

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ КОМПЛЕКС
«ІНСТИТУТ ПРИКЛАДНОГО СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ»
НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
КАФЕДРА МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ**

**Практична робота №5
з курсу «Комп'ютерні мережі»**

**Виконав студент 3 курсу
групи КА-71
Шутяк Д. О.
Прийняв Кухарєв С.О.**

Київ – 2020 р.

C:\Users\Roman>ping -l 2000 gaia.cs.umass.edu

Pinging gaia.cs.umass.edu [128.119.245.12] with 2000 bytes of data:

Reply from 128.119.245.12: bytes=2000 time=128ms TTL=47

Reply from 128.119.245.12: bytes=2000 time=132ms TTL=47

Reply from 128.119.245.12: bytes=2000 time=130ms TTL=47

Reply from 128.119.245.12: bytes=2000 time=129ms TTL=47

Ping statistics for 128.119.245.12:

Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),

Approximate round trip times in milli-seconds:

Minimum = 128ms, Maximum = 132ms, Average = 129ms

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
29	2.792995	192.168.0.103	128.119.245.12	ICMP	562	Echo (ping) request id=0x0001, seq=6/1536, ttl=128 (reply in 31)

Frame 29: 562 bytes on wire (4496 bits), 562 bytes captured (4496 bits) on interface 0

Ethernet II, Src: IntelCor_08:d0:13 (ac:2b:6e:08:d0:13), Dst: Tp-LinkT_5f:b5:0a (f4:f2:6d:5f:b5:0a)

Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.0.103, Dst: 128.119.245.12

0100 = Version: 4

.... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)

Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)

0000 00.. = Differentiated Services Codepoint: Default (0)

.... ..00 = Explicit Congestion Notification: Not ECN-Capable Transport (0)

Total Length: 548

Identification: 0x1474 (5236)

Flags: 0x00b9

0... = Reserved bit: Not set

.0.. = Don't fragment: Not set

..0. = More fragments: Not set

...0 0000 1011 1001 = Fragment offset: 185

Time to live: 128

Protocol: ICMP (1)

Header checksum: 0xed18 [validation disabled]

[Header checksum status: Unverified]

Source: 192.168.0.103

Destination: 128.119.245.12

[2 IPv4 Fragments (2008 bytes): #28(1480), #29(528)]

[Frame: 28, payload: 0-1479 (1480 bytes)]

[Frame: 29, payload: 1480-2007 (528 bytes)]

[Fragment count: 2]

[Reassembled IPv4 length: 2008]

[Reassembled IPv4 data: 08007b710001000661626364656666768696a6b6c6d6e6f70...]

Internet Control Message Protocol

Type: 8 (Echo (ping) request)

Code: 0

Checksum: 0x7b71 [correct]

[Checksum Status: Good]

Identifier (BE): 1 (0x0001)

Identifier (LE): 256 (0x0100)

Sequence number (BE): 6 (0x0006)

Sequence number (LE): 1536 (0x0600)

[Response frame: 31]
Data (2000 bytes)

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
31	2.926689	128.119.245.12	192.168.0.103	ICMP	562	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=6/1536, ttl=47 (request in 29)

Frame 31: 562 bytes on wire (4496 bits), 562 bytes captured (4496 bits) on interface 0
Ethernet II, Src: Tp-LinkT_5f:b5:0a (f4:f2:6d:5f:b5:0a), Dst: IntelCor_08:d0:13 (ac:2b:6e:08:d0:13)
Internet Protocol Version 4, Src: 128.119.245.12, Dst: 192.168.0.103

0100 = Version: 4
.... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
Differentiated Services Field: 0x04 (DSCP: Unknown, ECN: Not-ECT)
0000 01.. = Differentiated Services Codepoint: Unknown (1)
.... ..00 = Explicit Congestion Notification: Not ECN-Capable Transport (0)

Total Length: 548

Identification: 0x6ed5 (28373)

Flags: 0x00b9

0... = Reserved bit: Not set
..0.. = Don't fragment: Not set
..0. = More fragments: Not set
...0 0000 1011 1001 = Fragment offset: 185

Time to live: 47

Protocol: ICMP (1)

Header checksum: 0xe3b3 [validation disabled]

[Header checksum status: Unverified]

Source: 128.119.245.12

Destination: 192.168.0.103

[2 IPv4 Fragments (2008 bytes): #30(1480), #31(528)]

[Frame: 30, payload: 0-1479 (1480 bytes)]

[Frame: 31, payload: 1480-2007 (528 bytes)]

[Fragment count: 2]

[Reassembled IPv4 length: 2008]

[Reassembled IPv4 data: 00008371000100066162636465666768696a6b6c6d6e6f70...]

Internet Control Message Protocol

Type: 0 (Echo (ping) reply)

Code: 0

Checksum: 0x8371 [correct]

[Checksum Status: Good]

Identifier (BE): 1 (0x0001)

Identifier (LE): 256 (0x0100)

Sequence number (BE): 6 (0x0006)

Sequence number (LE): 1536 (0x0600)

[Request frame: 29]

[Response time: 133.694 ms]

Data (2000 bytes)

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
33	3.798443	192.168.0.103	128.119.245.12	ICMP	562	Echo (ping) request id=0x0001, seq=7/1792, ttl=128 (reply in 43)

Frame 33: 562 bytes on wire (4496 bits), 562 bytes captured (4496 bits) on interface 0
Ethernet II, Src: IntelCor_08:d0:13 (ac:2b:6e:08:d0:13), Dst: Tp-LinkT_5f:b5:0a (f4:f2:6d:5f:b5:0a)
Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.0.103, Dst: 128.119.245.12

0100 = Version: 4
.... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
0000 00.. = Differentiated Services Codepoint: Default (0)
.... ..00 = Explicit Congestion Notification: Not ECN-Capable Transport (0)
Total Length: 548
Identification: 0x1475 (5237)
Flags: 0x00b9
0... = Reserved bit: Not set
.0.. = Don't fragment: Not set
..0. = More fragments: Not set
...0 0000 1011 1001 = Fragment offset: 185
Time to live: 128
Protocol: ICMP (1)
Header checksum: 0xed17 [validation disabled]
[Header checksum status: Unverified]
Source: 192.168.0.103
Destination: 128.119.245.12
[2 IPv4 Fragments (2008 bytes): #32(1480), #33(528)]
[Frame: 32, payload: 0-1479 (1480 bytes)]
[Frame: 33, payload: 1480-2007 (528 bytes)]
[Fragment count: 2]
[Reassembled IPv4 length: 2008]
[Reassembled IPv4 data: 08007b70000100076162636465666768696a6b6c6d6e6f70...]

Internet Control Message Protocol

Type: 8 (Echo (ping) request)
Code: 0
Checksum: 0x7b70 [correct]
[Checksum Status: Good]
Identifier (BE): 1 (0x0001)
Identifier (LE): 256 (0x0100)
Sequence number (BE): 7 (0x0007)
Sequence number (LE): 1792 (0x0700)
[Response frame: 43]
Data (2000 bytes)

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
43	3.932783	128.119.245.12	192.168.0.103	ICMP	562	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=7/1792, ttl=47 (request in 33)

Frame 43: 562 bytes on wire (4496 bits), 562 bytes captured (4496 bits) on interface 0
Ethernet II, Src: Tp-LinkT_5f:b5:0a (f4:f2:6d:5f:b5:0a), Dst: IntelCor_08:d0:13 (ac:2b:6e:08:d0:13)
Internet Protocol Version 4, Src: 128.119.245.12, Dst: 192.168.0.103

0100 = Version: 4
.... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
Differentiated Services Field: 0x04 (DSCP: Unknown, ECN: Not-ECT)
0000 01.. = Differentiated Services Codepoint: Unknown (1)
.... ..00 = Explicit Congestion Notification: Not ECN-Capable Transport (0)
Total Length: 548

Identification: 0x713e (28990)
 Flags: 0x00b9
 0... = Reserved bit: Not set
 .0.. = Don't fragment: Not set
 ..0. = More fragments: Not set
 ...0 0000 1011 1001 = Fragment offset: 185
 Time to live: 47
 Protocol: ICMP (1)
 Header checksum: 0xe14a [validation disabled]
 [Header checksum status: Unverified]
 Source: 128.119.245.12
 Destination: 192.168.0.103
 [2 IPv4 Fragments (2008 bytes): #42(1480), #43(528)]
 [Frame: 42, payload: 0-1479 (1480 bytes)]
 [Frame: 43, payload: 1480-2007 (528 bytes)]
 [Fragment count: 2]
 [Reassembled IPv4 length: 2008]
 [Reassembled IPv4 data: 00008370000100076162636465666768696a6b6c6d6e6f70...]
 Internet Control Message Protocol
 Type: 0 (Echo (ping) reply)
 Code: 0
 Checksum: 0x8370 [correct]
 [Checksum Status: Good]
 Identifier (BE): 1 (0x0001)
 Identifier (LE): 256 (0x0100)
 Sequence number (BE): 7 (0x0007)
 Sequence number (LE): 1792 (0x0700)
 [Request frame: 33]
 [Response time: 134.340 ms]
 Data (2000 bytes)

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
48	4.812858	192.168.0.103	128.119.245.12	ICMP	562	Echo (ping) request id=0x0001, seq=8/2048, ttl=128 (reply in 50)

Frame 48: 562 bytes on wire (4496 bits), 562 bytes captured (4496 bits) on interface 0
 Ethernet II, Src: IntelCor_08:d0:13 (ac:2b:6e:08:d0:13), Dst: Tp-LinkT_5f:b5:0a (f4:f2:6d:5f:b5:0a)
 Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.0.103, Dst: 128.119.245.12
 0100 = Version: 4
 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
 Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
 0000 00.. = Differentiated Services Codepoint: Default (0)
 00 = Explicit Congestion Notification: Not ECN-Capable Transport (0)
 Total Length: 548
 Identification: 0x1476 (5238)
 Flags: 0x00b9
 0... = Reserved bit: Not set
 .0.. = Don't fragment: Not set
 ..0. = More fragments: Not set
 ...0 0000 1011 1001 = Fragment offset: 185
 Time to live: 128

```

Protocol: ICMP (1)
Header checksum: 0xed16 [validation disabled]
[Header checksum status: Unverified]
Source: 192.168.0.103
Destination: 128.119.245.12
[2 IPv4 Fragments (2008 bytes): #47(1480), #48(528)]
  [Frame: 47, payload: 0-1479 (1480 bytes)]
  [Frame: 48, payload: 1480-2007 (528 bytes)]
  [Fragment count: 2]
  [Reassembled IPv4 length: 2008]
  [Reassembled IPv4 data: 08007b6f000100086162636465666768696a6b6c6d6e6f70...]
Internet Control Message Protocol
Type: 8 (Echo (ping) request)
Code: 0
Checksum: 0x7b6f [correct]
[Checksum Status: Good]
Identifier (BE): 1 (0x0001)
Identifier (LE): 256 (0x0100)
Sequence number (BE): 8 (0x0008)
Sequence number (LE): 2048 (0x0800)
[Response frame: 50]
Data (2000 bytes)

```

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
50	4.947327	128.119.245.12	192.168.0.103	ICMP	562	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=8/2048, ttl=47 (request in 48)

```

Frame 50: 562 bytes on wire (4496 bits), 562 bytes captured (4496 bits) on interface 0
Ethernet II, Src: Tp-LinkT_5f:b5:0a (f4:f2:6d:5f:b5:0a), Dst: IntelCor_08:d0:13 (ac:2b:6e:08:d0:13)
Internet Protocol Version 4, Src: 128.119.245.12, Dst: 192.168.0.103
0100 .... = Version: 4
.... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
Differentiated Services Field: 0x04 (DSCP: Unknown, ECN: Not-ECT)
0000 01.. = Differentiated Services Codepoint: Unknown (1)
.... ..00 = Explicit Congestion Notification: Not ECN-Capable Transport (0)
Total Length: 548
Identification: 0x741b (29723)
Flags: 0x00b9
0... .... = Reserved bit: Not set
.0.. .... = Don't fragment: Not set
..0. .... = More fragments: Not set
...0 0000 1011 1001 = Fragment offset: 185
Time to live: 47
Protocol: ICMP (1)
Header checksum: 0xde6d [validation disabled]
[Header checksum status: Unverified]
Source: 128.119.245.12
Destination: 192.168.0.103
[2 IPv4 Fragments (2008 bytes): #49(1480), #50(528)]
  [Frame: 49, payload: 0-1479 (1480 bytes)]
  [Frame: 50, payload: 1480-2007 (528 bytes)]

```

[Fragment count: 2]
[Reassembled IPv4 length: 2008]
[Reassembled IPv4 data: 0000836f000100086162636465666768696a6b6c6d6e6f70...]

Internet Control Message Protocol

Type: 0 (Echo (ping) reply)
Code: 0
Checksum: 0x836f [correct]
[Checksum Status: Good]
Identifier (BE): 1 (0x0001)
Identifier (LE): 256 (0x0100)
Sequence number (BE): 8 (0x0008)
Sequence number (LE): 2048 (0x0800)
[Request frame: 48]
[Response time: 134.469 ms]
Data (2000 bytes)

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
52	5.827698	192.168.0.103	128.119.245.12	ICMP	562	Echo (ping) request id=0x0001, seq=9/2304, ttl=128 (reply in 56)

Frame 52: 562 bytes on wire (4496 bits), 562 bytes captured (4496 bits) on interface 0
Ethernet II, Src: IntelCor_08:d0:13 (ac:2b:6e:08:d0:13), Dst: Tp-LinkT_5f:b5:0a (f4:f2:6d:5f:b5:0a)

Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.0.103, Dst: 128.119.245.12

0100 = Version: 4
.... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
0000 00.. = Differentiated Services Codepoint: Default (0)
.... ..00 = Explicit Congestion Notification: Not ECN-Capable Transport (0)
Total Length: 548
Identification: 0x1477 (5239)
Flags: 0x00b9
0... = Reserved bit: Not set
.0.. = Don't fragment: Not set
..0. = More fragments: Not set
...0 0000 1011 1001 = Fragment offset: 185

Time to live: 128

Protocol: ICMP (1)

Header checksum: 0xed15 [validation disabled]

[Header checksum status: Unverified]

Source: 192.168.0.103

Destination: 128.119.245.12

[2 IPv4 Fragments (2008 bytes): #51(1480), #52(528)]

[Frame: 51, payload: 0-1479 (1480 bytes)]

[Frame: 52, payload: 1480-2007 (528 bytes)]

[Fragment count: 2]

[Reassembled IPv4 length: 2008]

[Reassembled IPv4 data: 08007b6e000100096162636465666768696a6b6c6d6e6f70...]

Internet Control Message Protocol

Type: 8 (Echo (ping) request)
Code: 0
Checksum: 0x7b6e [correct]

[Checksum Status: Good]
Identifier (BE): 1 (0x0001)
Identifier (LE): 256 (0x0100)
Sequence number (BE): 9 (0x0009)
Sequence number (LE): 2304 (0x0900)
[Response frame: 56]
Data (2000 bytes)

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
56	5.964349	128.119.245.12	192.168.0.103	ICMP	562	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=9/2304, ttl=47 (request in 52)

Frame 56: 562 bytes on wire (4496 bits), 562 bytes captured (4496 bits) on interface 0
Ethernet II, Src: Tp-LinkT_5f:b5:0a (f4:f2:6d:5f:b5:0a), Dst: IntelCor_08:d0:13 (ac:2b:6e:08:d0:13)
Internet Protocol Version 4, Src: 128.119.245.12, Dst: 192.168.0.103

0100 = Version: 4
.... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
Differentiated Services Field: 0x04 (DSCP: Unknown, ECN: Not-ECT)
0000 01.. = Differentiated Services Codepoint: Unknown (1)
.... ..00 = Explicit Congestion Notification: Not ECN-Capable Transport (0)
Total Length: 548
Identification: 0x76c8 (30408)
Flags: 0x00b9
0... = Reserved bit: Not set
.0.. = Don't fragment: Not set
..0. = More fragments: Not set
...0 0000 1011 1001 = Fragment offset: 185

Time to live: 47

Protocol: ICMP (1)

Header checksum: 0xdbc0 [validation disabled]

[Header checksum status: Unverified]

Source: 128.119.245.12

Destination: 192.168.0.103

[2 IPv4 Fragments (2008 bytes): #55(1480), #56(528)]

[Frame: 55, payload: 0-1479 (1480 bytes)]

[Frame: 56, payload: 1480-2007 (528 bytes)]

[Fragment count: 2]

[Reassembled IPv4 length: 2008]

[Reassembled IPv4 data: 0000836e000100096162636465666768696a6b6c6d6e6f70...]

Internet Control Message Protocol

Type: 0 (Echo (ping) reply)

Code: 0

Checksum: 0x836e [correct]

[Checksum Status: Good]

Identifier (BE): 1 (0x0001)

Identifier (LE): 256 (0x0100)

Sequence number (BE): 9 (0x0009)

Sequence number (LE): 2304 (0x0900)

[Request frame: 52]

[Response time: 136.651 ms]

Data (2000 bytes)

Контрольні питання

1. Визначте IP адреси вашої та цільової робочих станцій.

Моя – 192.168.0.103, цільова – 128.119.245.12.

2. Яке значення в полі номера протоколу вищого рівня в заголовку IP першого пакету із запитом ICMP?
Protocol: ICMP (1)

3. Скільки байт займає заголовок IP першого пакету із запитом ICMP? Скільки байт займає корисна інформація (payload) пакету? Поясніть як ви встановили кількість байт корисної інформації.
20 байт, 2008 байт = 1480 + 528

[2 IPv4 Fragments (2008 bytes): #28(1480), #29(528)]

[Frame: 28, payload: 0-1479 (1480 bytes)]

[Frame: 29, payload: 1480-2007 (528 bytes)]

[Fragment count: 2]

[Reassembled IPv4 length: 2008]

[Reassembled IPv4 data: 08007b71000100066162636465666768696a6b6c6d6e6f70...]

4. Дослідіть пакет із пунктів 2/3. Чи фрагментований цей пакет? Поясніть як ви встановили фрагментацію пакету. Як можна встановити номер фрагменту, що передається у пакеті?

Так, фрагментований. По номеру фрейма.

[2 IPv4 Fragments (2008 bytes): #28(1480), #29(528)]

5. Знайдіть наступний фрагмент датаграми IP. Яка інформація дозволяє встановити наявність наступних фрагментів, що мають слідувати за другим фрагментом?

Flags: 0x00b9

0... = Reserved bit: Not set

.0.. = Don't fragment: Not set

..0. = More fragments: Not set

...0 0000 1011 1001 = Fragment offset: 185

6. Які поля протоколу IP відрізняють перший фрагмент від другого?

Тільки назва фрейму та Upper Layer Protocol, Fragment offset.

7. Розгляньте послідовність пакетів IP із запитом ICMP вашої робочої станції. Які поля заголовку IP завжди змінюються?

Identification та Header checksum.

8. Розгляньте послідовність пакетів IP із запитом ICMP вашої робочої станції. Які поля заголовку IP мають зберігати свої значення? Які поля мають змінюватися? Чому?

Поля, які зберігають свої значення:

- Version (ми використовуємо IPv4 для всіх пакетів)
- header length (всі пакети – ICMP)
- source IP, destination IP (Ми пінгуємо одну і ту ж адресу)
- Differentiated Services (всі ICMP пакети одного службового типу)
- TTL

Поля, які змінюють свої значення:

- Upper Layer Protocol (всі заголовки ICMP мають унікальні поля, що змінюються)
- Identification (IP пакети мають мати різні id)
- Header checksum (оскільки заголовки змінюються, то контрольна сума теж)

9. Розгляньте послідовність пакетів IP із запитом ICMP вашої робочої станції. Опишіть закономірність зміни значень поля Identification рівня IP.

Інкремент на 1.

10. Розгляньте послідовність пакетів IP із повідомленнями TTL-exceeded від найближчого маршрутизатора. Які значення встановлені у полях Identification та TTL?

Таких повідомлень не було, оскільки утиліта ping на Windows не змінює TTL для різних запитів.

11. Розгляньте послідовність пакетів IP із повідомленнями TTL-exceeded від найближчого маршрутизатора. Які значення встановлені у полях Identification та TTL? Чи змінюються ці значення для різних пакетів у послідовності? Чому?

Поле Identification має змінюватись для кожної ICMP TTL-exceeded відповіді. Якщо дві або більше IP датаграми мають однаковий Identification, то це означає, що вони є фрагментами однієї великої IP датаграми. Поле TTL завжди однакове, бо у найближчого маршрутизатора він завжди однаковий.