

Usługi i aplikacje internetu

Laboratorium nr 6 - VoIP

Adrian Zalewski, Wiktor Zawadzki, Juliusz Kuzyka

Maj 2023

Spis treści

1	Cel laboratorium i infrastruktura sieci	2
2	Analiza zebranych danych	2
2.1	Sesja nr 1	2
2.1.1	407 Proxy Authentication Required	3
2.1.2	Media Description w wiadomościach SDP INVITE i 200 OK	3
2.1.3	Kodek w sesji I	3
2.1.4	Objaśnienie pola mark.	4
2.1.5	Przekazywanie informacji o wciśniętym klawiszu w sesji I.	4
2.1.6	Timestamp oraz Sequence number	4
2.2	Sesja nr 2	5
2.2.1	Kodek w sesji II	5
2.2.2	Przekazywanie informacji o wciśniętym klawiszu w sesji II	5
3	Wnioski	6

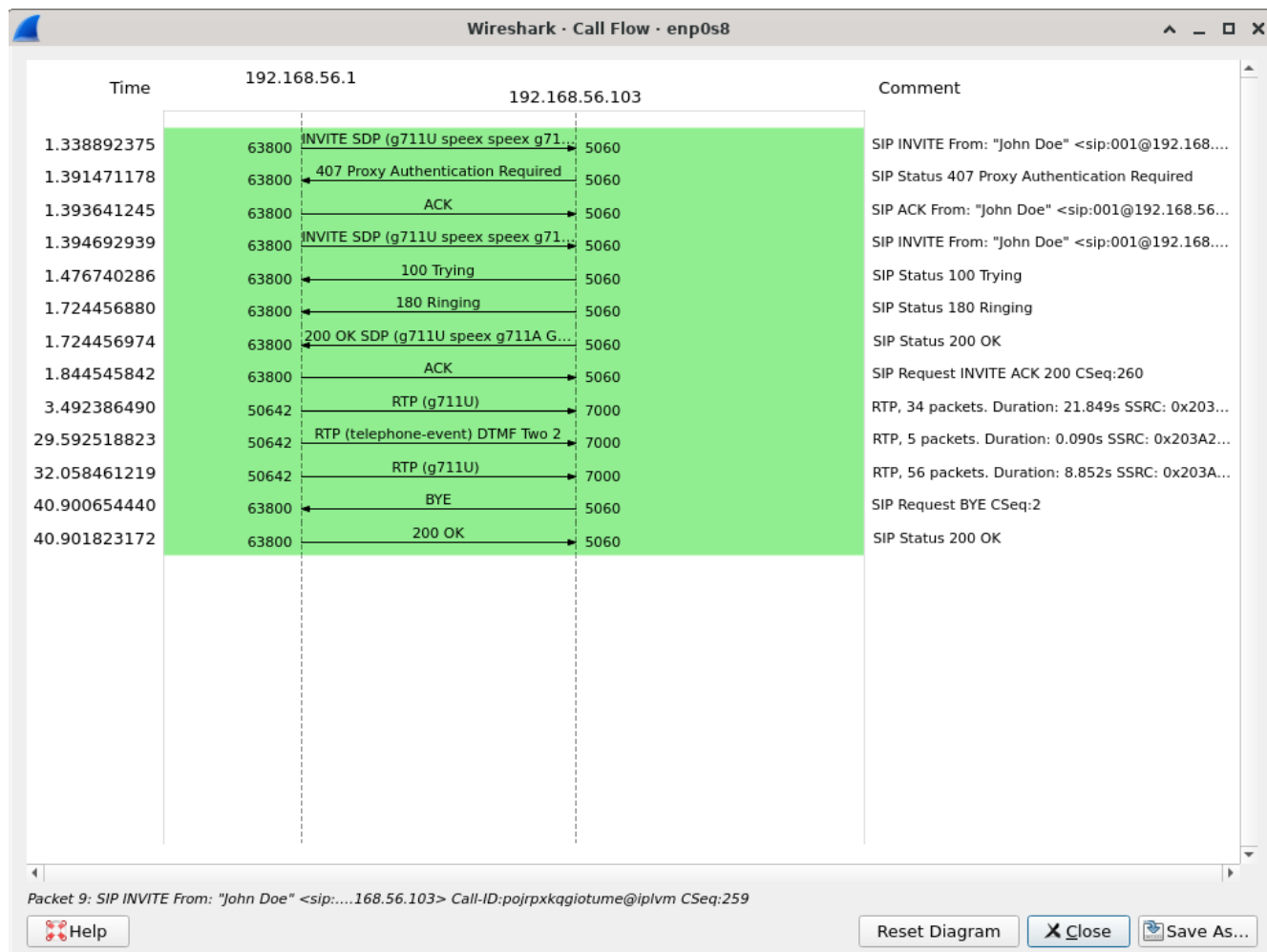
1 Cel laboratorium i infrastruktura sieci

Celem laboratorium jest zapoznanie się z działaniem usługi *VoIP (Voice over IP)* i powiązanymi z tą usługą protokołami: SIP, RTP/RTCP. Laboratoryjna sieć składa się z klienta usługi VoIP (192.168.56.104) i serwera (192.168.56.103).

2 Analiza zebranych danych

Połączenie się z serwerem wykonaliśmy wg. instrukcji przesłanej przez prowadzącego laboratorium.

2.1 Sesja nr 1



Rysunek 1: Sekwencja wiadomości protokołu SIP wymienionych z serwerem w trakcie pierwszej sesji

1. *INVITE SDP* - Inicjalizacja rozmowy (od strony klienta)
2. Serwera zwraca odpowiedź *407 Proxy Authentication Required* - oznacza to że klient musi się uwierzytelnić
3. *ACK* - oznacza potwierdzenie otrzymania ostatniej wiadomości
4. *INVITE SDP* - ponowna inicjalizacja rozmowy z danymi uwierzytelniającymi
5. *100 Trying* - potwierdzenie otrzymania *INVITE* oraz informacja o tym że połączenie jest w trakcie konfiguracji
6. *180 Ringing* - informuje ona dzwoniącego, że urządzenie osoby, do której dzwonic, jest sygnalizowane i że połączenie jest w trakcie realizacji

7. *200 OK* - odpowiedź na udane nawiązanie sesji (odpowiedź od serwera do klienta)
8. *RTP* - rozpoczyna się przesyłanie danych multimedialnych. Na podstawie wartości nagłówka *Payload type* możemy stwierdzić, że przesyłane są dane audio (wartość nagłówka to G.711 PCMU, co odpowiada standardowi modulowania audio)
9. *RTP (telephone event) DTMF Two 2* - przesyłanie sygnału tonowego DTMF za pomocą RTP, klient został zapytany o wybranie opcji w jaki sposób ma być poprowadzona dalsza rozmowa, w tym przypadku klient wcisnął 2 na klawiaturze
10. *RTP* - ponownie rozpoczyna się przesyłanie danych multimedialnych
11. *BYE* - zakończenie sesji
12. *200 OK* - potwierdzenia otrzymania poprzedniej wiadomości

2.1.1 407 Proxy Authentication Required

Informuje nas o konieczności uwierzytelnienia się klienta z serwerem proxy.

2.1.2 Media Description w wiadomościach SDP INVITE i 200 OK

```

▼ Media Description, name and address (m): audio 8000 RTP/AVP 0 98 97 8 3 101
  Media Type: audio
  Media Port: 8000
  Media Protocol: RTP/AVP
  Media Format: ITU-T G.711 PCMU
  Media Format: DynamicRTP-Type-98
  Media Format: DynamicRTP-Type-97
  Media Format: ITU-T G.711 PCMA
  Media Format: GSM 06.10
  Media Format: DynamicRTP-Type-101

```

Rysunek 2: Zawartość linii *Media Description* w INVITE Request

```

▼ Media Description, name and address (m): audio 7008 RTP/AVP 0 97 8 3 101
  Media Type: audio
  Media Port: 7008
  Media Protocol: RTP/AVP
  Media Format: ITU-T G.711 PCMU
  Media Format: DynamicRTP-Type-97
  Media Format: ITU-T G.711 PCMA
  Media Format: GSM 06.10
  Media Format: DynamicRTP-Type-101

```

Rysunek 3: Zawartość linii *Media Description* w 200 OK response.

- Media Type - wskazuje na rodzaj przekazywanych multimediiów
- Media Port - numer portu używany do przesyłania multimediiów
- Media Protocol - określa protokół który odpowiada za przesyłanie multimediiów
- Media Format - określenie sposobu dekodowania i interpretacji przechwyconych danych

2.1.3 Kodek w sesji I

Wykorzystano kodek G.711 PCMU.

2.1.4 Objaśnienie pola mark.

Marker bit w nagłówku RTP służy do przekazywania informacji o szczególnych momentach w strumieniu danych multimedialnych. Może być używany do oznaczania ważnych punktów w strumieniu, takich jak początek lub koniec nagrania, zmiana klatek wideo, zmiana utworów muzycznych itp.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1088	27.1044936350	192.168.56.103	192.168.56.105	RTP	87	PT=GSM 06.10, SSRC=0x5C253DC1, Seq=25012, Time=1626454937
1089	27.119471370	192.168.56.103	192.168.56.105	RTP	87	PT=GSM 06.10, SSRC=0x5C253DC1, Seq=25013, Time=1626455097
1090	27.144415078	192.168.56.103	192.168.56.105	RTP	87	PT=GSM 06.10, SSRC=0x5C253DC1, Seq=25014, Time=1626455257
1091	27.163252296	192.168.56.103	192.168.56.105	RTP	87	PT=GSM 06.10, SSRC=0x5C253DC1, Seq=25015, Time=1626455417
1092	27.182075063	192.168.56.103	192.168.56.105	RTP	87	PT=GSM 06.10, SSRC=0x5C253DC1, Seq=25016, Time=1626455577
1093	27.201546007	192.168.56.103	192.168.56.105	RTP	87	PT=GSM 06.10, SSRC=0x5C253DC1, Seq=25017, Time=1626455737
1094	27.219114182	192.168.56.103	192.168.56.105	RTP	87	PT=GSM 06.10, SSRC=0x5C253DC1, Seq=25018, Time=1626455897
1095	27.236494508	192.168.56.103	192.168.56.103	RTP	87	PT=GSM 06.10, SSRC=0x26163F8F, Seq=450, Time=837952702, Mark
1096	27.241602141	192.168.56.103	192.168.56.105	RTP	87	PT=GSM 06.10, SSRC=0x5C253DC1, Seq=25019, Time=1626456057
1097	27.259280156	192.168.56.105	192.168.56.103	RTP	87	PT=GSM 06.10, SSRC=0x26163F8F, Seq=451, Time=837952862
1098	27.259603816	192.168.56.103	192.168.56.105	RTP	87	PT=GSM 06.10, SSRC=0x5C253DC1, Seq=25020, Time=1626456217
1099	27.277426971	192.168.56.105	192.168.56.103	RTP	87	PT=GSM 06.10, SSRC=0x26163F8F, Seq=452, Time=837953022
1100	27.277656377	192.168.56.105	192.168.56.103	RTP	87	PT=GSM 06.10, SSRC=0x26163F8F, Seq=453, Time=837953182
1101	27.281474908	192.168.56.103	192.168.56.105	RTP	87	PT=GSM 06.10, SSRC=0x5C253DC1, Seq=25021, Time=1626456377
1102	27.302252170	192.168.56.105	192.168.56.103	RTP	87	PT=GSM 06.10, SSRC=0x26163F8F, Seq=454, Time=837953342
1103	27.303408510	192.168.56.103	192.168.56.105	RTP	87	PT=GSM 06.10, SSRC=0x5C253DC1, Seq=25022, Time=1626456537

Rysunek 4: Strumień pakietów RTP

Na powyższym przykładzie możemy zauważyć że mamy przesyłane jakieś dane przez RTP (Seq stale rośnie), wraz z pojawieniem się RTP z nagłówkiem Marker ustawionym na 1 Seq resetuje się - możemy więc podjąć przypuszczenie że w tym momencie dochodzi do wysyłania innych, nowych multimedialnych.

2.1.5 Przekazywanie informacji o wciśniętym klawiszu w sesji I.

Informacja przesyłana jest przez protokół RTP EVENT



Rysunek 5: RTP Event odpowiada za przesłanie informacji jaki przycisk został wciśnięty przez klienta

2.1.6 Timestamp oraz Sequence number

Numer kolejny pierwszego pakietu RTP to 15008, natomiast timestamp wynosi 3126159233. Timestamp oraz sequence number nie zaczyna się od 0 ponieważ:

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
19	3.983173689	192.168.56.1	192.168.56.103	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x743A679A, Seq=15008, Time=3126159233, Mark
20	3.983173762	192.168.56.1	192.168.56.103	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x743A679A, Seq=15009, Time=3126159393
21	4.004934911	192.168.56.1	192.168.56.103	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x743A679A, Seq=15010, Time=3126159553
22	4.024439417	192.168.56.1	192.168.56.103	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x743A679A, Seq=15011, Time=3126159713
23	4.044413300	192.168.56.1	192.168.56.103	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x743A679A, Seq=15012, Time=3126159873
24	4.064491164	192.168.56.1	192.168.56.103	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x743A679A, Seq=15013, Time=3126160033
25	4.095380588	192.168.56.1	192.168.56.103	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x743A679A, Seq=15014, Time=3126160193
26	4.112302781	192.168.56.1	192.168.56.103	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x743A679A, Seq=15015, Time=3126160353
27	4.133619654	192.168.56.1	192.168.56.103	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x743A679A, Seq=15016, Time=3126160513
28	4.133619714	192.168.56.1	192.168.56.103	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x743A679A, Seq=15017, Time=3126160673
29	4.168315641	192.168.56.1	192.168.56.103	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x743A679A, Seq=15018, Time=3126160833
30	4.187306600	192.168.56.1	192.168.56.103	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x743A679A, Seq=15019, Time=3126160993
31	4.205704768	192.168.56.1	192.168.56.103	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x743A679A, Seq=15020, Time=3126161153
32	4.232086004	192.168.56.1	192.168.56.103	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x743A679A, Seq=15021, Time=3126161313
33	4.252132732	192.168.56.1	192.168.56.103	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x743A679A, Seq=15022, Time=3126161473
34	4.273520596	192.168.56.1	192.168.56.103	RTP	214	PT=ITU-T G.711 PCMU, SSRC=0x743A679A, Seq=15023, Time=3126161633

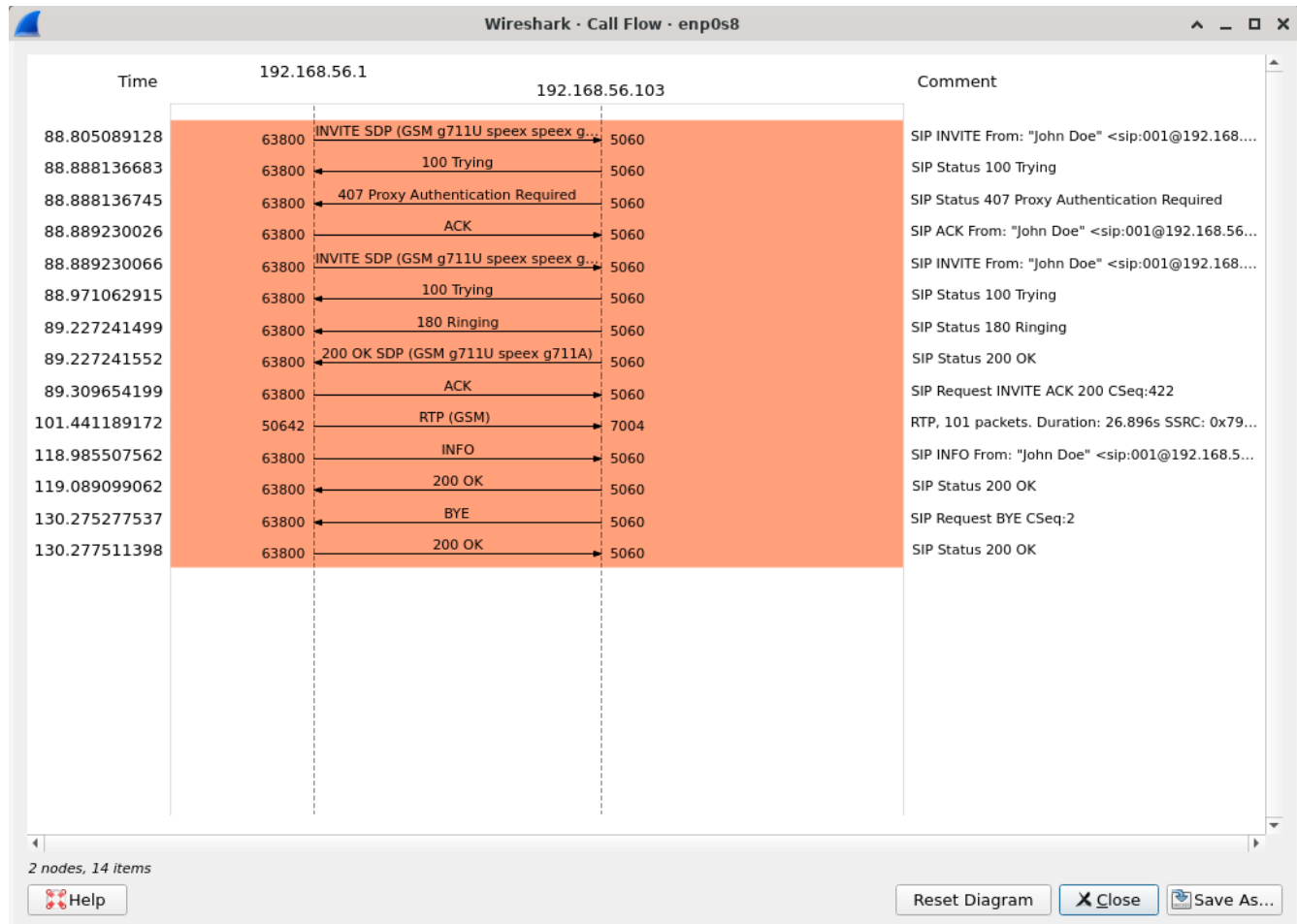
Frame 19: 214 bytes on wire (1712 bits), 214 bytes captured (1712 bits) on interface enp0s8, id 0
Ethernet II, Src: 0a:00:27:00:00:0b (0a:00:27:00:00:0b), Dst: PcsCompu_04:dc:1b (08:00:27:04:dc:1b)
Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.56.1, Dst: 192.168.56.103
User Datagram Protocol, Src Port: 52472, Dst Port: 7008
Real-Time Transport Protocol
[Stream setup by SDP (frame 4)]
... .. = Version: RFC 1889 Version (2)
... .. = Padding: False
... .. = Extension: False
... .. = Contributing source identifiers count: 0
... .. = Marker: True
Payload type: ITU-T G.711 PCMU (0)
Sequence number: 15008
[Extended sequence number: 80544]
Timestamp: 3126159233
Synchronization Source Identifier: 0x743a679a (1949984666)
Payload: ff...

Rysunek 6: Pola RTP zawierające Timestamp oraz Sequence Number

- Pole timestamp i sequence number w nagłówku RTP służy do synchronizacji strumieni multimedialnych, takich jak audio i wideo. Aby zapewnić poprawną synchronizację między różnymi strumieniami, timestampy oraz seq muszą być odpowiednio ustawione. Jeśli wszystkie te numery zaczęły się od zera, trudno byłoby odtworzyć i zsynchronizować strumień, zwłaszcza gdy są one generowane przez różne źródła.

- Rozpoczęcie od niezerowej wartości timestampu czy też sequence number może pomóc uniknąć konfliktów lub niejednoznaczności między pakietami o tym samym timestampie. Wartość niezerowa zapewnia większą unikalność i ułatwia identyfikację pakietów w czasie rzeczywistym.

2.2 Sesja nr 2



Rysunek 7: Sekwencja wiadomości protokołu SIP wymienionych z serwerem w trakcie drugiej sesji

2.2.1 Kodek w sesji II

W tej sesji do przesyłania audio został użyty kodek GSM 06.10.

2.2.2 Przekazywanie informacji o wciśniętym klawiszu w sesji II

Informacja o wciśniętym klawiszu numerycznym wysyła jest teraz przez protokół SIP. W nagłówku Message Body możemy zauważyć jaki klawisz został wciśnięty przez klienta

```

▼ Session Initiation Protocol (INFO)
  ▶ Request-Line: INFO sip:801@192.168.56.103:5060 SIP/2.0
  ▼ Message Header
    ▶ Via: SIP/2.0/UDP 10.0.2.15;rport;branch=z9hG4bKzdaaoozb
      Max-Forwards: 70
    ▶ To: <sip:801@192.168.56.103>;tag=c1e9fc43
    ▶ From: "John Doe" <sip:001@192.168.56.103>;tag=adodq
      Call-ID: qwlqrjevzbhhjsk@iplvm
      [Generated Call-ID: qwlqrjevzbhhjsk@iplvm]
    ▶ CSeq: 168 INFO
      Content-Type: application/dtmf-relay
      User-Agent: Twinkle/1.10.2
      Content-Length: 24
  ▼ Message Body
    Signal=2\r\n
    Duration=100\r\n

```

Rysunek 8: SIP przekazuje informacje o wcisniętym klawiszu

3 Wnioski

Wykonanie zadań laboratoryjnych pozwoliło nam zrozumieć naturę usługi jaką jest VoIP (*Voice over IP*) oraz protokoły wykorzystywane do realizacji tej usług, tj. SIP, RTP. Laboratorium pozwoliło nam również zapoznać się z różnymi kodekami takimi jak G.711 PCMU czy GSM 06.10, które odpowiadają za odpowiednią kompresję i dekompresję przesyłanych danych multimedialnych.