

情報ネットワーク学演習 2

課題：マルチテーブルを読む

秋下 耀介
情報ネットワーク学専攻
学籍番号；33E16001
E-mail: y-akishita@ist.osaka-u.ac.jp

2016 年 10 月 25 日 (火)

1 課題：マルチテーブルを読む

OpenFlow1.3 版スイッチの動作を説明しよう．

スイッチ動作の各ステップについて，trema dump_flows の出力（マルチプルテーブルの内容）を混じえながら動作を説明すること．実行コマンドでは，以下のようにオプションをつける必要がある．

```
bundle exec trema run lib/learning_switch13.rb --openflow13 -c trema.conf
```

2 解答：マルチテーブルを読む

OpenFlow1.3 においては，フィルタイリング処理や書き換え，転送などの処理がフローテーブルごとに分けられている．起動後にスイッチのテーブルを確認すると，以下のように表示された．

```
ensyuu2@ensyuu2-VirtualBox:~/ensyuu2/work3/learning-switch-yosuke-akishita$ bundle exec
./bin/trema dump_flows lsw
cookie=0x0, duration=76.964s, table=0, n_packets=0, n_bytes=0, priority=2,dl_dst=01:00:00:00
:00:00:ff:00:00:00:00 actions=drop
cookie=0x0, duration=76.925s, table=0, n_packets=0, n_bytes=0, priority=2,dl_dst=33:33:00:00
:00:00:ff:ff:00:00:00:00 actions=drop
cookie=0x0, duration=76.925s, table=0, n_packets=0, n_bytes=0, priority=1 actions=goto_table:1
cookie=0x0, duration=76.925s, table=1, n_packets=0, n_bytes=0, priority=3,dl_dst=ff:ff:ff:ff:ff:ff
actions=FL00D
cookie=0x0, duration=76.925s, table=1, n_packets=0, n_bytes=0, priority=1 actions=
CONTROLLER:65535
```

上記から，table は 0 と 1 の 2 種類用意されており，その中で優先度とパケットの宛先に応じたアクションが定義されていることがわかる．table0 から順におっいていき，その中で優先度の高いものからテーブルを見ていくこととなる．優先度はその数値が高いほど優先順位が高い．

ここで，host1 から host2 にパケットを送信する．

```
ensyuu2@ensyuu2-VirtualBox:~/ensyuu2/work3/learning-switch-yosuke-akishita$ bundle exec
```

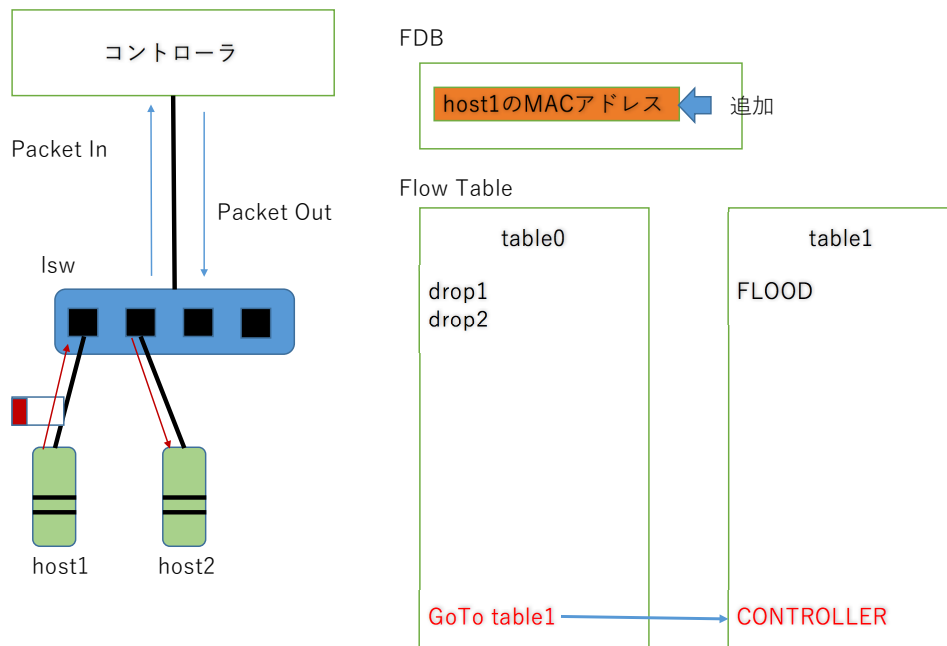


図1 ラーニングスイッチ

```
./bin/trema send_packet --source host1 --dest host2
ensyuu2@ensyuu2-VirtualBox:~/ensyuu2/work3/learning-switch-yosuke-akishita$ bundle exec
./bin/trema show_stats host1
Packets sent:
  192.168.0.1 -> 192.168.0.2 = 1 packet
ensyuu2@ensyuu2-VirtualBox:~/ensyuu2/work3/learning-switch-yosuke-akishita$ bundle exec
./bin/trema show_stats host2
Packets received:
  192.168.0.1 -> 192.168.0.2 = 1 packet
ensyuu2@ensyuu2-VirtualBox:~/ensyuu2/work3/learning-switch-yosuke-akishita$ bundle exec
./bin/trema dump_flows lsw
cookie=0x0, duration=60.029s, table=0, n_packets=0, n_bytes=0, priority=2,dl_dst=01:00:00:00:00:00:00:00:ff:00:00:00:00:00:00 actions=drop
cookie=0x0, duration=59.992s, table=0, n_packets=0, n_bytes=0, priority=2,dl_dst=33:33:00:00:00:00:00:00:ff:ff:00:00:00:00:00 actions=drop
cookie=0x0, duration=59.992s, table=0, n_packets=1, n_bytes=42, priority=1 actions=goto_table:1
cookie=0x0, duration=59.992s, table=1, n_packets=0, n_bytes=0, priority=3,dl_dst=ff:ff:ff:ff:ff:ff:ff:ff:ff:ff:ff:ff:ff:ff:ff actions=FLOOD
cookie=0x0, duration=59.992s, table=1, n_packets=1, n_bytes=42, priority=1 actions=
CONTROLLER:65535
```

上記から、正しくパケットの送受信が行われていることがわかる。このときのテーブルを確認すると、とくにテーブルにエントリが追加された様子がないことがうかがえる。この時の動作として、まず送信したパケットのMACアドレスが 01:00:00:00:00:00/ff:00:00:00:00:00 や 33:33:00:00:00:00/ff:ff:00:00:00:00 ではないため、table0 にてドロップされず、table1 に進む。そして、ff:ff:ff:ff:ff:ff でもないため、フラディングも起きず、一番下で定義されていた、コントローラへのパケット送信が発生する (PacketIn)。動作としては図1のようになる。

さらに host1 から host2 へとパケットを送信した。

```
ensyuu2@ensyuu2-VirtualBox:~/ensyuu2/work3/learning-switch-yosuke-akishita$ bundle exec
```

```

./bin/trema send_packet --source host1 --dest host2
ensyuu2@ensyuu2-VirtualBox:~/ensyuu2/work3/learning-switch-yosuke-akishita$ bundle exec
./bin/trema show_stats host1
Packets sent:
  192.168.0.1 -> 192.168.0.2 = 2 packets
ensyuu2@ensyuu2-VirtualBox:~/ensyuu2/work3/learning-switch-yosuke-akishita$ bundle exec
./bin/trema show_stats host2
Packets received:
  192.168.0.1 -> 192.168.0.2 = 2 packets
ensyuu2@ensyuu2-VirtualBox:~/ensyuu2/work3/learning-switch-yosuke-akishita$ bundle exec
./bin/trema dump_flows lsw
cookie=0x0, duration=268.687s, table=0, n_packets=0, n_bytes=0, priority=2,dl_dst=01:00:00:00:00:00/ff:00:00:00:00:00 actions=drop
cookie=0x0, duration=268.65s, table=0, n_packets=0, n_bytes=0, priority=2,dl_dst=33:33:00:00:00:00/ff:ff:00:00:00:00 actions=drop
cookie=0x0, duration=268.65s, table=0, n_packets=2, n_bytes=84, priority=1 actions=goto_table:1
cookie=0x0, duration=268.65s, table=1, n_packets=0, n_bytes=0, priority=3,dl_dst=ff:ff:ff:ff:ff:ff actions=FL00D
cookie=0x0, duration=268.65s, table=1, n_packets=2, n_bytes=84, priority=1 actions=
CONTROLLER:65535

```

上記から、正しくパケットの送受信が行われていることがわかる。やはり上記で説明したときと同様の動作をするため、テーブルのエントリは追加されていないことがわかる。これは、host2 の MAC アドレスが FDB に登録されていないことが原因である。

次に host2 から host1 へのパケット送信を行った。

```

ensyuu2@ensyuu2-VirtualBox:~/ensyuu2/work3/learning-switch-yosuke-akishita$ bundle exec
./bin/trema send_packet --source host2 --dest host1
ensyuu2@ensyuu2-VirtualBox:~/ensyuu2/work3/learning-switch-yosuke-akishita$ bundle exec
./bin/trema show_stats host1
Packets sent:
  192.168.0.1 -> 192.168.0.2 = 2 packets
Packets received:
  192.168.0.2 -> 192.168.0.1 = 1 packet
ensyuu2@ensyuu2-VirtualBox:~/ensyuu2/work3/learning-switch-yosuke-akishita$ bundle exec
./bin/trema show_stats host2
Packets sent:
  192.168.0.2 -> 192.168.0.1 = 1 packet
Packets received:
  192.168.0.1 -> 192.168.0.2 = 2 packets
ensyuu2@ensyuu2-VirtualBox:~/ensyuu2/work3/learning-switch-yosuke-akishita$ bundle exec
./bin/trema dump_flows lsw
cookie=0x0, duration=425.059s, table=0, n_packets=0, n_bytes=0, priority=2,dl_dst=01:00:00:00:00:00/ff:00:00:00:00:00 actions=drop
cookie=0x0, duration=425.022s, table=0, n_packets=0, n_bytes=0, priority=2,dl_dst=33:33:00:00:00:00/ff:ff:00:00:00:00 actions=drop
cookie=0x0, duration=425.022s, table=0, n_packets=3, n_bytes=126, priority=1 actions=goto_table:1
cookie=0x0, duration=425.022s, table=1, n_packets=0, n_bytes=0, priority=3,dl_dst=ff:ff:ff:ff:ff:ff actions=FL00D
cookie=0x0, duration=13.26s, table=1, n_packets=0, n_bytes=0, idle_timeout=180,
priority=2,in_port=2,dl_src=85:5d:19:89:8f:64,dl_dst=61:b8:a9:10:e8:13 actions=output:1

```

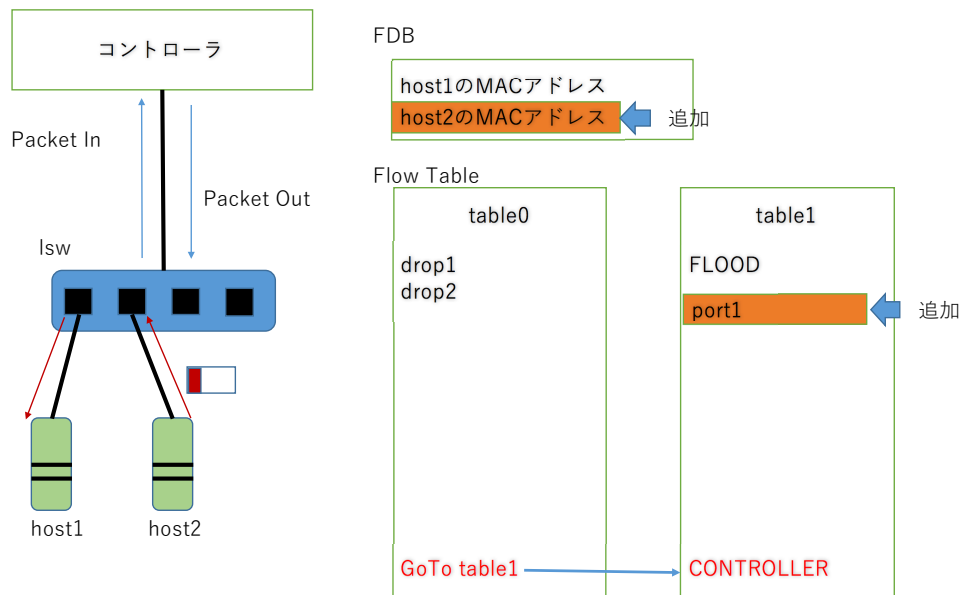


図 2 ラーニングスイッチ

```
cookie=0x0, duration=425.022s, table=1, n_packets=3, n_bytes=126, priority=1 actions=
CONTROLLER:65535
```

上記から，正しくパケットの送受信が行われていることがわかる．テーブルを確認すると，table1 に以下のエントリが追加されていることが読み取れる．

```
cookie=0x0, duration=13.26s, table=1, n_packets=0, n_bytes=0, idle_timeout=180,
priority=2,in_port=2,dl_src=85:5d:19:89:8f:64,dl_dst=61:b8:a9:10:e8:13 actions=output:1
```

内容としては，ポート 2 から入ってきた送信元 MAC アドレス 85:5d:19:89:8f:64 のパケットにおいて，宛先 MAC アドレスが 61:b8:a9:10:e8:13 であれば，ポート 1 にパケットを送る，となっている．これは，先ほど host1 から host2 にパケットを送信した際に，FDB に host1 の MAC アドレスが登録されていたため，このようにエントリが追加された．動作としては図 2 のようになる．

ここでさらに host1 から host2 へとパケットを送ると以下のようにテーブルが更新された．

```
ensyuu2@ensyuu2-VirtualBox:~/ensyuu2/work3/learning-switch-yosuke-akishita$ bundle exec
./bin/trema send_packet --source host1 --dest host2
```

```
ensyuu2@ensyuu2-VirtualBox:~/ensyuu2/work3/learning-switch-yosuke-akishita$ bundle exec
./bin/trema show_stats host1
```

Packets sent:

```
192.168.0.1 -> 192.168.0.2 = 3 packets
```

Packets received:

```
192.168.0.2 -> 192.168.0.1 = 1 packet
```

```
ensyuu2@ensyuu2-VirtualBox:~/ensyuu2/work3/learning-switch-yosuke-akishita$ bundle exec
./bin/trema show_stats host2
```

Packets sent:

```
192.168.0.2 -> 192.168.0.1 = 1 packet
```

Packets received:

```
192.168.0.1 -> 192.168.0.2 = 3 packets
```

```
ensyuu2@ensyuu2-VirtualBox:~/ensyuu2/work3/learning-switch-yosuke-akishita$ bundle exec
./bin/trema dump_flows lsw
```

```
cookie=0x0, duration=64.542s, table=0, n_packets=0, n_bytes=0, priority=2,d1_dst=01:00:00:00
```

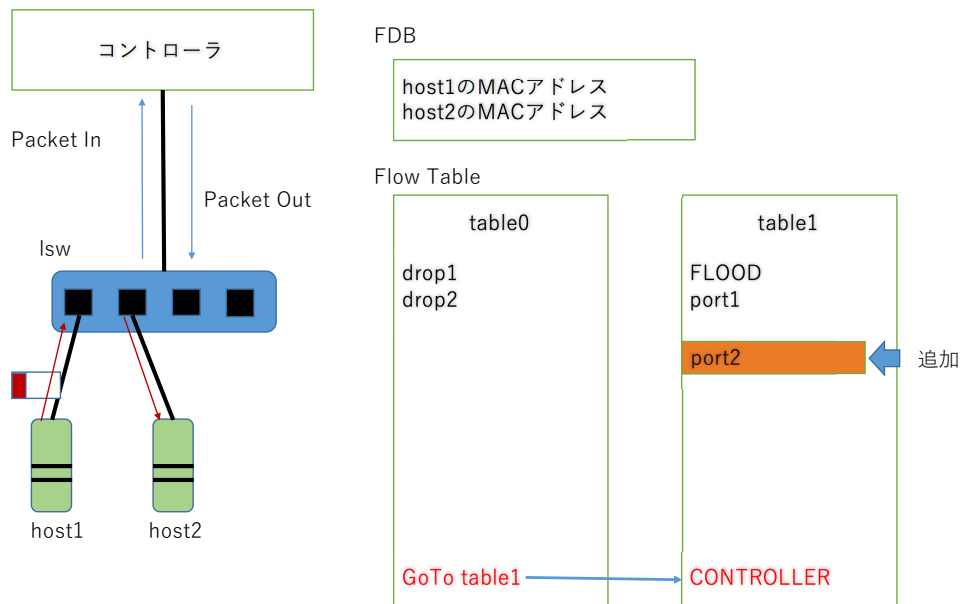


図3 ラーニングスイッチ

```
:00:00/ff:00:00:00:00:00 actions=drop
cookie=0x0, duration=64.504s, table=0, n_packets=0, n_bytes=0, priority=2,dl_dst=33:33:00:00
:00:00/ff:ff:00:00:00:00 actions=drop
cookie=0x0, duration=64.504s, table=0, n_packets=4, n_bytes=168, priority=1 actions=goto_table:1
cookie=0x0, duration=64.504s, table=1, n_packets=0, n_bytes=0, priority=3,dl_dst=ff:ff:ff:ff:ff:ff
actions=FLOOD
cookie=0x0, duration=10.356s, table=1, n_packets=0, n_bytes=0, idle_timeout=180,
priority=2,in_port=2,dl_src=85:5d:19:89:8f:64,dl_dst=61:b8:a9:10:e8:13 actions=output:1
cookie=0x0, duration=4.145s, table=1, n_packets=0, n_bytes=0, idle_timeout=180,
priority=2,in_port=1,dl_src=61:b8:a9:10:e8:13,dl_dst=85:5d:19:89:8f:64 actions=output:2
cookie=0x0, duration=64.504s, table=1, n_packets=4, n_bytes=168, priority=1 actions=
CONTROLLER:65535
```

上記から、正しくパケットの送受信が行われていることがわかる。テーブルを確認すると、table1 に以下のエントリが追加されていることが読み取れる。

```
cookie=0x0, duration=4.145s, table=1, n_packets=0, n_bytes=0, idle_timeout=180,
priority=2,in_port=1,dl_src=61:b8:a9:10:e8:13,dl_dst=85:5d:19:89:8f:64 actions=output:2
```

内容としては、ポート1から入ってきた送信元 MAC アドレス 61:b8:a9:10:e8:13 のパケットにおいて、宛先 MAC アドレスが 85:5d:19:89:8f:64 であれば、ポート2にパケットを送る、となっている。これは、host2 から host1 にパケットを送信した際に、FDB に host2 の MAC アドレスが登録されていたため、同様にしてこのようにエントリが追加された。動作としては図3のようになる。

フローテーブルに host1 から host2 へのパケット送信に関するエントリが入っている状態で、パケットを送信した場合の動作を確認した。

```
ensyuu2@ensyuu2-VirtualBox:~/ensyuu2/work3/learning-switch-yosuke-akishita$ bundle exec
./bin/trema dump_flows lsw
cookie=0x0, duration=38.7s, table=0, n_packets=0, n_bytes=0, priority=2,dl_dst=01:00:00:00
:00:00/ff:00:00:00:00:00 actions=drop
cookie=0x0, duration=38.663s, table=0, n_packets=0, n_bytes=0, priority=2,dl_dst=33:33:00
```

```

:00:00:00/ff:ff:00:00:00:00 actions=drop
cookie=0x0, duration=38.663s, table=0, n_packets=4, n_bytes=168, priority=1 actions=
goto_table:1
cookie=0x0, duration=38.663s, table=1, n_packets=0, n_bytes=0, priority=3,dl_dst=ff:ff:ff:ff:ff:ff
actions=FL00D
cookie=0x0, duration=6.435s, table=1, n_packets=0, n_bytes=0, idle_timeout=180, priority=2
,in_port=1,dl_src=df:48:99:13:b3:ae,dl_dst=16:63:77:52:b0:72 actions=output:2
cookie=0x0, duration=12.398s, table=1, n_packets=0, n_bytes=0, idle_timeout=180,
priority=2,in_port=2,dl_src=16:63:77:52:b0:72,dl_dst=df:48:99:13:b3:ae actions=output:1
cookie=0x0, duration=38.663s, table=1, n_packets=4, n_bytes=168, priority=1 actions=
CONTROLLER:65535
ensyuu2@ensyuu2-VirtualBox:~/ensyuu2/work3/learning-switch-yosuke-akishita$ bundle exec
./bin/trema send_packet --source host1 --dest host2
ensyuu2@ensyuu2-VirtualBox:~/ensyuu2/work3/learning-switch-yosuke-akishita$ bundle exec
./bin/trema dump_flows lsw
cookie=0x0, duration=50.746s, table=0, n_packets=0, n_bytes=0, priority=2,dl_dst=01:00:00:
00:00:00/ff:00:00:00:00:00 actions=drop
cookie=0x0, duration=50.709s, table=0, n_packets=0, n_bytes=0, priority=2,dl_dst=33:33:00:
00:00:00/ff:ff:00:00:00:00 actions=drop
cookie=0x0, duration=50.709s, table=0, n_packets=5, n_bytes=210, priority=1 actions=
goto_table:1
cookie=0x0, duration=50.709s, table=1, n_packets=0, n_bytes=0, priority=3,dl_dst=ff:ff:ff:ff:ff:ff
actions=FL00D
cookie=0x0, duration=18.481s, table=1, n_packets=1, n_bytes=42, idle_timeout=180,
priority=2,in_port=1,dl_src=df:48:99:13:b3:ae,dl_dst=16:63:77:52:b0:72 actions=output:2
cookie=0x0, duration=24.444s, table=1, n_packets=0, n_bytes=0, idle_timeout=180,
priority=2,in_port=2,dl_src=16:63:77:52:b0:72,dl_dst=df:48:99:13:b3:ae actions=output:1
cookie=0x0, duration=50.709s, table=1, n_packets=4, n_bytes=168, priority=1 actions=
CONTROLLER:65535

```

上記からわかるように、送信後のテーブルで、

```

cookie=0x0, duration=18.481s, table=1, n_packets=1, n_bytes=42, idle_timeout=180,
priority=2,in_port=1,dl_src=df:48:99:13:b3:ae,dl_dst=16:63:77:52:b0:72 actions=output:2

```

のようになっていることから、host1 から host2 へのパケット送信では PacketIn を発生させずにポート 2 へとパケットを送り出していることが読み取れる。動作としては図 4 のようになる。

参考文献

- [1] 情報ネットワーク学演習 2 事前準備 <https://github.com/handai-trema/syllabus#事前準備>
- [2] Trema で OpenFlow プログラミング http://yasuhito.github.io/trema-book/#learning_switch13

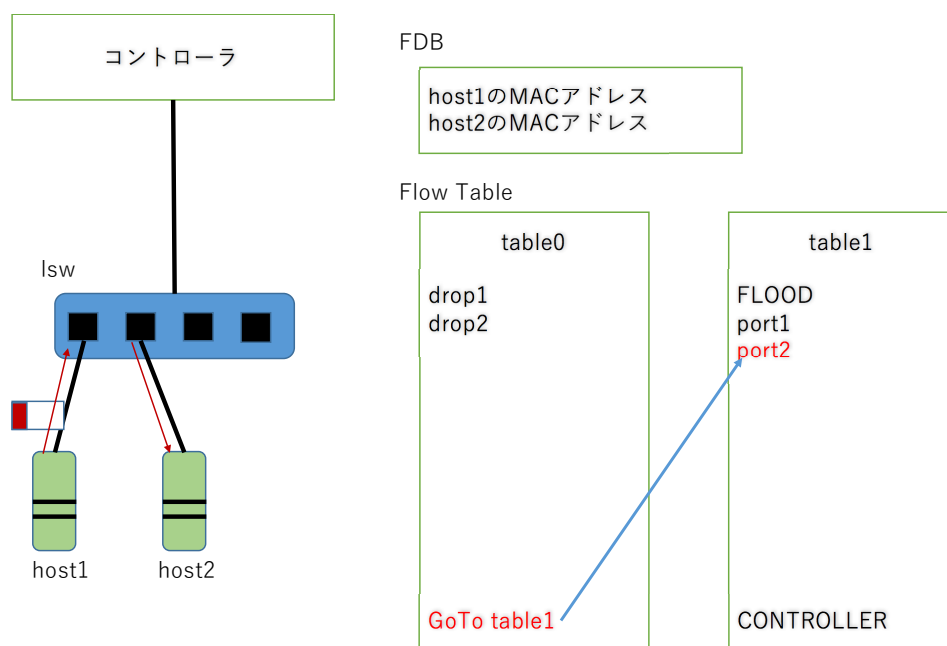


図 4 ラーニングスイッチ