

# 交换机转发实验报告

张磊 2017K8009922027

## 一、实验题目

交换机转发实验实验

## 二、实验内容

1. 实现对数据结构 `mac_port_map` 的所有操作，以及数据包的转发和广播操作；

```
iface_info_t *lookup_port(u8 mac[ETH_ALEN]);  
void insert_mac_port(u8 mac[ETH_ALEN], iface_info_t *iface);  
int sweep_aged_mac_port_entry();  
void broadcast_packet(iface_info_t*, const char*, int);  
void handle_packet(iface_info_t*, char*, int);
```

2. 使用 `iperf` 和给定的拓扑进行试验，对比交换机转发和集线器广播的性能；
3. 思考题；

## 三、实验流程

1. 直接拷贝 04 实验中的代码完成 `broadcast_packet` 函数的编写；
2. 完成 `lookup_port` 函数的编写；
3. 完成 `insert_mac_port` 函数的编写；
4. 完成 `handle_packet` 函数的编写；
5. 完成 `sweep_aged_mac_port_entry` 函数的编写；
6. 修改 `main` 函数，利用 `pthread` 库函数创建两个线程分别执行数据包转发和转发表老化的操作；
7. 使用 `iperf` 和给定拓扑进行带宽测试；

## 四、 实验结果

1. h1 : client; h2,h3 : server:

"Node: h1"

```
root@zhanglei-VirtualBox:~/Workspace/share/05-switching/05-switching# iperf -c 10.0.0.2 -t 30
Client connecting to 10.0.0.2, TCP port 5001
TCP window size: 85.3 KByte (default)

[ 12] local 10.0.0.1 port 45274 connected with 10.0.0.2 port 5001
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth
[ 13] 0.0-30.2 sec  83.0 MBytes  9.16 Mbits/sec
root@zhanglei-VirtualBox:~/Workspace/share/05-switching/05-switching#
```

"Node: s1"

```
>>>>> The 63067 times handle packet
REMG: the src mac address is d2c1c3e:f6:86:e0,
REMG: the dst mac address is 824e153:43:eb:dd,
>>>>> Find port

>>>>> The 63068 times handle packet
REMG: the src mac address is d2c1c3e:f6:86:e0,
REMG: the dst mac address is 824e153:43:eb:dd,
>>>>> Find port

>>>>> The 63069 times handle packet
REMG: the src mac address is d2c1c3e:f6:86:e0,
REMG: the dst mac address is 824e153:43:eb:dd,
>>>>> Find port

>>>>> The 63090 times handle packet
REMG: the src mac address is 824e153:43:eb:dd,
REMG: the dst mac address is d2c1c3e:f6:86:e0,
>>>>> Find port

REMG: 1 aged entries in mac_port table are removed.
REMG: 2 aged entries in mac_port table are removed.
```

"Node: h1"

```
root@zhanglei-VirtualBox:~/Workspace/share/05-switching/05-switching# iperf -c 10.0.0.3 -t 30
Client connecting to 10.0.0.3, TCP port 5001
TCP window size: 85.3 KByte (default)

[ 12] local 10.0.0.1 port 53110 connected with 10.0.0.3 port 5001
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth
[ 13] 0.0-30.2 sec  25.0 MBytes  6.95 Mbits/sec
root@zhanglei-VirtualBox:~/Workspace/share/05-switching/05-switching#
```

"Node: h2"

```
root@zhanglei-VirtualBox:~/Workspace/share/05-switching/05-switching# iperf -s
Server listening on TCP port 5001
TCP window size: 85.3 KByte (default)

[ 14] local 10.0.0.2 port 5001 connected with 10.0.0.1 port 45274
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth
[ 14] 0.0-30.4 sec  33.0 MBytes  9.12 Mbits/sec
```

"Node: h3"

```
root@zhanglei-VirtualBox:~/Workspace/share/05-switching/05-switching# iperf -s
Server listening on TCP port 5001
TCP window size: 85.3 KByte (default)

[ 14] local 10.0.0.3 port 5001 connected with 10.0.0.1 port 53110
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth
[ 14] 0.0-30.3 sec  25.0 MBytes  6.93 Mbits/sec
```

交换机转发

"Node: h1"

```
root@zhanglei-VirtualBox:~/Workspace/share/04-broadcast/04-broadcast/1.0# iperf -c 10.0.0.2 -t 30
Client connecting to 10.0.0.2, TCP port 5001
TCP window size: 85.3 KByte (default)

[ 12] local 10.0.0.1 port 45282 connected with 10.0.0.2 port 5001
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth
[ 13] 0.0-30.2 sec  13.6 MBytes  5.46 Mbits/sec
root@zhanglei-VirtualBox:~/Workspace/share/04-broadcast/04-broadcast/1.0#
```

"Node: b1"

```
root@zhanglei-VirtualBox:~/Workspace/share/04-broadcast/04-broadcast/1.0# ./hub
REMG: Find the following interfaces: bl-eth0 bl-eth1 bl-eth2,
```

"Node: h1"

```
root@zhanglei-VirtualBox:~/Workspace/share/04-broadcast/04-broadcast/1.0# iperf -c 10.0.0.3 -t 30
Client connecting to 10.0.0.3, TCP port 5001
TCP window size: 85.3 KByte (default)

[ 12] local 10.0.0.1 port 53118 connected with 10.0.0.3 port 5001
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth
[ 13] 0.0-30.1 sec  15.6 MBytes  4.36 Mbits/sec
root@zhanglei-VirtualBox:~/Workspace/share/04-broadcast/04-broadcast/1.0#
```

"Node: h2"

```
root@zhanglei-VirtualBox:~/Workspace/share/04-broadcast/04-broadcast/1.0# iperf -s
Server listening on TCP port 5001
TCP window size: 85.3 KByte (default)

[ 14] local 10.0.0.2 port 5001 connected with 10.0.0.1 port 45282
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth
[ 14] 0.0-30.5 sec  13.6 MBytes  5.40 Mbits/sec
```

"Node: h3"

```
root@zhanglei-VirtualBox:~/Workspace/share/04-broadcast/04-broadcast/1.0# iperf -s
Server listening on TCP port 5001
TCP window size: 85.3 KByte (default)

[ 14] local 10.0.0.3 port 5001 connected with 10.0.0.1 port 53118
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth
[ 14] 0.0-30.2 sec  15.6 MBytes  4.35 Mbits/sec
```

集线器广播

2. h1 : server; h2,h3 : client:

```

"Node: h1"
root@zhanglei-VirtualBox:~/Workspace/share/05-switching/05-switching# iperf -s
Server listening on TCP port 5001
TCP window size: 85.3 KByte (default)
-----
[ 14] local 10.0.0.1 port 5001 connected with 10.0.0.2 port 43690
[ 15] local 10.0.0.1 port 5001 connected with 10.0.0.3 port 56986
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth
[ 14] 0.0-30.9 sec  30.9 MBytes  8.37 Mbits/sec
[ 15] 0.0-30.6 sec  30.6 MBytes  8.40 Mbits/sec
[ ]

"Node: s1"
>>>>> The 69140 times handle packet
DEBUG: the src mac address is d2:cl:9e:f6:86:e0.
DEBUG: the dst mac address is 82:4e:53:43:eb:dd.
>>>>> Find port

>>>>> The 69141 times handle packet
DEBUG: the src mac address is 82:4e:53:43:eb:dd.
DEBUG: the dst mac address is d2:cl:9e:f6:86:e0.
>>>>> Find port

>>>>> The 69142 times handle packet
DEBUG: the src mac address is 82:4e:53:43:eb:dd.
DEBUG: the dst mac address is d2:cl:9e:f6:86:e0.
>>>>> Find port

>>>>> The 69143 times handle packet
DEBUG: the src mac address is d2:cl:9e:f6:86:e0.
DEBUG: the dst mac address is 82:4e:53:43:eb:dd.
>>>>> Find port

DEBUG: 1 aged entries in mac_port table are removed.
DEBUG: 2 aged entries in mac_port table are removed.

"Node: h2"
root@zhanglei-VirtualBox:~/Workspace/share/05-switching/05-switching# iperf -c
10.0.0.1 -t 30
Client connecting to 10.0.0.1, TCP port 5001
TCP window size: 85.3 KByte (default)
-----
[ 13] local 10.0.0.2 port 43690 connected with 10.0.0.1 port 5001
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth
[ 13] 0.0-30.4 sec  30.9 MBytes  8.51 Mbits/sec
root@zhanglei-VirtualBox:~/Workspace/share/05-switching/05-switching#

"Node: h3"
root@zhanglei-VirtualBox:~/Workspace/share/05-switching/05-switching# iperf -c
10.0.0.1 -t 30
Client connecting to 10.0.0.1, TCP port 5001
TCP window size: 85.3 KByte (default)
-----
[ 13] local 10.0.0.3 port 56986 connected with 10.0.0.1 port 5001
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth
[ 13] 0.0-30.1 sec  30.6 MBytes  8.54 Mbits/sec
root@zhanglei-VirtualBox:~/Workspace/share/05-switching/05-switching#

```

交换机转发

```

"Node: h1"
root@zhanglei-VirtualBox:~/Workspace/share/04-broadcast/04-broadcast/1.0# iperf
-s
Server listening on TCP port 5001
TCP window size: 85.3 KByte (default)
-----
[ 14] local 10.0.0.1 port 5001 connected with 10.0.0.2 port 43698
[ 15] local 10.0.0.1 port 5001 connected with 10.0.0.3 port 56994
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth
[ 14] 0.0-31.2 sec  32.5 MBytes  8.74 Mbits/sec
[ 15] 0.0-31.2 sec  33.9 MBytes  9.10 Mbits/sec
[ ]

"Node: b1"
root@zhanglei-VirtualBox:~/Workspace/share/04-broadcast/04-broadcast/1.0# ./hub
DEBUG: find the following interfaces: b1-eth0 b1-eth1 b1-eth2.

"Node: h2"
root@zhanglei-VirtualBox:~/Workspace/share/04-broadcast/04-broadcast/1.0# iperf
-c 10.0.0.1 -t 30
Client connecting to 10.0.0.1, TCP port 5001
TCP window size: 85.3 KByte (default)
-----
[ 13] local 10.0.0.2 port 43698 connected with 10.0.0.1 port 5001
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth
[ 13] 0.0-30.3 sec  32.5 MBytes  8.99 Mbits/sec
root@zhanglei-VirtualBox:~/Workspace/share/04-broadcast/04-broadcast/1.0#

"Node: h3"
root@zhanglei-VirtualBox:~/Workspace/share/04-broadcast/04-broadcast/1.0# iperf
-c 10.0.0.1 -t 30
Client connecting to 10.0.0.1, TCP port 5001
TCP window size: 85.3 KByte (default)
-----
[ 13] local 10.0.0.3 port 56994 connected with 10.0.0.1 port 5001
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth
[ 13] 0.0-30.3 sec  33.9 MBytes  9.38 Mbits/sec
root@zhanglei-VirtualBox:~/Workspace/share/04-broadcast/04-broadcast/1.0#

```

集线器广播

## 五、 实验分析

1. 从实验结果中我们发现，当 h1 做 client 的时候，交换机转发的带宽相比于集线器广播有明显的提升；而当 h1 做 server 的时候，交换机转发的带宽与集线器广播相比变化不大；
2. 前者的原因在于，h1 做 client 时，同时向 h2, h3 请求数据，h2 和 h3 通过交换机 s1 定向的将数据包发送给 h1 对应的端口，而对于集线器 b1，则会将来自 h2, h3 的数据通过广播的形式发送出去，也就是说，虽然 h2 到 h1 的数据包能够发送到 h1 但是多了一步将数据包发送到 h3 的操作，降低了有效带宽，因此交换机转发的效率有明显的提升；
3. 后者的原因在于，h1 做 server 时，同时向 h2, h3 发送数据，虽然交换机 s1 发送的时候依然是定向发送，但是由于 h2, h3 都要数据，所以定向转发的效果与集线器广播的效果相同，因此测试带宽无明显变化；

## 六、 思考题

1. 我们知道，网络中存在广播包，其目的 MAC 地址设置为全 0xFF，例如 ARP 请求数据包。这种广播包对交换机的行为逻辑有什么影响？

广播包与普通包的区别在于目的 mac 地址为全 0xFF，由于我们在进行转发表的时候，是根据源 mac 地址进行填充的，而不会有源目的地址为全 0xFF 的 mac 地址，所以，转发表中不存在目的 mac 地址为全 0xFF 的表项。

此外并没有特别的影响，在遇到目的 mac 地址为全 0xFF 的数据包时，交换机一定会采用广播的方式将数据包广播出去。
2. 理论上，足够多个交换机可以连接起全世界的所有终端。请问，使用这种方式连接亿万台主机是否技术可行？并说明理由。

我认为不可行。

如果使用的交换机数量较少，则会导致每台交换机的转发表非常巨大，这样每次转发进行查询以及老化操作所需要的时间就太长，大大降低了网络链路的效率。

如果使用较多数量的交换机，虽然可以显著降低交换机的转发表的大小，提高查询的效率，但是由于网络中的交换机数量过多，将数据从一个终端发送到另一个终端所需要的时间又过于漫长，这也会影响网络链路的效率。

所以我认为采用这种方式连接亿万台主机不可行，但是我仍然愿意尝试，采用实验去验证。

## 七、 反思总结

1. 本次实验加深了我对交换机的理解，通过自己编写代码，我更加深入的理解的交换机的工作原理，使用交换机时需要注意的事项以及交换机与集线器的区别；
2. 同时在思考题中，对于广播数据包和普通数据包对交换机的影响这个问题也让我对广播和定向转发这两个行为有了更加清楚的认识；

## 八、 参考文献

i

ii

---

<sup>i</sup> 中国科学院大学 2020 春计算机网络研讨课 05-交换机转发实验课件

<sup>ii</sup> 中国科学院大学 2020 春计算机网络研讨课 05-交换机转发实验附件代码