zadajte IP proxy servera: ")
        PORT = int(input("Zadajte PORT na server: "))

        siplib.recordroute = "Record-Route: <sip:%s:%d;lr>" % (HOST, PORT)
        siplib.topvia = "Via: SIP/2.0/UDP %s:%d" % (HOST, PORT)
        siplib.topvia = bytes(siplib.topvia, "utf8")

        server = siplib.socketserver.UDPServer((HOST, PORT),
        siplib.UDPHandler)
    except:
        print("Socket binding went wrong (you probabaly inputed bad IP or
        PORT)")
        exit(1)

    server.serve_forever()
```

V podstate vypýtam od užívateľa na akej IP adrese a porte chce aby daný server pracoval a následne sa nabinď-ujú všetky potrebné veci pre daný server a server sa spustí. Ak užívateľ zadá zlú IP adresu alebo port, ktorý sa už používa, tak sa mu vráti chybová hláška. Zadávanie IP adresy je manuálne z dôvodu, že na mojom počítači (ak sa išlo cez WLAN pripojenie), zvyklo zobrať nesprávnu IP adresu čo zaručovalo nesprávne fungovanie servera (napríklad zobralo IP adresu VMware). Taktiež úprava knižnice spočívala aj v implementácii jednotlivých nepovinných požiadaviek.

3.1 Základné funkcionality

Prevzatá knižnica implementuje všetky základné funkcionality

3.2 Nepovinné funkcionality, ktoré knižnica implementuje

Z nepovinných funkcionalít knižnica implementuje:

- Videohovor
- Možnosť presmerovania hovoru
- Konferenčný hovor.

3.3 Nepovinné funkcionality, ktoré knižnica neimplementuje

Z nepovinných funkcionalít som do knižnice dorábal:

- Vytvorenie logovania hovor
- Úpravu niekoľkých SIP stavových správ

3.3.1 Vytvorenie logovania hovor

Logovanie hovorou realizuje pomocou funkcie `make_log(data)`, a pomocou triedy `Call`. Princíp je taký, že je v programe udržiavané pole bežiacich a zvoniacich hovorov. Ak sa identifikuje, že jeden z hovorov v danom poli skončil, alebo, že zvoniaci hovor bol nezodvihnutý, zapíše sa správa o priebehu daného hovoru do súboru `log.txt` a daný hovor sa z poľa odstráni. Párovanie nastáva pomocou ID jednotlivých hovorov. Trieda `Call` vyzerá nasledovne:

```
class Call:
    def __init__(self, data):
        for info in data:
            if rx_from.search(info):
                self.From = str(rx_uri.search(info).group(), "utf8")
            elif rx_to.search(info):
                self.to = str(rx_uri.search(info).group(), "utf8")
            elif rx_call_id.search(info):
                self.call_id = info

        self.ringing_time = ""
        self.start_time = ""
        self.end_time = ""
```

Premenná `data` obsahuje pole jednotlivých parametrov SIP hlavičky. `From`, `to` a `Call ID` avšak nie sú v protokole pevne na konkrétnych miestach, preto for cyklom program prechádza jednotlivé prvky v poli a regexmi hľadá zhodu. Väčšina regexov v doimplementácii je napísaná mnou tiež, avšak niektoré som vedel využiť z knižnice.

Funkcia `make_log(data)` je zavolaná vo funkcii knižnice `processRequest(self)`. Tým pádom zaručím, že bude kontrolovaná hocijaká požiadavka na server. V jednotlivých požiadavkách hľadám požiadavky typu: „Ringing“, „ok“, „bye“, „decline“, „request terminated“ (všetky hľadám regexmi). Funkcia na jednotlivé požiadavky zareaguje nasledovne:

- Ak požiadavka obsahuje „Ringing“, vytvorí nový objekt triedy `Call`, nastaví v nej premennú `ringing_time` a `call_id` na požadovanú hodnotu, a vloží objekt `Call` do poľa hovorov
- Ak požiadavka obsahuje „ok“, spáruje ho s konkrétnou triedou `Call` v poli hovorov a následne nastaví v nej premennú `start_time` na požadovanú hodnotu.
- Ak požiadavka obsahuje „bye“, spáruje ho s konkrétnou triedou `Call` a poli hovorov a následne nastaví v nej premennú `end_time` na požadovanú hodnotu. Zapiše hovor do `log.txt` a pop-ne objekt `Call` z poľa hovorov.
- Ak požiadavka obsahuje „decline“ alebo „request terminated“, tak sa do `log.txt` súboru zapiše z hovoru iba parameter `ringing_time` a potom čas „decline“ (odmietnutia) alebo čas „request terminated“ (zrušenie požiadavky – zvonenia) alebo čas „Busy here“ (čas nedzvihnutia). Následne sa odstráni konkrétny objekt `Call` z poľa hovorov.

3.3.2 Úprava niekoľkých SIP stavových kódov

Úpravu stavových kódov realizuje funkcia `change_texts(data)`. Funkcia je volaná vo vnútri funkcii `processRequest(self)` po tom, ako sa vytvára logovanie hovorov (aby zmeny stavových kódov náhodou nepriamo neinterferovali s vytváraním logu). Funkcia vyzerá nasledovne:

```
def change_texts(data):
    if data[0] == b'SIP/2.0 100 Trying':
        data[0] = b'SIP/2.0 100 Skusam'

    elif data[0] == b'SIP/2.0 180 Ringing':
        data[0] = b'SIP/2.0 180 Zvonim'

    elif data[0] == b'SIP/2.0 486 Busy Here' or data[0] == b'SIP/2.0 486
Busy here':
        data[0] = b'SIP/2.0 486 Nechaj ma na pokoji'

    return data
```

Ako je možné vidieť, funkcia mení konkrétne stavové kódy „100 Trying“, „180 Ringing“ a „486 Busy here“. V knižnici som zmenil ešte stavový kód na jednom mieste a to je v metóde `processNonInvite(self)`. Tam ak server nevie spracovať požiadavku vráti „400 Zlá požiadavka“ miesto „400 Bad Request“.

4 Wireshark

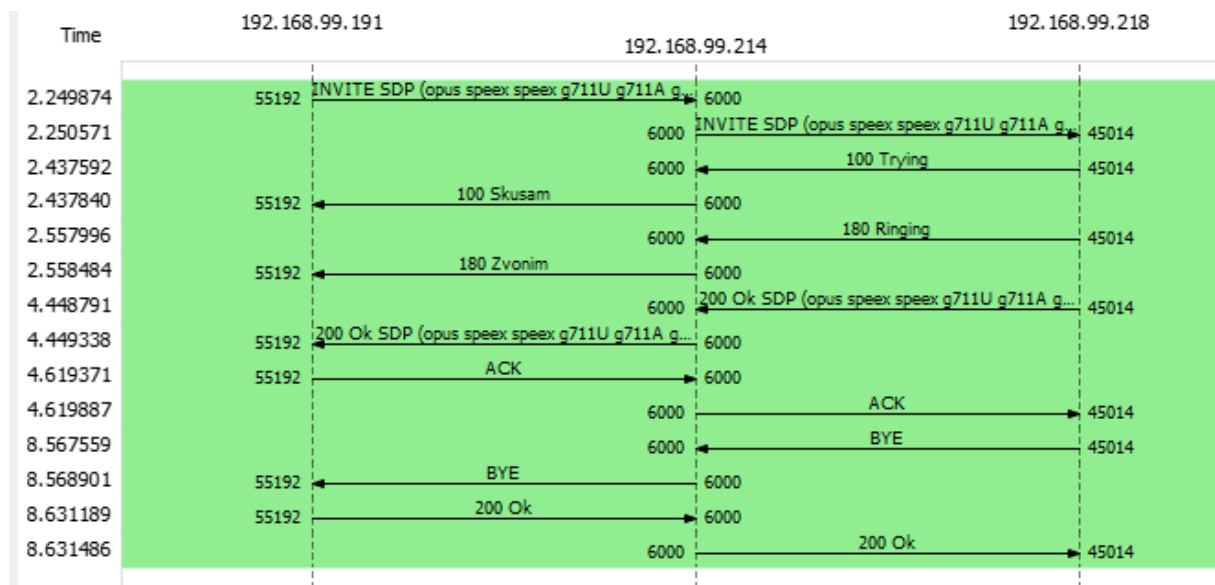
V testovaní wiresharku rozoberiem všetky základné a všetky potrebné funkcionality, ktoré sa týkajú SIP proxy. Z jednotlivých pcap trace-ov budem v dokumentácii ukazovať aj log.txt súbory. Testy budú realizované na 3 zariadeniach s IP adresami 192.168.99.214 (SIP proxy – môj počítač, číslo 100), 192.168.99.218 (môj mobil, číslo 101) a 192.168.99.191 (druhý mobil, číslo 444)

4.1 Základné funkcionality a video hovor

Rozoberaný pcap súbor normal_call.pcap. Odfotené rámce z pcap súboru s filtrom „sip“:

156	2.249874	192.168.99.191	192.168.99.214	SIP/SDP	1236	Request: INVITE sip:101@192.168.99.214:6000
157	2.250571	192.168.99.214	192.168.99.218	SIP/SDP	1374	Request: INVITE sip:101@192.168.99.214:6000
183	2.437592	192.168.99.218	192.168.99.214	SIP	340	Status: 100 Trying
184	2.437840	192.168.99.214	192.168.99.191	SIP	276	Status: 100 Skusam
205	2.557996	192.168.99.218	192.168.99.214	SIP	547	Status: 180 Ringing
206	2.558484	192.168.99.214	192.168.99.191	SIP	482	Status: 180 Zvonim
706	4.448791	192.168.99.218	192.168.99.214	SIP/SDP	1358	Status: 200 Ok (INVITE)
707	4.449338	192.168.99.214	192.168.99.191	SIP/SDP	1294	Status: 200 Ok (INVITE)
716	4.619371	192.168.99.191	192.168.99.214	SIP	443	Request: ACK sip:101@192.168.99.218:45014;transport=udp
718	4.619887	192.168.99.214	192.168.99.218	SIP	544	Request: ACK sip:101@192.168.99.218:45014;transport=udp
993	8.567559	192.168.99.218	192.168.99.214	SIP	460	Request: BYE sip:444@192.168.99.191:55192;transport=udp
994	8.568901	192.168.99.214	192.168.99.191	SIP	561	Request: BYE sip:444@192.168.99.191:55192;transport=udp
1004	8.631189	192.168.99.191	192.168.99.214	SIP	524	Status: 200 Ok (BYE)
1005	8.631486	192.168.99.214	192.168.99.218	SIP	460	Status: 200 Ok (BYE)

VoIP call flow:

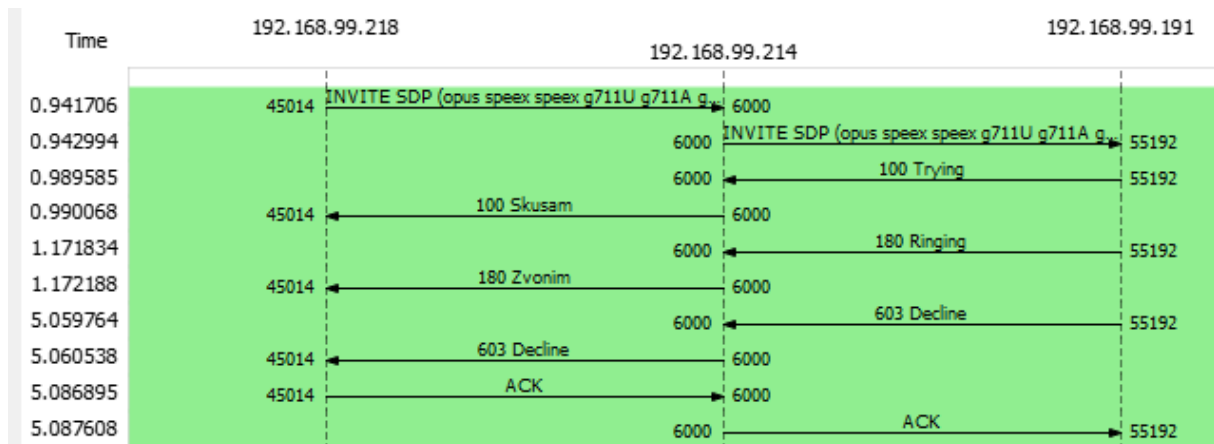


V rámcach vidíme zdvojenie z dôvodu, že každú požiadavku prijme server od jedného používateľa, následne ju spracuje a poskytne odozvu druhej strane (druhému používateľovi). V call flow je vidieť ako postupnosť INVITE -> Trying -> Ringing -> Ok -> ACK -> BYE -> OK je dodržaná, čo je vlastne ukážkové sa správanie jedného hovora. RTP (opus) cez ktorý je prenášaný samotný hovor nie je vidno z dôvodu, že to už prebieha medzi end-point-ami. Taktiež si môžeme povšimnúť ako PROXY server mení jednotlivé stavové správy.

Ďalší pcap súbor, ktorý si rozoberieme bude declined_call.

74	0.941706	192.168.99.218	192.168.99.214	SIP/SDP	1253	Request: INVITE sip:444@192.168.99.214:6000
75	0.942994	192.168.99.214	192.168.99.191	SIP/SDP	1391	Request: INVITE sip:444@192.168.99.214:6000
82	0.989585	192.168.99.191	192.168.99.214	SIP	340	Status: 100 Trying
83	0.990068	192.168.99.214	192.168.99.218	SIP	276	Status: 100 Skusam
104	1.171834	192.168.99.191	192.168.99.214	SIP	531	Status: 180 Ringing
105	1.172188	192.168.99.214	192.168.99.218	SIP	466	Status: 180 Zvonim
624	5.059764	192.168.99.191	192.168.99.214	SIP	487	Status: 603 Decline
626	5.060538	192.168.99.214	192.168.99.218	SIP	423	Status: 603 Decline
628	5.086895	192.168.99.218	192.168.99.214	SIP	442	Request: ACK sip:444@192.168.99.214:6000
629	5.087608	192.168.99.214	192.168.99.191	SIP	580	Request: ACK sip:444@192.168.99.214:6000

VoIP call flow:

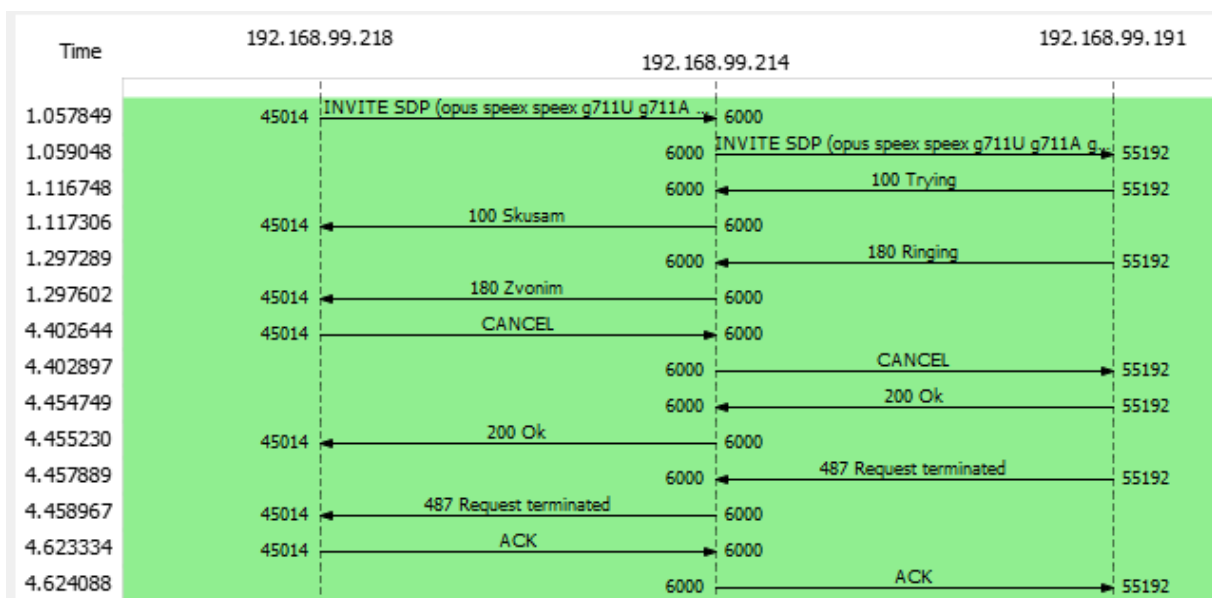


V tomto prípade iniciátor hovoru je 192.168.99.218. Vidíme, že INVITE, Trying a Ringing prebehol, tým pádom na druhej strane hovor už zvoní, ale druhá strana hovor odmietne a pošle Decline, na čo prvá strana odpovie ACK.

Nasledujúci pcap súbor, ktorý si rozoberieme bude request_terminated.

115	1.057849	192.168.99.218	192.168.99.214	SIP/SDP	1253 Request: INVITE sip:444@192.168.99.214:6000
116	1.059048	192.168.99.214	192.168.99.191	SIP/SDP	1391 Request: INVITE sip:444@192.168.99.214:6000
123	1.116748	192.168.99.191	192.168.99.214	SIP	340 Status: 100 Trying
124	1.117306	192.168.99.214	192.168.99.218	SIP	276 Status: 100 Skusam
131	1.177958	192.168.99.218	192.168.99.214	SIP	641 Request: REGISTER sip:192.168.99.214:6000;transport=UDP (1 binding)
132	1.179097	192.168.99.214	192.168.99.218	SIP	644 Status: 200 OK (REGISTER) (1 binding)
147	1.297289	192.168.99.191	192.168.99.214	SIP	531 Status: 180 Ringing
148	1.297602	192.168.99.214	192.168.99.218	SIP	466 Status: 180 Zvonim
668	4.402644	192.168.99.218	192.168.99.214	SIP	399 Request: CANCEL sip:444@192.168.99.214:6000
669	4.402897	192.168.99.214	192.168.99.191	SIP	537 Request: CANCEL sip:444@192.168.99.214:6000
675	4.454749	192.168.99.191	192.168.99.214	SIP	482 Status: 200 Ok (CANCEL)
676	4.455230	192.168.99.214	192.168.99.218	SIP	418 Status: 200 Ok (CANCEL)
677	4.457889	192.168.99.191	192.168.99.214	SIP	498 Status: 487 Request terminated
678	4.458967	192.168.99.214	192.168.99.218	SIP	434 Status: 487 Request terminated
701	4.623334	192.168.99.218	192.168.99.214	SIP	442 Request: ACK sip:444@192.168.99.214:6000
702	4.624088	192.168.99.214	192.168.99.191	SIP	580 Request: ACK sip:444@192.168.99.214:6000

VoIP call flow:

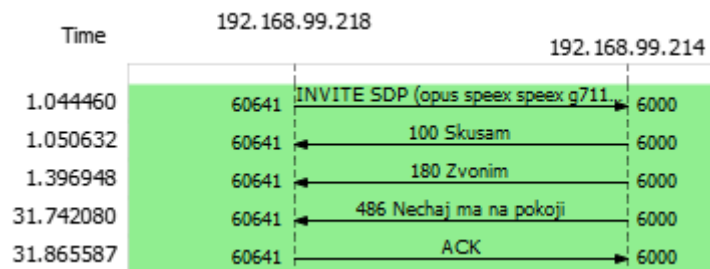


Teraz je iniciátor znova 192.168.99.218. INVITE, Trying a Ringing prebehol znova a následne iniciátor zruší hovor skôr ako bol zdvihnutý. Tým pádom sa vyššie CANCEL na čo druhá strana odpovie ACK a následne Request terminated. Prvá strana prijatie potvrdí pomocou ACK.

Nasledujúci prípad, na ktorý sa pozrieme je pcap súbor busy_call:

122	1.044460	192.168.99.218	192.168.99.214	SIP/SDP	323 Request: INVITE sip:100@192.168.99.214:6000
125	1.050632	192.168.99.214	192.168.99.218	SIP	276 Status: 100 Skusam
179	1.396948	192.168.99.214	192.168.99.218	SIP	464 Status: 180 Zvonim
5211	31.742080	192.168.99.214	192.168.99.218	SIP	433 Status: 486 Nechaj ma na pokoji
5228	31.865587	192.168.99.218	192.168.99.214	SIP	442 Request: ACK sip:100@192.168.99.214:6000

VoIP call flow:

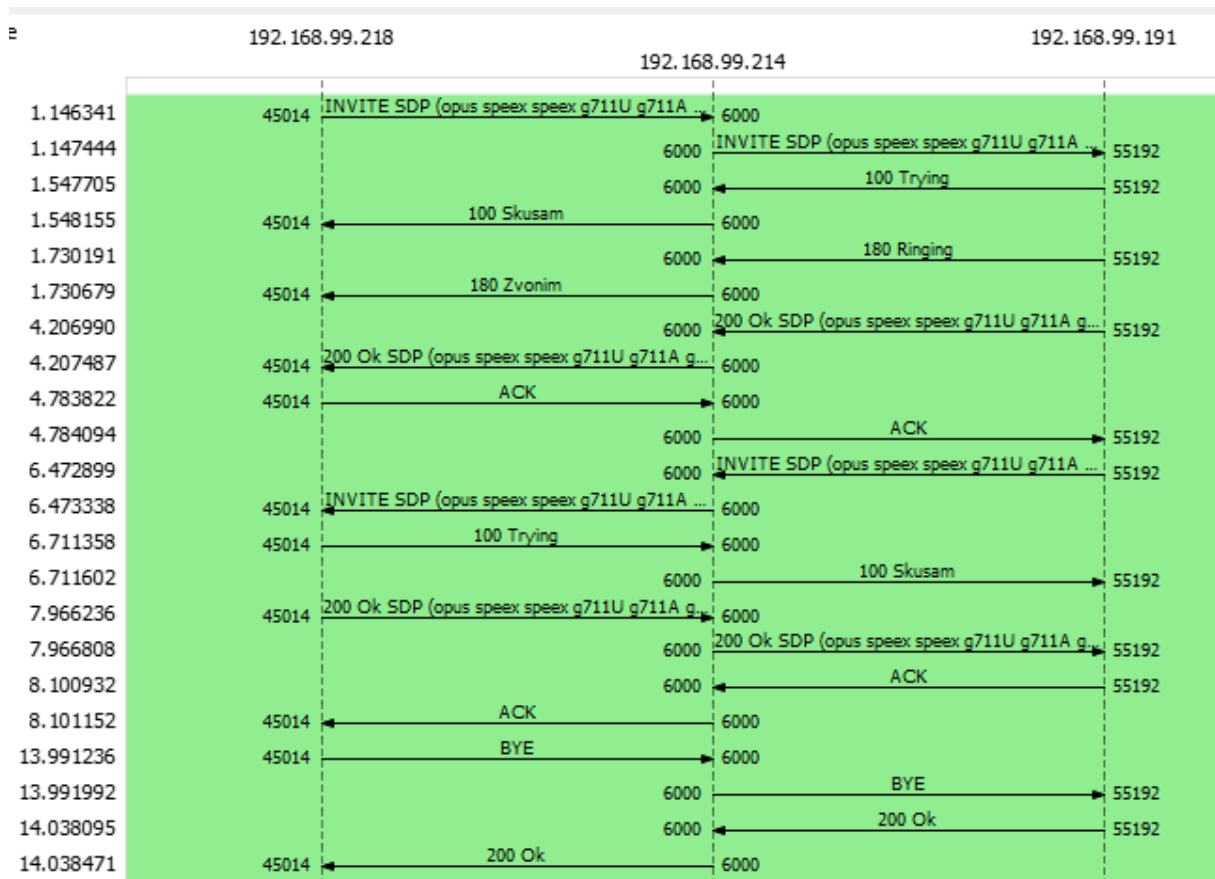


V tomto prípade sa hovor uskutočňoval s počítačom na ktorom je spustený aj samotný proxy server (preto vidíme len 2 uzly). Vidíme, že prebehol ukážkový INVITE, Trying a Ringing ale následne ostal hovor nezdvihnutý a bolo poslané Busy here. Druhá strana ešte odpovedala ACK na potvrdenie prijatia.

Posledný hovor rozobratý v tejto sekcii bude video hovor. Rozoberieme si pcap súbor video_call.

32	1.146341	192.168.99.218	192.168.99.214	SIP/SDP	1253	Request: INVITE sip:444@192.168.99.214:6000
33	1.147444	192.168.99.214	192.168.99.191	SIP/SDP	1391	Request: INVITE sip:444@192.168.99.214:6000
39	1.547705	192.168.99.191	192.168.99.214	SIP	340	Status: 100 Trying
40	1.548155	192.168.99.214	192.168.99.218	SIP	276	Status: 100 Skusam
43	1.730191	192.168.99.191	192.168.99.214	SIP	531	Status: 180 Ringing
44	1.730679	192.168.99.214	192.168.99.218	SIP	466	Status: 180 Zvonim
365	4.206990	192.168.99.191	192.168.99.214	SIP/SDP	1342	Status: 200 Ok (INVITE)
366	4.207487	192.168.99.214	192.168.99.218	SIP/SDP	1278	Status: 200 Ok (INVITE)
438	4.783822	192.168.99.218	192.168.99.214	SIP	459	Request: ACK sip:444@192.168.99.191:55192;transport=udp
439	4.784094	192.168.99.214	192.168.99.191	SIP	560	Request: ACK sip:444@192.168.99.191:55192;transport=udp
591	6.472899	192.168.99.191	192.168.99.214	SIP/SDP	213	Request: INVITE sip:101@192.168.99.218:45014;transport=udp, in-dialog
593	6.473338	192.168.99.214	192.168.99.218	SIP/SDP	314	Request: INVITE sip:101@192.168.99.218:45014;transport=udp, in-dialog
597	6.711358	192.168.99.218	192.168.99.214	SIP	355	Status: 100 Trying
598	6.711602	192.168.99.214	192.168.99.191	SIP	291	Status: 100 Skusam
624	7.966236	192.168.99.218	192.168.99.214	SIP/SDP	247	Status: 200 Ok (INVITE)
628	7.966808	192.168.99.214	192.168.99.191	SIP/SDP	183	Status: 200 Ok (INVITE)
648	8.100932	192.168.99.191	192.168.99.214	SIP	444	Request: ACK sip:101@192.168.99.218:45014;transport=udp
649	8.101152	192.168.99.214	192.168.99.218	SIP	545	Request: ACK sip:101@192.168.99.218:45014;transport=udp
428	13.991236	192.168.99.218	192.168.99.214	SIP	459	Request: BYE sip:444@192.168.99.191:55192;transport=udp
429	13.991992	192.168.99.214	192.168.99.191	SIP	560	Request: BYE sip:444@192.168.99.191:55192;transport=udp
436	14.038095	192.168.99.191	192.168.99.214	SIP	523	Status: 200 Ok (BYE)
437	14.038471	192.168.99.214	192.168.99.218	SIP	459	Status: 200 Ok (BYE)

VoIP call flow:



Vidíme, že spočiatku hovor prebieha ako normálny hovor (INVITE, Trying, Ringing,...), ale približne 2s po zdvihnutí môžeme vidieť ďalší INVITE. Tento invite obsahuje v SDP, nielen audio Media Description ale aj video Media Description (napríklad rámec 591). Pošle sa aj Trying, keďže druhá strana musí potvrdiť, že chce zazdieľať kameru. Po vyše sekunde to druhá strana potvrdí a vyše sa OK, na čo opačná strana odpovie ACK. Ukončenie hovoru je štandardné

Logovanie týchto hovorov v súbore log_normal_types.txt vyzerá nasledovne (pripomínam, že poradie bolo 1. normálny hovor, 2. odmietnutý, 3. zrušený, 4. videohovor). Jedine logovanie prípadu, keď strana ostala nezdvihnutá (busy) je v log súbore log_busy.txt.

log_normal_types.txt

|-----

```
from: sip:444@192.168.99.214
to: sip:101@192.168.99.214
ringing: 16:07:54
start: 16:07:56
end: 16:08:00
```

```
from: sip:101@192.168.99.214
to: sip:444@192.168.99.214
ringing: 16:08:33
declined: 16:08:37
```

```
from: sip:101@192.168.99.214
to: sip:444@192.168.99.214
ringing: 16:08:58
request terminated: 16:09:02
```

```
from: sip:101@192.168.99.214
to: sip:444@192.168.99.214
ringing: 16:10:03
start: 16:10:06
end: 16:10:16
```

log_busy.txt:

|-----

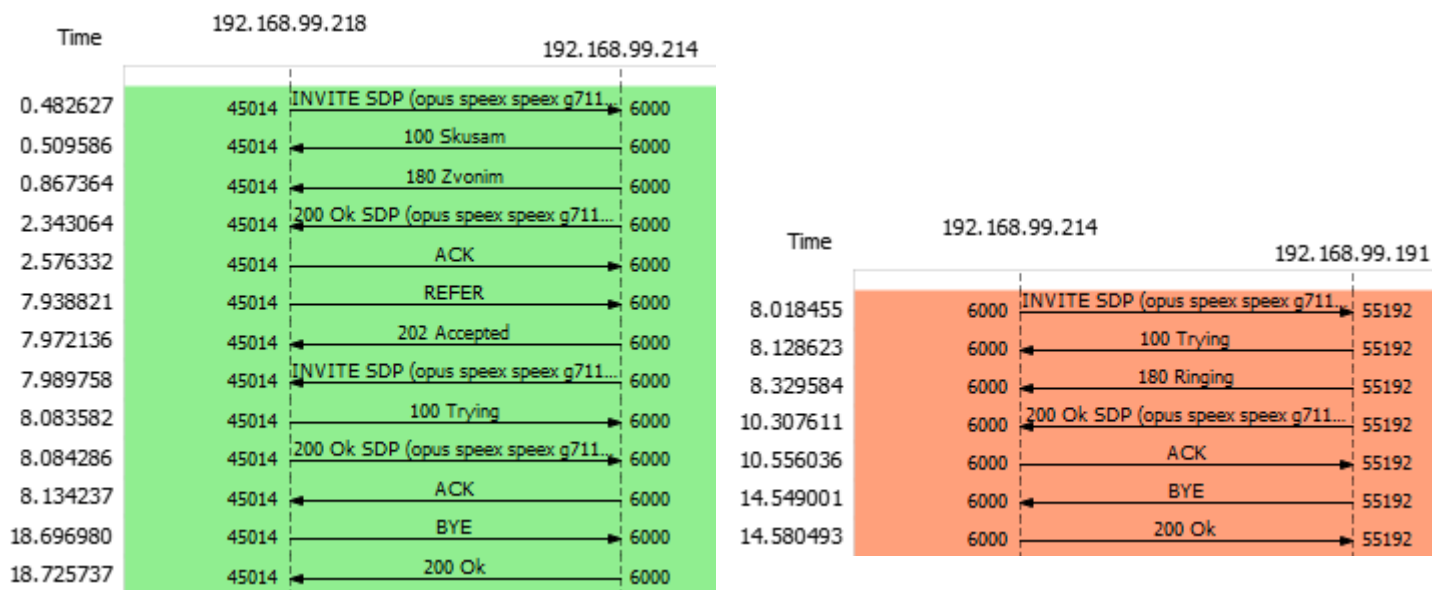
```
from: sip:101@192.168.99.214
to: sip:100@192.168.99.214
ringing: 13:35:47
busy -> ended: 13:36:18
```

4.2 Presmerovaný hovor

Ďalší si rozoberieme pcap súbor s názvom `referred_call`:

146	0.560000	192.168.99.218	192.168.99.214	SIP	642 Request: REGISTER sip:192.168.99.214:6000;transport=UDP (1 binding)
147	0.561455	192.168.99.214	192.168.99.218	SIP	645 Status: 200 OK (REGISTER) (1 binding)
219	0.891321	192.168.99.218	192.168.99.214	SIP/SDP	1253 Request: INVITE sip:100@192.168.99.214:6000
224	0.919903	192.168.99.214	192.168.99.218	SIP	276 Status: 100 Skusam
340	1.301937	192.168.99.214	192.168.99.218	SIP	464 Status: 180 Zvonim
830	2.743594	192.168.99.214	192.168.99.218	SIP/SDP	1291 Status: 200 Ok (INVITE)
883	2.941685	192.168.99.218	192.168.99.214	SIP	453 Request: ACK sip:100@192.168.99.214;transport=udp
2999	7.847661	192.168.99.218	192.168.99.214	SIP	695 Request: REFER sip:100@192.168.99.214;transport=udp, in-dialog
3008	7.866188	192.168.99.214	192.168.99.218	SIP	465 Status: 202 Accepted
3016	7.890581	192.168.99.214	192.168.99.218	SIP/SDP	1413 Request: INVITE sip:101@192.168.99.218:45014;transport=udp, in-dialog
3041	7.959656	192.168.99.218	192.168.99.214	SIP	353 Status: 100 Trying
3044	7.969245	192.168.99.218	192.168.99.214	SIP/SDP	1345 Status: 200 Ok (INVITE)
3075	8.048942	192.168.99.214	192.168.99.191	SIP/SDP	1440 Request: INVITE sip:444@192.168.99.214:6000
3086	8.101321	192.168.99.191	192.168.99.214	SIP	338 Status: 100 Trying
3100	8.130923	192.168.99.214	192.168.99.218	SIP	541 Request: ACK sip:101@192.168.99.218:45014;transport=udp
3140	8.277544	192.168.99.191	192.168.99.214	SIP	529 Status: 180 Ringing
4108	11.475924	192.168.99.191	192.168.99.214	SIP/SDP	1315 Status: 200 Ok (INVITE)
4175	11.818042	192.168.99.214	192.168.99.191	SIP	540 Request: ACK sip:444@192.168.99.191:55192;transport=udp
6251	15.741828	192.168.99.191	192.168.99.214	SIP	438 Request: BYE sip:100@192.168.99.214;transport=udp
6264	15.762492	192.168.99.214	192.168.99.191	SIP	458 Status: 200 Ok (BYE)
8232	20.902252	192.168.99.214	192.168.99.218	SIP/SDP	1402 Request: INVITE sip:101@192.168.99.218:45014;transport=udp, in-dialog
8312	21.099778	192.168.99.218	192.168.99.214	SIP	353 Status: 100 Trying
8317	21.113982	192.168.99.218	192.168.99.214	SIP/SDP	1333 Status: 200 Ok (INVITE)
8373	21.277397	192.168.99.214	192.168.99.218	SIP	541 Request: ACK sip:101@192.168.99.218:45014;transport=udp
10011	25.243669	192.168.99.214	192.168.99.218	SIP	541 Request: BYE sip:101@192.168.99.218:45014;transport=udp
10049	25.353495	192.168.99.218	192.168.99.214	SIP	538 Status: 200 Ok (BYE)

VoIP call flow:



V tomto prípade môžeme vidieť ako najprv 192.168.99.218 zavolať užívateľovi 192.168.99.214, na ktorom je as samotný proxy server. Uskutočnenie hovoru prebehne normálne a potom nastane REFER, ktorý presmeruje používateľa na iného. REFER sa prijme (Accepted) a prebehne nový invite medzi užívateľmi (keďže hovor bude podržaný). Užívateľ 192.168.99.214 pošle INVITE 192.168.99.191 keďže na neho bol presmerovaný. Tam vyzerá hovor ako klasický hovor. V zelenom call flowe vidíme, že kým bol užívateľ podržaný, tak položil hovor. Ak by hovor nepoložil, ale znovu spustil po nejakom čase, prebehol by nový invite a pokračovalo by sa v hovore normálne.

V logování hovorů (soubor log_refered.txt) vyzerajú hovory nasledovne:

|-----

from: sip:100@192.168.99.214
to: sip:444@192.168.99.214
ringing: 16:21:17
start: 16:21:19
end: 16:21:23

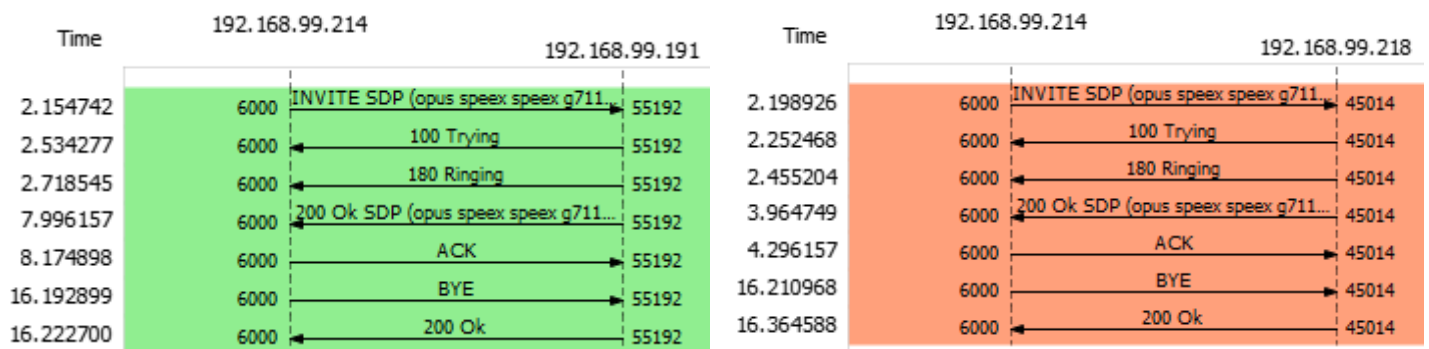
from: sip:101@192.168.99.214
to: sip:100@192.168.99.214
ringing: 16:21:09
start: 16:21:11
end: 16:21:27

4.3 Konferenčný hovor

Naposledy si rozoberieme prípad, kedy užívatelia chcú sprostredkovať konferenčný hovor (pcap súbor group_call):

33	2.154742	192.168.99.214	192.168.99.191	SIP/SDP	1460 Request: INVITE sip:444@192.168.99.214:6000
34	2.198926	192.168.99.214	192.168.99.218	SIP/SDP	1460 Request: INVITE sip:101@192.168.99.214:6000
36	2.252468	192.168.99.218	192.168.99.214	SIP	338 Status: 100 Trying
40	2.455204	192.168.99.218	192.168.99.214	SIP	545 Status: 180 Ringing
42	2.534277	192.168.99.191	192.168.99.214	SIP	338 Status: 100 Trying
43	2.718545	192.168.99.191	192.168.99.214	SIP	529 Status: 180 Ringing
79	3.964749	192.168.99.218	192.168.99.214	SIP/SDP	1350 Status: 200 Ok (INVITE)
109	4.296157	192.168.99.214	192.168.99.218	SIP	540 Request: ACK sip:101@192.168.99.218:45014;transport=udp
110	4.302258	192.168.99.218	192.168.99.214	SIP	684 Request: SUBSCRIBE sip:100@192.168.99.214;conf-id=Lel83;transport=udp
111	4.302614	192.168.99.214	192.168.99.218	SIP	673 Status: 200 OK (SUBSCRIBE)
860	7.996157	192.168.99.191	192.168.99.214	SIP/SDP	1333 Status: 200 Ok (INVITE)
895	8.174898	192.168.99.214	192.168.99.191	SIP	540 Request: ACK sip:444@192.168.99.191:55192;transport=udp
925	8.325172	192.168.99.191	192.168.99.214	SIP	668 Request: SUBSCRIBE sip:100@192.168.99.214;conf-id=Lel83;transport=udp
926	8.325770	192.168.99.214	192.168.99.191	SIP	657 Status: 200 OK (SUBSCRIBE)
1958	11.696404	192.168.99.218	192.168.99.214	SIP	642 Request: REGISTER sip:192.168.99.214:6000;transport=UDP (1 binding)
1959	11.696985	192.168.99.214	192.168.99.218	SIP	645 Status: 200 OK (REGISTER) (1 binding)
3646	16.192899	192.168.99.214	192.168.99.191	SIP	540 Request: BYE sip:444@192.168.99.191:55192;transport=udp
3653	16.210968	192.168.99.214	192.168.99.218	SIP	540 Request: BYE sip:101@192.168.99.218:45014;transport=udp
3654	16.222700	192.168.99.191	192.168.99.214	SIP	521 Status: 200 Ok (BYE)
3672	16.364588	192.168.99.218	192.168.99.214	SIP	537 Status: 200 Ok (BYE)
3676	16.493024	192.168.99.191	192.168.99.214	SIP	669 Request: SUBSCRIBE sip:444@192.168.99.191:55192;transport=udp, in-dialog
3677	16.493663	192.168.99.214	192.168.99.191	SIP	655 Status: 200 OK (SUBSCRIBE)
3687	16.622822	192.168.99.218	192.168.99.214	SIP	685 Request: SUBSCRIBE sip:101@192.168.99.218:45014;transport=udp, in-dialog
3688	16.623784	192.168.99.214	192.168.99.218	SIP	671 Status: 200 OK (SUBSCRIBE)

VoIP call flow:



Iniciátor konferenčného hovoru je v tomto prípade 192.168.99.214. Vidíme, že sa nasledujúci prípad správa ako 2 rozdielne hovory, ktorý je sprostredkovaný cez 192.168.99.214.

Logovanie hovoru je v súbore log_groupcall.txt:

```
-----  
from: sip:100@192.168.99.214  
to: sip:444@192.168.99.214  
ringing: 16:29:33  
start: 16:29:38  
end: 16:29:46  
-----
```

```
-----  
from: sip:100@192.168.99.214  
to: sip:101@192.168.99.214  
ringing: 16:29:32  
start: 16:29:34  
end: 16:29:46  
-----
```

5 Záver

V tomto zadaní sme si mali sprostredkovať SIP PROXY server. Taktiež sme sa mali naučiť ako sa správa, funguje a pracuje so SIP protokolom. Dozvedeli sme sa niečo aj o SDP protokole, ktorý je neodmysliteľnou súčasťou SIP protokolu. Moja implementácia sprostredkováva všetky základné aj rozšírené funkcie v zadaní.