

ネットワーク レポート (3144 吉高僚眞)

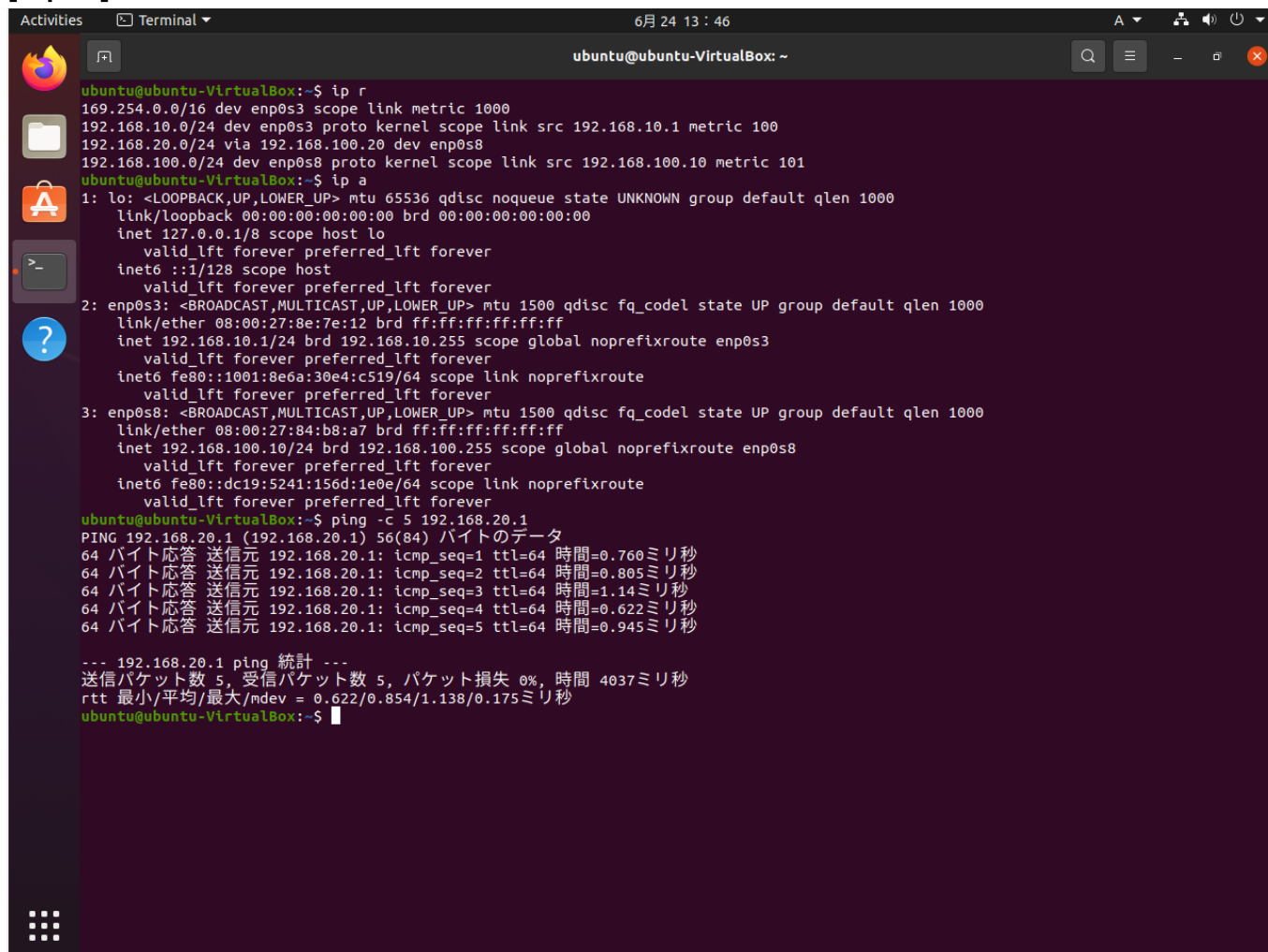
目的

- インターネット層における、IPプロトコルを使ったIPルーティングについて理解し、どのようにIPパケットを伝送しているかを理解する。
- ubuntu(Linux)の基本的なネットワーク設定について理解する。
- Wiresharkを用いてパケットキャプチャを行い、IPパケット、MACフレームの構造について理解する。
- NATやNAPT(IPマスカレード)の目的と用途について理解する。

実験1: ネットワークインターフェース(NIC)とIPアドレス、ネットワークルーティング

動作確認

[exp1-1]



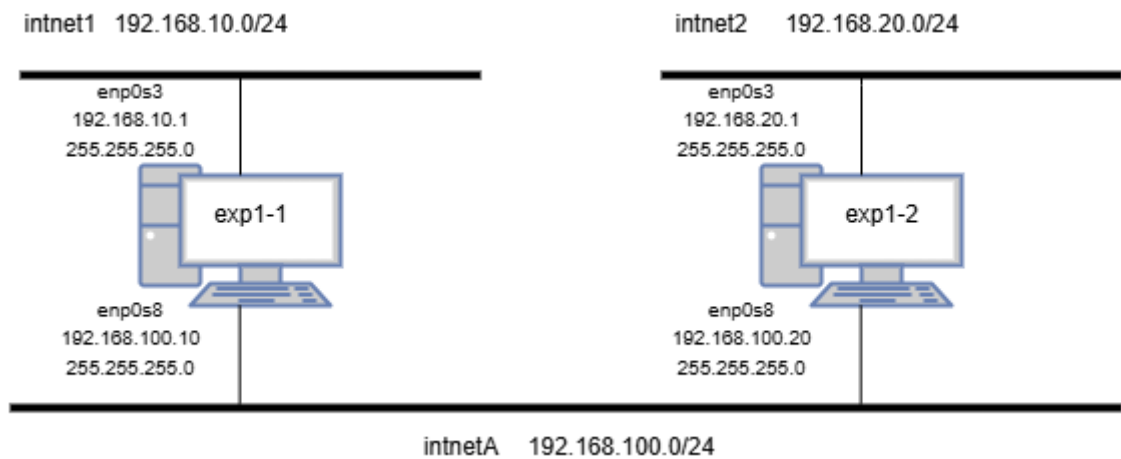
```
ubuntu@ubuntu-VirtualBox: ~  
$ ip r  
169.254.0.0/16 dev enp0s3 scope link metric 1000  
192.168.10.0/24 dev enp0s3 proto kernel scope link src 192.168.10.1 metric 100  
192.168.20.0/24 via 192.168.100.20 dev enp0s8  
192.168.100.0/24 dev enp0s8 proto kernel scope link src 192.168.100.10 metric 101  
$ ip a  
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN group default qlen 1000  
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00  
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo  
        valid_lft forever preferred_lft forever  
    inet6 ::1/128 scope host  
        valid_lft forever preferred_lft forever  
2: enp0s3: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc fq_codel state UP group default qlen 1000  
    link/ether 08:00:27:8e:7e:12 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff  
    inet 192.168.10.1/24 brd 192.168.10.255 scope global noprefixroute enp0s3  
        valid_lft forever preferred_lft forever  
    inet6 fe80::1001:8e6a:30e4:c519/64 scope link noprefixroute  
        valid_lft forever preferred_lft forever  
3: enp0s8: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc fq_codel state UP group default qlen 1000  
    link/ether 08:00:27:84:b8:a7 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff  
    inet 192.168.100.10/24 brd 192.168.100.255 scope global noprefixroute enp0s8  
        valid_lft forever preferred_lft forever  
    inet6 fe80::dc19:5241:156d:1e0e/64 scope link noprefixroute  
        valid_lft forever preferred_lft forever  
$ ping -c 5 192.168.20.1  
PING 192.168.20.1 (192.168.20.1) 56(84) バイトのデータ  
64 バイト応答 送信元 192.168.20.1: icmp_seq=1 ttl=64 時間=0.760ミリ秒  
64 バイト応答 送信元 192.168.20.1: icmp_seq=2 ttl=64 時間=0.805ミリ秒  
64 バイト応答 送信元 192.168.20.1: icmp_seq=3 ttl=64 時間=1.14ミリ秒  
64 バイト応答 送信元 192.168.20.1: icmp_seq=4 ttl=64 時間=0.622ミリ秒  
64 バイト応答 送信元 192.168.20.1: icmp_seq=5 ttl=64 時間=0.945ミリ秒  
--- 192.168.20.1 ping 統計 ---  
送信パケット数 5, 受信パケット数 5, パケット損失 0%, 時間 4037ミリ秒  
rtt 最小/平均/最大/ndev = 0.622/0.854/1.138/0.175ミリ秒  
$
```

[exp1-2]

```
Activities Terminal 6月 24 13 : 46 ubuntu@ubuntu-VirtualBox: ~
ubuntu@ubuntu-VirtualBox:~$ ip r
169.254.0.0/16 dev enp0s3 scope link metric 1000
192.168.10.0/24 via 192.168.100.10 dev enp0s8
192.168.20.0/24 dev enp0s3 proto kernel scope link src 192.168.20.1 metric 102
192.168.100.0/24 dev enp0s8 proto kernel scope link src 192.168.100.20 metric 101
ubuntu@ubuntu-VirtualBox:~$ ip a
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN group default qlen 1000
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 ::1/128 scope host
        valid_lft forever preferred_lft forever
2: enp0s3: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc fq_codel state UP group default qlen 1000
    link/ether 08:00:27:0d:f7:ce brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 192.168.20.1/24 brd 192.168.20.255 scope global noprefixroute enp0s3
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::b8c1:6c3:7774:a1/64 scope link noprefixroute
        valid_lft forever preferred_lft forever
3: enp0s8: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc fq_codel state UP group default qlen 1000
    link/ether 08:00:27:aa:f7:3f brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 192.168.100.20/24 brd 192.168.100.255 scope global noprefixroute enp0s8
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::2d71:9d56:4729:2a2c/64 scope link noprefixroute
        valid_lft forever preferred_lft forever
ubuntu@ubuntu-VirtualBox:~$ ping -c 5 192.168.10.1
PING 192.168.10.1 (192.168.10.1) 56(84) バイトのデータ
 64 バイト応答 送信元 192.168.10.1: icmp_seq=1 ttl=64 時間=0.804ミリ秒
 64 バイト応答 送信元 192.168.10.1: icmp_seq=2 ttl=64 時間=1.86ミリ秒
 64 バイト応答 送信元 192.168.10.1: icmp_seq=3 ttl=64 時間=3.02ミリ秒
 64 バイト応答 送信元 192.168.10.1: icmp_seq=4 ttl=64 時間=0.991ミリ秒
 64 バイト応答 送信元 192.168.10.1: icmp_seq=5 ttl=64 時間=0.419ミリ秒

--- 192.168.10.1 ping 統計 ---
送信パケット数 5, 受信パケット数 5, パケット損失 0%, 時間 4022ミリ秒
rtt 最小/平均/最大/mdev = 0.419/1.419/3.024/0.930ミリ秒
ubuntu@ubuntu-VirtualBox:~$ ss
```

ネットワーク図



ルーティングテーブル

[exp1-1]

ネットワーク	ネクストホップ
192.168.10.0/24	直接接続

ネットワーク	ネクストホップ
192.168.100.0/24	直接接続
192.168.20.0/24	192.168.100.20

[exp1-1]

ネットワーク	ネクストホップ
192.168.20.0/24	直接接続
192.168.100.0/24	直接接続
192.168.10.0/24	192.168.100.10

NAPT, IPマスカレード

動作確認

[exp1-1]

```
Activities Terminal 6月 24 14:09
ubuntu@ubuntu-VirtualBox: ~

ubuntu@ubuntu-VirtualBox:~$ ip a
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN group default qlen 1000
    link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
    inet 127.0.0.1/8 scope host lo
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 ::1/128 scope host
        valid_lft forever preferred_lft forever
2: enp0s3: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc fq_codel state UP group default qlen
    link/ether 08:00:27:8e:7e:12 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 192.168.10.1/24 brd 192.168.10.255 scope global noprefixroute enp0s3
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::1001:8e6a:30e4:c519/64 scope link noprefixroute
        valid_lft forever preferred_lft forever
3: enp0s8: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc fq_codel state UP group default qlen
    link/ether 08:00:27:84:b8:a7 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 192.168.100.10/24 brd 192.168.100.255 scope global noprefixroute enp0s8
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::dc19:5241:156d:1e0e/64 scope link noprefixroute
        valid_lft forever preferred_lft forever
ubuntu@ubuntu-VirtualBox:~$ ip r
default via 192.168.100.20 dev enp0s8
169.254.0.0/16 dev enp0s3 scope link metric 1000
192.168.10.0/24 dev enp0s3 proto kernel scope link src 192.168.10.1 metric 100
192.168.20.0/24 via 192.168.100.20 dev enp0s8
192.168.100.0/24 dev enp0s8 proto kernel scope link src 192.168.100.10 metric 101
192.169.20.0/24 via 192.168.100.20 dev enp0s8
ubuntu@ubuntu-VirtualBox:~$ ping -c 5 172.16.15.26
PING 172.16.15.26 (172.16.15.26) 56(84) バイトのデータ
64 バイト応答 送信元 172.16.15.26: icmp_seq=1 ttl=60 時間=1.96ミリ秒
64 バイト応答 送信元 172.16.15.26: icmp_seq=2 ttl=60 時間=5.82ミリ秒
64 バイト応答 送信元 172.16.15.26: icmp_seq=3 ttl=60 時間=6.08ミリ秒
64 バイト応答 送信元 172.16.15.26: icmp_seq=4 ttl=60 時間=3.68ミリ秒
64 バイト応答 送信元 172.16.15.26: icmp_seq=5 ttl=60 時間=7.97ミリ秒

--- 172.16.15.26 ping 統計 ---
送信パケット数 5, 受信パケット数 5, パケット損失 0%, 時間 4008ミリ秒
rtt 最小/平均/最大/mdev = 1.957/5.100/7.969/2.079ミリ秒
ubuntu@ubuntu-VirtualBox:~$
```

[exp1-2]

Activities Terminal 6月 24 14 : 09

ubuntu@ubuntu-VirtualBox: ~

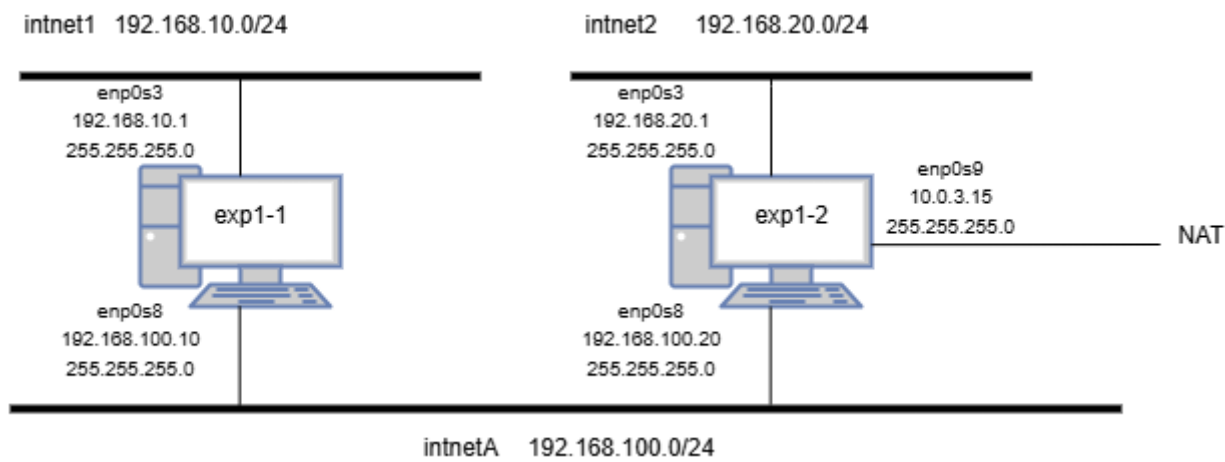
```
ubuntu@ubuntu-VirtualBox:~$ sudo iptables -L -t nat
Chain PREROUTING (policy ACCEPT)
target     prot opt source                destination

Chain INPUT (policy ACCEPT)
target     prot opt source                destination

Chain OUTPUT (policy ACCEPT)
target     prot opt source                destination

Chain POSTROUTING (policy ACCEPT)
target     prot opt source                destination
MASQUERADE all  --  192.168.100.0/24      anywhere
ubuntu@ubuntu-VirtualBox:~$
```

ネットワーク図



[exp1-1]

ネットワーク	ネクストホップ	メトリック
192.168.10.0/24	直接接続	0
192.168.100.0/24	直接接続	0
192.168.20.0/24	192.168.100.20	1
10.0.4.0/24	192.168.100.20	1

[exp1-2]

ネットワーク	ネクストホップ	メトリック
192.168.20.0/24	直接接続	0
192.168.100.0/24	直接接続	0
192.168.10.0/24	192.168.100.10	1
10.0.4.0/24	直接接続	0

実験2 Wiresharkを使ってパケットキャプチャする

ネットワーク間

- 1. ICMPパケット一つ(往復分)を詳細を観察し、ICMPパケットの構造をレポートにまとめる

要求

▶ Frame 1: 98 bytes on wire (784 bits), 98 bytes captured (784 bits) on interface enp0s8, id 0

▶ Ethernet II, Src: PcsCompu_84:b8:a7 (08:00:27:84:b8:a7), Dst: PcsCompu_aa:f7:3f (08:00:27:aa:f7:3f)

▶ Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.100.10, Dst: 192.168.20.1

▼ Internet Control Message Protocol

Type: 8 (Echo (ping) request)

Code: 0

Checksum: 0xc214 [correct]

[Checksum Status: Good]

Identifier (BE): 11 (0x000b)

Identifier (LE): 2816 (0x0b00)

Sequence number (BE): 1 (0x0001)

Sequence number (LE): 256 (0x0100)

[Response frame: 2]

Timestamp from icmp data: Jun 24, 2025 15:30:46.000000000 JST

[Timestamp from icmp data (relative): 0.246729562 seconds]

▶ Data (48 bytes)

0000 08 00 27 aa f7 3f 08 00 27 84 b8 a7 08 00 45 00 ..'..?.. '.....E-

0010 00 54 2e f8 40 00 40 01 12 55 c0 a8 64 0a c0 a8 ..T..@..U..d..

0020 14 01 08 00 c2 14 00 00 00 01 10 46 5a 08 00 00 ..FZh...

0030 00 00 fa 5d 0c 00 00 00 00 00 10 11 12 13 14 15 ...].....

0040 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 !"#\$\$%

0050 26 27 28 29 2a 2b 2c 2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 &'()*+,-./012345

0060 36 37

フィールド	値
Ethernet ヘッダ	
宛先 MAC	08:00:27:aa:f7:3f
送信元 MAC	08:00:27:84:b8:a7
EtherType	0x0800
IP ヘッダ	
Version / IHL	0x45
DSCP / ECN	0x00
Total Length	0x0054
Identification	0x2ef8
Flags / Frag Offset	0x4000
TTL	0x40
Protocol	0x01
Header Checksum	0x1255
送信元 IP	192.168.100.10
宛先 IP	192.168.20.1

フィールド	値
ICMP ヘッダ	
Type	0x08
Code	0x00
Checksum	0xc214
Identifier	0x000b
Sequence Number	0x0000

応答

Wireshark - パケット 2 - enp0s8

▶ Frame 2: 98 bytes on wire (784 bits), 98 bytes captured (784 bits) on interface enp0s8, id 0

▶ Ethernet II, Src: PcsCompu_aa:f7:3f (08:00:27:aa:f7:3f), Dst: PcsCompu_84:b8:a7 (08:00:27:84:b8:a7)

▶ Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.20.1, Dst: 192.168.100.10

▼ Internet Control Message Protocol

- Type: 0 (Echo (ping) reply)
- Code: 0
- Checksum: 0x9943 [correct]
- [Checksum Status: Good]
- Identifier (BE): 13 (0x000d)
- Identifier (LE): 3328 (0x0d00)
- Sequence number (BE): 1 (0x0001)
- Sequence number (LE): 256 (0x0100)
- [Request frame: 1]
- [Response time: 0.128 ms]
- Timestamp from icmp data: Jun 24, 2025 15:44:59.000000000 JST
- [Timestamp from icmp data (relative): -0.552939320 seconds]

▼ Data (48 bytes)

- Data: e229000000000000101112131415161718191a1b1c1d1e1f...
- [Length: 48]

0000 08 00 27 84 b8 a7 08 00 27 aa f7 3f 08 00 45 00 ..'....'...?..E:

0010 00 54 59 9c 00 00 40 01 27 b1 c0 a8 14 01 c0 a8 .TY...@.'.....

0020 64 0a 00 00 99 43 00 0d 00 01 6b 49 5a 68 00 00 d...C...-kIZh..

0030 00 00 e2 29 00 00 00 00 00 00 10 11 12 13 14 15).....

0040 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25!#\$%&'()*+,-./012345

0050 26 27 28 29 2a 2b 2c 2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 &'()*+,-./012345

0060 36 37 67

フィールド	値
Ethernet ヘッダ	
宛先 MAC	08:00:27:84:b8:a7
送信元 MAC	08:00:27:aa:f7:3f
EtherType	0x0800
IPv4 ヘッダ	
Version / IHL	0x45

フィールド	値
DSCP / ECN	0x00
Total Length	0x0054
Identification	0x599c
Flags / Frag Offset	0x0000
TTL	0x40
Protocol	0x01
Header Checksum	0x27b1
送信元 IP	192.168.20.1
宛先 IP	192.168.100.10
ICMP ヘッダ	
Type	0x00
Code	0x00
Checksum	0x9943
Identifier	0x000d
Sequence Number	0x0001

ICMPヘッダの構造

- ICMPパケットは、L1のイーサネットヘッダ、L2のIPヘッダ、L3のICMPヘッダからなる。
- ICMPヘッダの構造
 - Type
 - Code
 - Checksum
 - Identifier (BE)
 - Identifier (LE)
 - Sequence number (BE)
 - Sequence (LE)
 - Timestamp
 - Data

のような要素からなる。

- 要求と応答でTypeが異なっていることからその部分にはエコー要求の場合は8,エコー応答の場合は0が入ることがわかる。

外部との通信

1. キャプチャするNICの位置によって、ICMPパケット(IPフレーム)の内容がどのように変わっているか確認し、ex1-2で何が行われているか(実験1でex1-2に対してどのような設定を行ったのかを考えて)考察する。

要求

Wireshark - パケット 1 - enp0s8

▶ Frame 1: 98 bytes on wire (784 bits), 98 bytes captured (784 bits) on interface enp0s8, id 0

▶ Ethernet II, Src: PcsCompu_84:b8:a7 (08:00:27:84:b8:a7), Dst: PcsCompu_aa:f7:3f (08:00:27:aa:f7:3f)

▼ Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.100.10, Dst: 172.16.15.26

0100 = Version: 4

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

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

Total Length: 84

Identification: 0x1747 (5959)

▶ Flags: 0x4000, Don't fragment

Fragment offset: 0

Time to live: 64

Protocol: ICMP (1)

Header checksum: 0x4385 [validation disabled]

[Header checksum status: Unverified]

Source: 192.168.100.10

Destination: 172.16.15.26

▼ Internet Control Message Protocol

Type: 8 (Echo (ping) request)

Code: 0

Checksum: 0x6986 [correct]

[Checksum Status: Good]

Identifier (BE): 14 (0x000e)

Identifier (LE): 3584 (0x0e00)

Sequence number (BE): 1 (0x0001)

Sequence number (LE): 256 (0x0100)

[Response frame: 2]

Timestamp from icmp data: Jun 24, 2025 15:51:57.000000000 JST

[Timestamp from icmp data (relative): -0.505645979 seconds]

▼ Data (48 bytes)

Data: 67e4000000000000101112131415161718191a1b1c1d1e1f...

[Length: 48]

0000 08 00 27 aa f7 3f 08 00 27 84 b8 a7 08 00 45 00 ..'..?.. '.....E..

0010 00 54 17 47 40 00 40 01 43 85 c9 a8 64 0a ac 10 ..T.G@.C...d..

0020 0f 1a 08 00 69 86 00 0e 00 01 0d 4b 5a 68 00 00i....KZh..

0030 00 00 67 e4 00 00 00 00 00 00 10 11 12 13 14 15 ..g.....

0040 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 ..#.....!"+\$%&'()*+,-./012345

0050 26 27 28 29 2a 2b 2c 2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 ..

0060 36 37 ..

フィールド	値
Ethernet ヘッダ	
宛先 MAC	08:00:27:aa:f7:3f
送信元 MAC	08:00:27:84:b8:a7
EtherType	0x0800
IPv4 ヘッダ	
Version / IHL	0x45
DSCP / ECN	0x00
Total Length	0x0054
Identification	0x1747
Flags / Frag Offset	0x4000
TTL	0x40
Protocol	0x01

10 / 12

フィールド	値
Header Checksum	0x4385
送信元 IP	192.168.100.10
宛先 IP	172.16.15.26
ICMP ヘッダ	
Type	0x08
Code	0x00
Checksum	0x6986
Identifier	0x000e
Sequence Number	0x0001

応答

Wireshark · パケット 2 · enp0s8

▶ Frame 2: 98 bytes on wire (784 bits), 98 bytes captured (784 bits) on interface enp0s8, id 0

▶ Ethernet II, Src: PcsCompu_aa:f7:3f (08:00:27:aa:f7:3f), Dst: PcsCompu_84:b8:a7 (08:00:27:84:b8:a7)

▼ Internet Protocol Version 4, Src: 172.16.15.26, Dst: 192.168.100.10

- 0100 = Version: 4
- 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
- ▶ Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
- Total Length: 84
- Identification: 0x02ea (746)
- ▶ Flags: 0x0000
 - Fragment offset: 0
 - Time to live: 60
 - Protocol: ICMP (1)
 - Header checksum: 0x9be2 [validation disabled]
 - [Header checksum status: Unverified]
 - Source: 172.16.15.26
 - Destination: 192.168.100.10

▼ Internet Control Message Protocol

- Type: 0 (Echo (ping) reply)
- Code: 0
- Checksum: 0x7186 [correct]
- [Checksum Status: Good]
- Identifier (BE): 14 (0x000e)
- Identifier (LE): 3584 (0x0e00)
- Sequence number (BE): 1 (0x0001)
- Sequence number (LE): 256 (0x0100)
- [Request frame: 1]
- [Response time: 1.387 ms]
- Timestamp from icmp data: Jun 24, 2025 15:51:57.000000000 JST
- [Timestamp from icmp data (relative): -0.504258541 seconds]

▼ Data (48 bytes)

- Data: 67e4000000000000101112131415161718191a1b1c1d1e1f...
- [Length: 48]

0000 00 00 27 84 b8 a7 08 00 27 aa f7 3f 08 00 45 00 ..?...?..E..

0010 00 54 02 ea 00 00 3c 01 9b e2 ac 10 0f 1a c0 a8 ..T...<.....

0020 64 0a 00 00 71 86 00 0e 00 01 0d 4b 5a 68 00 00 d..q...KZh..

0030 00 00 67 e4 00 00 00 00 00 00 10 11 12 13 14 15 ..g.....

0040 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25!"#\$%&'()*+,-./012345

0050 26 27 28 29 2a 2b 2c 2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 67

0060 36 37

フィールド	値
Ethernet ヘッダ	
宛先 MAC	08:00:27:84:b8:a7
送信元 MAC	08:00:27:aa:f7:3f

フィールド	値
EtherType	0x0800
IPv4 ヘッダ	
Version / IHL	0x45
DSCP / ECN	0x00
Total Length	0x0054
Identification	0x02ea
Flags / Frag Offset	0x0000
TTL	0x3c
Protocol	0x01
Header Checksum	0x9be2
送信元 IP	172.16.15.26
宛先 IP	192.168.100.10
ICMP ヘッダ	
Type	0x00
Code	0x00
Checksum	0x7186
Identifier	0x000e
Sequence Number	0x0001

考察

この実験ではexp1-2でIPマスカレードする設定を追加したため、exp1-1のパケットがexp1-2でアドレス変換されているはずである。しかし、そのような変換は見られなかった、これはIPアドレスが変換される前のパケットを見ているからだと考えられる。

また、先ほどと異なっている部分を考えると、TTLが1つ下がっていることがわかる。これは外部のネットワークに出る時にルーター(exp1-2)が1つ値を減らしたからだと考えられる。

今回の実験で理解できたこと、できなかったこと

- インターネット層における、IPプロトコルを使ったIPルーティングについて理解し、どのようにIPパケットを伝送しているかは理解できたと思う。
- Linuxのネットワーク設定の方法については理解できた。
- Wiresharkを用いてパケットキャプチャを行う方法、IPパケット、MACフレームの構造について理解できた。
- NATやNAPT(IPマスカレード)の目的と用途について理解できた。