广播网络实验

热伊莱·图尔贡　2018K8009929030

一、　实验内容

1. 实现节点广播的 broadcast_packet 函数

2. 验证广播网络能够正常运行

   从一个端节点 ping 另一个端节点

3. 验证广播网络的效率

   在 three_nodes_bw.py 进行 iperf 测量

   两种场景：

   H1: iperf client; H2, H3: servers （h1 同时向 h2 和 h3 测量）

   H1: iperf server; H2, H3: clients （ h2 和 h3 同时向 h1 测量）

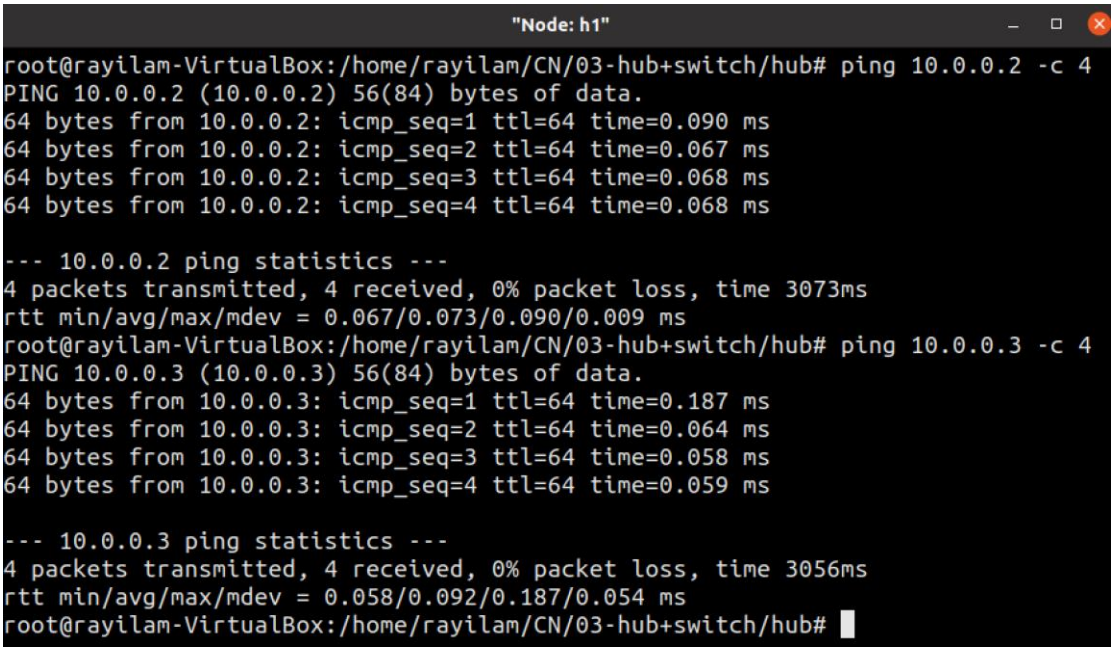
4. 自己动手构建环形拓扑，验证该拓扑下节点广播会产生数据包环路

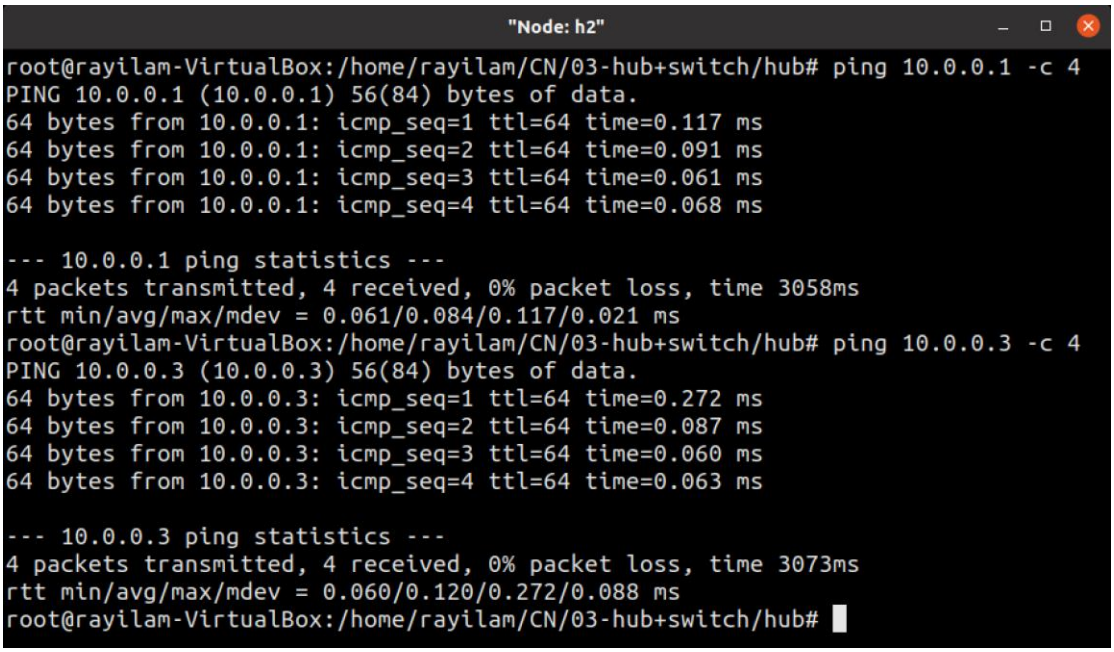
二、　实验结果

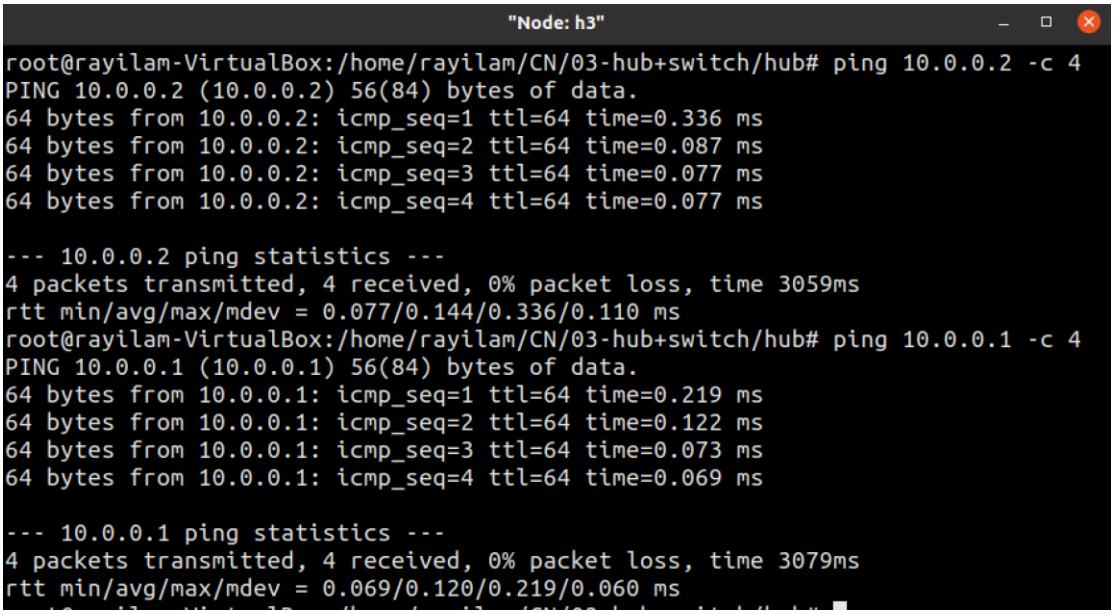
1. 实现 broadcast_packet 函数：

```
void broadcast_packet(iface_info_t *iface, const char *packet, int
{
        // TODO: broadcast packet
        // fprintf(stdout, "TODO: broadcast packet.\n");
        //非接受节点若收到数据包，需要将数据包从其他端口转发出去
        iface_info_t *iface_entry = NULL;
        list_for_each_entry(iface_entry, &instance->iface_list, list)
        {
                if (iface_entry->fd != iface->fd)
                {
                        iface_send_packet(iface_entry, packet, len);
                }
        }
}
```

2. 利用 three_nodes_bw.py 拓扑文件打开 Mininet，从一个端节点 ping 另一个端节点，验证广播网络能够正常运行。

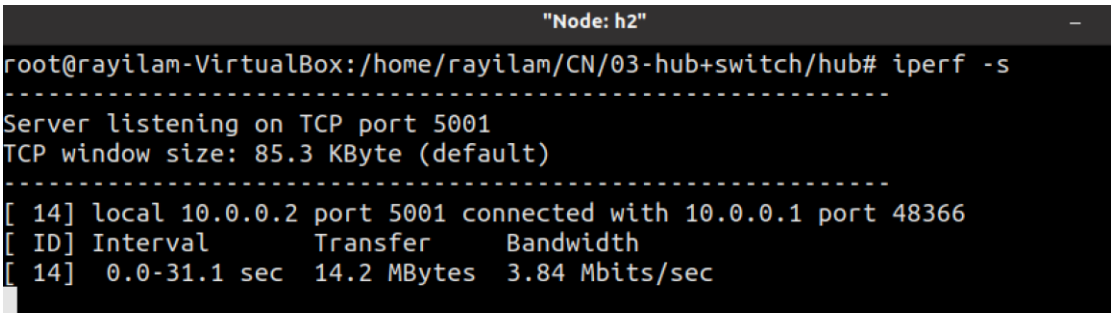


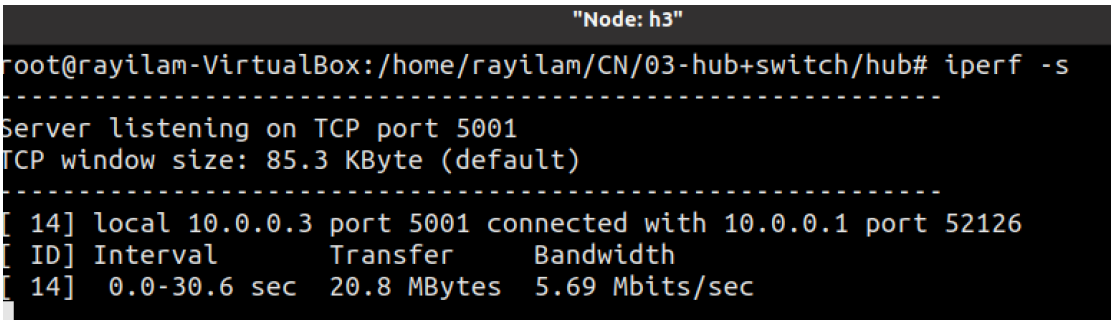


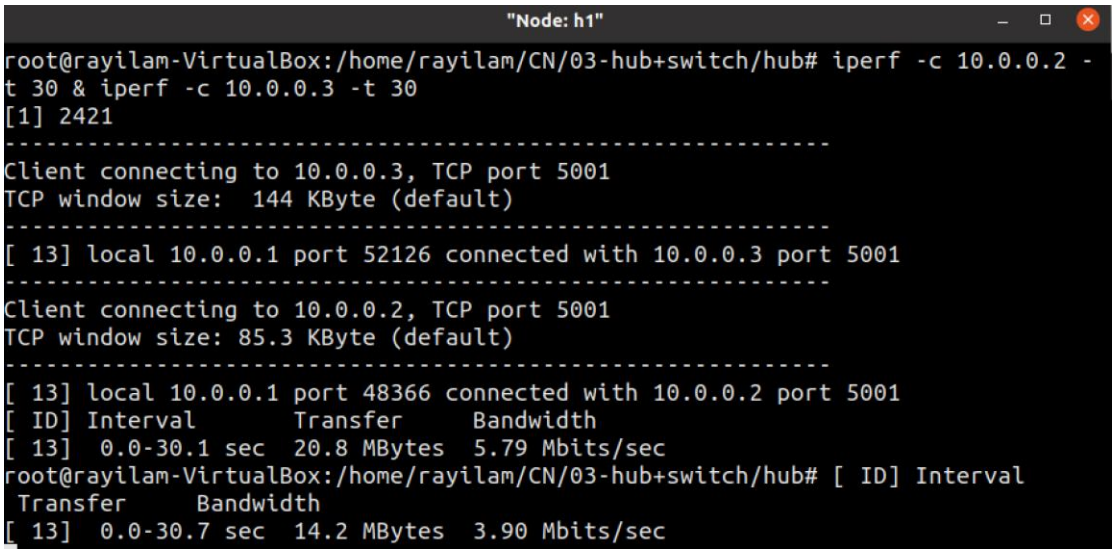


3. 利用 three_nodes_bw.py 拓扑文件打开 Mininet，进行 iperf 测量，验证广播网络的效率。

H1: iperf client; H2, H3: servers



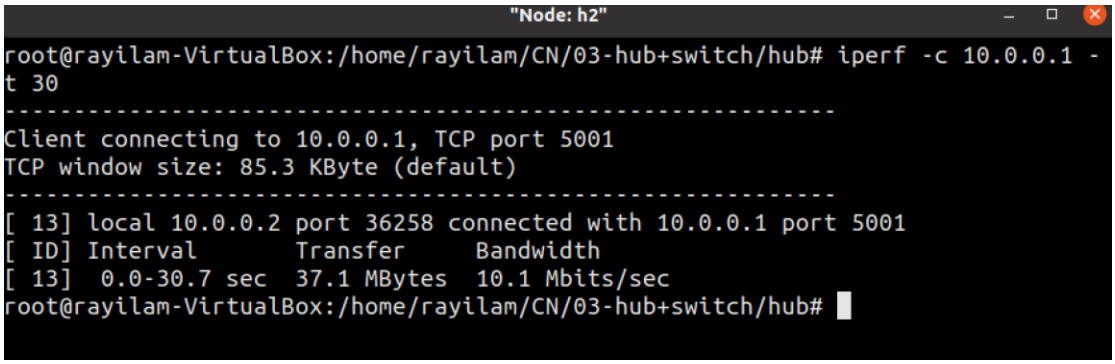


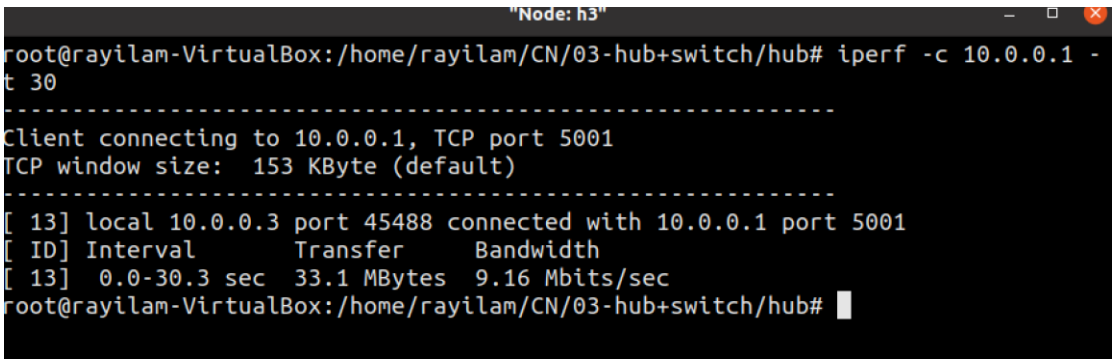


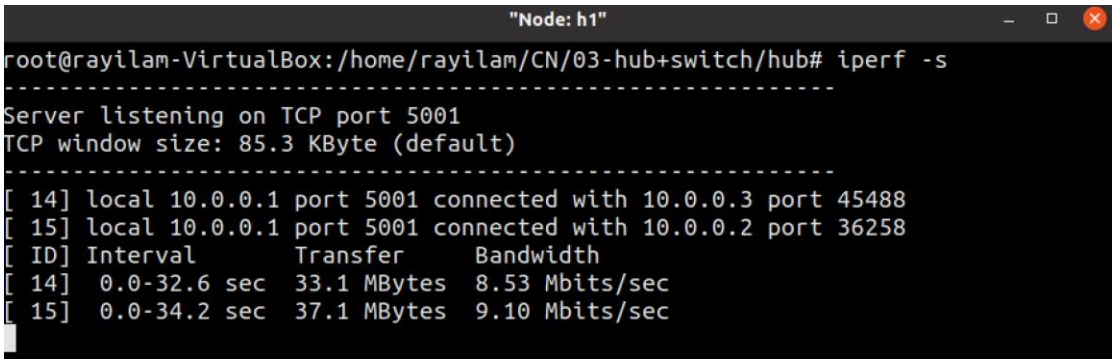
h1 节点同时向 h2 节点和 h3 节点测量，可以看出 h1 节点向 h2 节点和 h3 节点的发送带宽分别为 5.79Mbps 和 3.90Mbps。h2 节点和 h3 节点的接收带宽分别为 3.84Mbps 和 5.69Mbps。

而在拓扑文件中，h1 -> b1 的带宽为 20Mbps，b1 -> h2 的带宽为 10Mbps,b1 -> h3 的带宽为 10Mbps。因此带宽的利用率为 48.45%。

H1: iperf server; H2, H3: clients







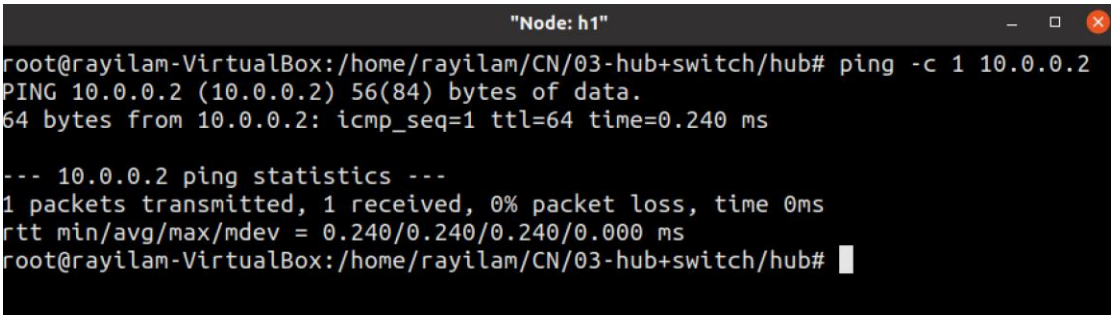
h2 节点和 h3 节点同时向 h1 节点测量，可以看出 h1 节点接收 h2 节点和 h3 节点的接收带宽分别为 9.10Mbps 和 8.53Mbps。h2 节点和 h3 节点的发送带宽分别为 10.10Mbps 和 9.16Mbps。

而在拓扑文件中，h1 -> b1 的带宽为 20Mbps，b1 -> h2 的带宽为 10Mbps,b1 -> h3 的带宽为 10Mbps。因此带宽的利用率为 88.15%。

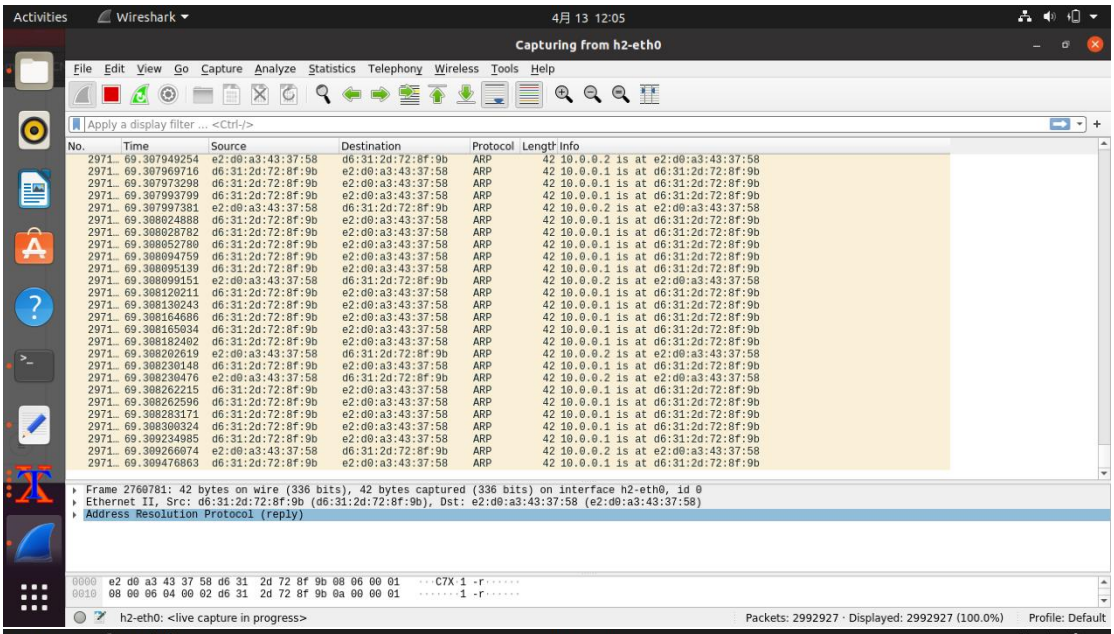
4. 构建环形拓扑网络

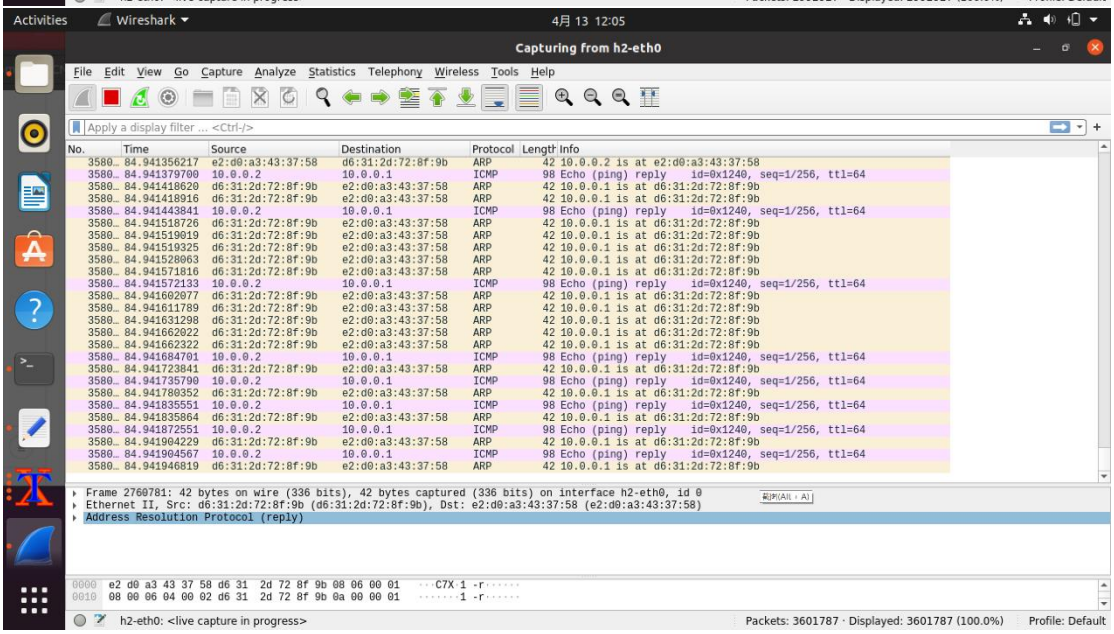
```
39 class BroadcastTopo(Topo):
40     def build(self):
41         h1 = self.addHost('h1')
42         h2 = self.addHost('h2')
43         b1 = self.addHost('b1')
44         b2 = self.addHost('b2')
45         b3 = self.addHost('b3')
46 
47         self.addLink(h1, b1, bw=20)
48         self.addLink(h2, b2, bw=20)
49         self.addLink(b1, b2, bw=20)
50         self.addLink(b1, b3, bw=20)
51         self.addLink(b2, b3, bw=20)
52 
53 if __name__ == '__main__':
54     check_scripts()
55 
56     topo = BroadcastTopo()
57     net = Mininet(topo = topo, link = TCLink, controller = None)
58 
59     h1, h2, b1, b2, b3 = net.get('h1', 'h2', 'b1', 'b2', 'b3')
60     h1.cmd('ifconfig h1-eth0 10.0.0.1/8')
61     h2.cmd('ifconfig h2-eth0 10.0.0.2/8')
62 
63     clearIP(b1)
64 
65     for h in [ h1, h2, b1, b2, b3 ]:
66         h.cmd('./scripts/disable_offloading.sh')
67         h.cmd('./scripts/disable_ipv6.sh')
```

h1# ping -c 1 10.0.0.2 指令



h2 利用 wireshark 抓包结果：





由上图可知，数据包在该环形拓扑中被不断广播。

交换机转发实验

热伊莱·图尔贡　2018K8009929030

一、 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 *iface, const char *packet, int len);
void handle_packet(iface_info_t *iface, char *packet, int len);
```

2.使用 iperf 和给定的拓扑进行实验，对比交换机转发与集线器广播的性能

二、 设计思路

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]);
```

该函数的作用是：在转发表中查找对应 mac 地址和 iface 映射的表项。若找到对应的表项，则返回查询 mac 地址对应的 iface。

```c
iface_info_t *lookup_port(u8 mac[ETH_ALEN])
{
    // TODO: implement the lookup process here
    /* fprintf(stdout, "TODO: implement the lookup process here.\n");*/
    u8 mac_hash = hash8((void *)mac, ETH_ALEN);
    mac_port_entry_t *entry = NULL;

    pthread_mutex_lock(&mac_port_map.lock);
    list_for_each_entry(entry, &mac_port_map.hash_table[mac_hash], list)
    {
        if (memcmp(entry->mac, mac, ETH_ALEN) == 0)
        {
            pthread_mutex_unlock(&mac_port_map.lock);
            return entry->iface;
        }
    }
    pthread_mutex_unlock(&mac_port_map.lock);

    return NULL;
}
```

void insert_mac_port(u8 mac[ETH_ALEN], iface_info_t *iface);

该函数的作用是当转发表中没有源 mac 地址和对应 iface 的映射表项时，将源 mac 地址与该 iface 插入到转发表当中。

```c
void insert_mac_port(u8 mac[ETH_ALEN], iface_info_t *iface)
{
    // TODO: implement the insertion process here
    /* fprintf(stdout, "TODO: implement the insertion process here.\n");
    mac_port_entry_t *entry = NULL;
    u8 mac_hash = hash8((void *)mac, ETH_ALEN);
    time_t now = time(NULL);

    pthread_mutex_lock(&mac_port_map.lock);
    list_for_each_entry(entry, &mac_port_map.hash_table[mac_hash], list)
    {
        if (memcmp(entry->mac, mac, ETH_ALEN) == 0)
        {
            entry->iface = iface;
            entry->visited = now;

            pthread_mutex_unlock(&mac_port_map.lock);
            return;
        }
    }

    entry = malloc(sizeof(mac_port_entry_t));
    memcpy(entry->mac, mac, ETH_ALEN);
    entry->iface = iface;
    entry->visited = now;
    list_add_tail(&entry->list, &mac_port_map.hash_table[mac_hash]);
    pthread_mutex_unlock(&mac_port_map.lock);
}
```

int sweep_aged_mac_port_entry();

该函数的作用是当转发表中的表项超过 30s 没有被查询，则删除冗旧的表项。

```c
int sweep_aged_mac_port_entry()
{
    // TODO: implement the sweeping process here
    // fprintf(stdout, "TODO: implement the sweeping process here.\n");
    // int q = 0;
    mac_port_entry_t *entry = NULL;
    mac_port_entry_t *next_entry = NULL;
    time_t now = time(NULL);
    pthread_mutex_lock(&mac_port_map.lock);
    for (int i = 0; i < HASH_8BITS; i++)
    {
        list_for_each_entry_safe(entry, next_entry, &mac_port_map.hash_table[i],
        {
            if ((int)(now - entry->visited) > MAC_PORT_TIMEOUT)
            {
                list_delete_entry(&entry->list);
                free(entry);
                // q++;
            }
        }
    }
    pthread_mutex_unlock(&mac_port_map.lock);
    // return q++;
    return 0;
}
```

void broadcast_packet(iface_info_t *iface, const char *packet, int len);
该函数为广播收到的包，代码复用广播网络实验的代码即可。

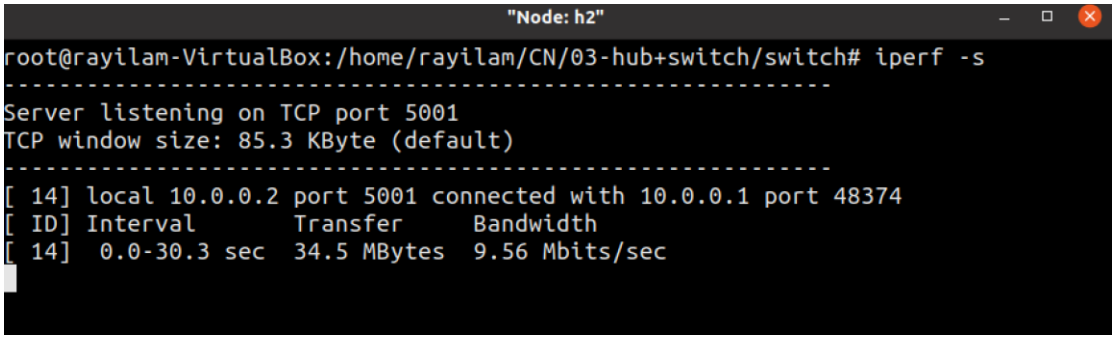
void handle_packet(iface_info_t *iface, char *packet, int len);
该函数为处理收到的包。
处理包的逻辑为先调用 lookup_port 函数，检查目的 mac 与端口的映射有无在映射表中。若存在，则根据这个表项进行发包，若没有则广播。另外需要检查源 mac 地址与转发端口的映射是否存在在表中，若没有，则调用 insert_mac_port 函数插入表中。

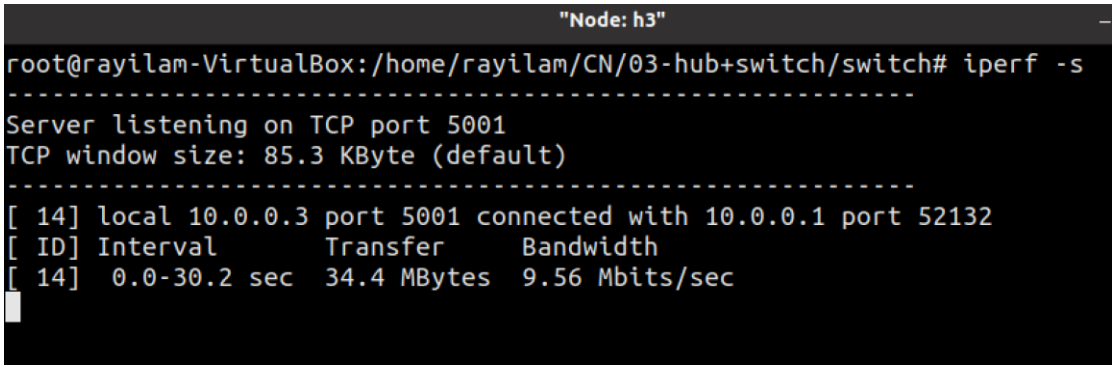
```c
void handle_packet(iface_info_t *iface, char *packet, int len)
{
    // TODO: implement the packet forwarding process here
    // fprintf(stdout, "TODO: implement the packet forwarding process here.\n");

    struct ether_header *eh = (struct ether_header *)packet;
    iface_info_t *dest_iface = lookup_port(eh->ether_dhost);
    if (dest_iface)
    {
        iface_send_packet(dest_iface, packet, len);
    }
    else
    {
        broadcast_packet(iface, packet, len);
    }
    /*log(DEBUG, "the dst mac address is " ETHER_STRING ".\n", ETHER_FMT(eh->e
    ;*/
    insert_mac_port(eh->ether_shost, iface);
    free(packet);
}
```

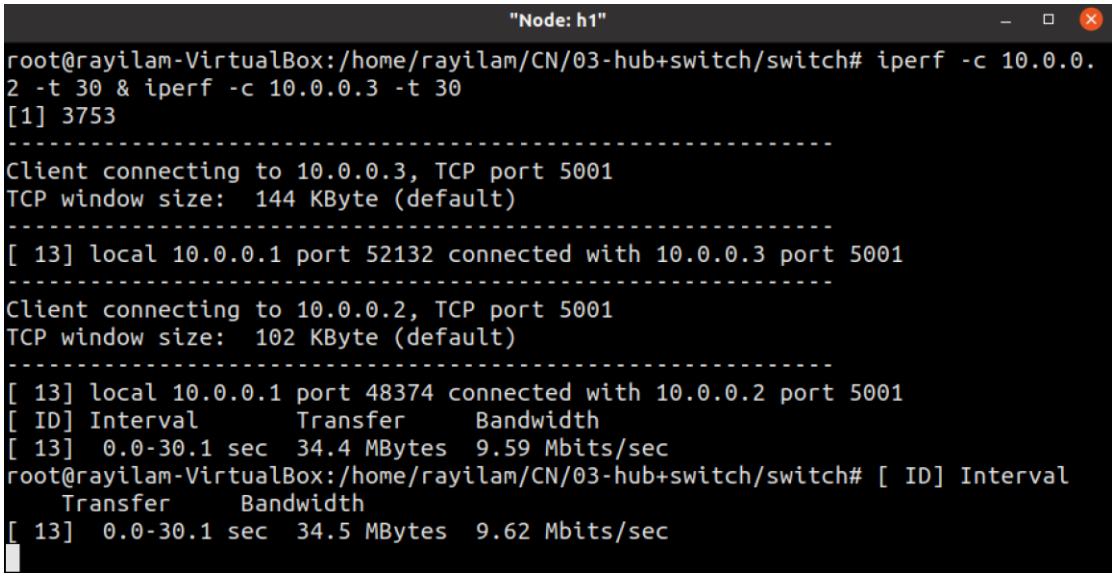
三、 结果验证

使用 iperf 和给定的拓扑进行实验，对比交换机转发与集线器广播的性能

switch-reference 的结果如下:

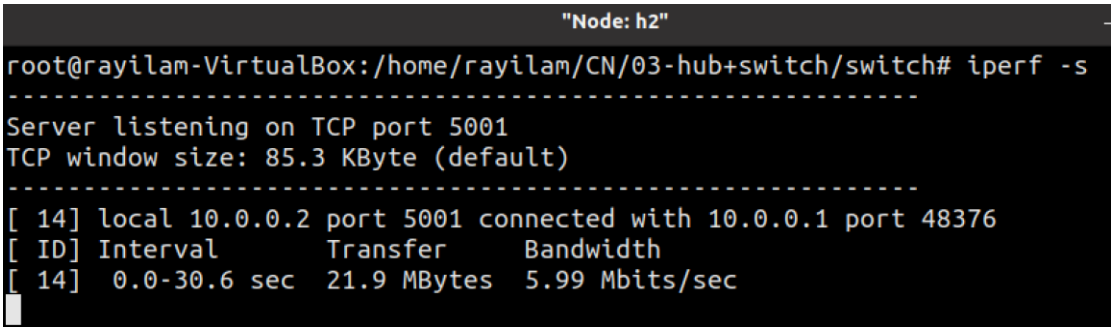


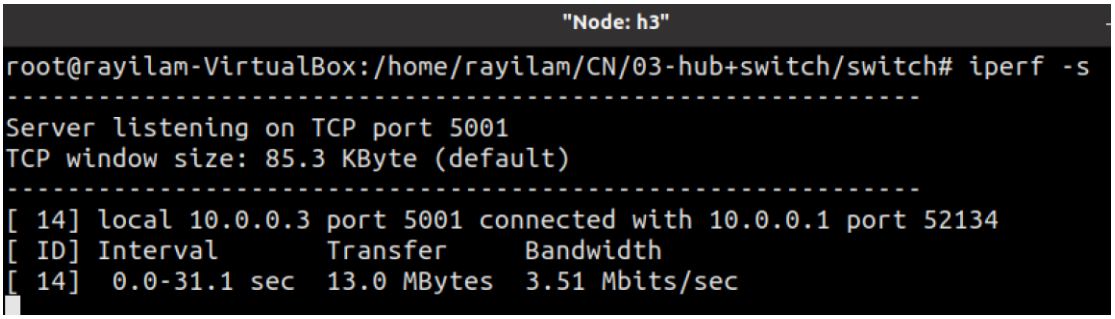


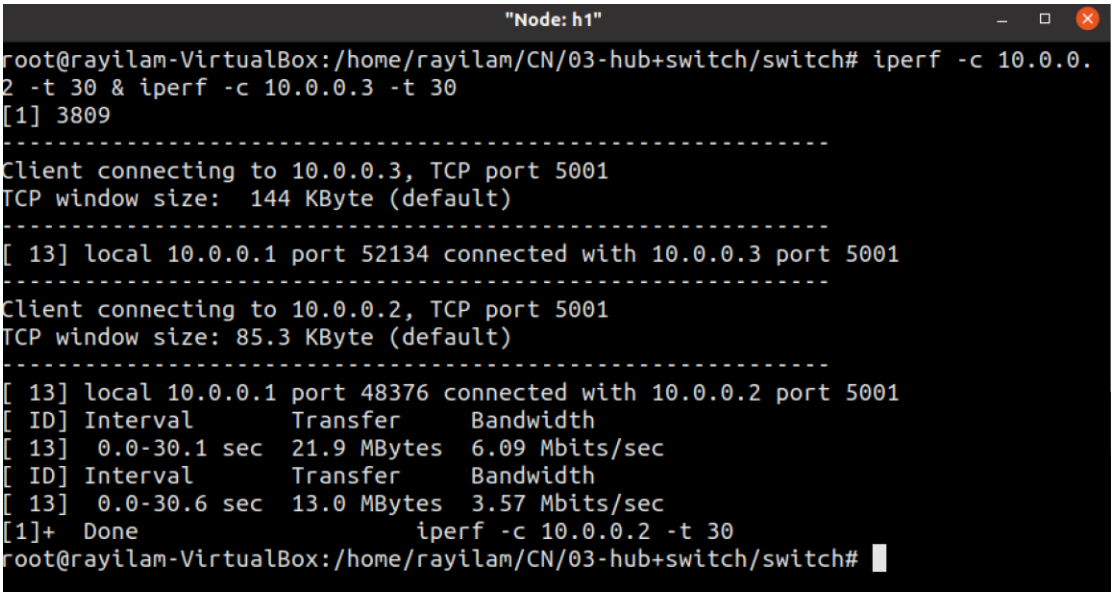


h1 节点同时接收 h2 节点和 h3 节点，可以看出 h2 节点和 h3 节点的发送带宽分别为 9.62Mbps 和 9.59Mbps，利用率为 96.05%。

hub-reference 的结果如下：







h1 节点同时接收 h2 节点和 h3 节点，可以看出 h2 节点和 h3 节点的发送带宽分别为 5.99Mbps 和 3.51Mbps，平均利用率为 47.50%。
switch 的带宽利用率明显比 hub 高。因此 switch 利用转发表的方式明显比 hub 的直接广播模式效率要高。

四、 思考题

1.交换机在转发数据包时有两个查表操作：根据源 MAC 地址、根据目的 MAC 地址，为什么在查询源 MAC 地址时更新老化时间，而查询目的 MAC 地址时不更新呢？

提示：1、查询目的 MAC 地址时是否有必要更新；2、如果更新的话，当一个主机从交换机的一个网口切换到了另一个网口，会有什么问题？

查询目的 MAC 地址时没有必要更新，老化操作可以把过期的目的地址删除。

如果更新的话，当一个主机从交换机的一个网口切换到了另一个网口，原来的地址的老化时间一直被更新，导致无法被老化删除。

2.网络中存在广播包，即发往网内所有主机的数据包，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

机转发表逻辑有什么影响？

当在整个传输网络刚刚启动时，转发表的内容为空，主机 A 想与主机 B 进行通信，会经过如下过程：

A 检查自己的 ARP 表，发现 B 的 MAC 地址不在自己的 ARP 表里，因此 A 只能向交换机发出 ARP 请求数据包。交换机学习 A 的 MAC 地址到自己的转发表，并广播 ARP 请求报文；B 接收到 ARP 请求报文，学习 A 的 MAC 地址到自己的 ARP 表并向交换机发出 ARP 回应报文（当其他主机接收这个广播包之后，不会接受它)；交换机学习 B 的 MAC 地址到自己的转发表，并向 A 发出 ARP 回应报文；A 接受到 B 的 ARP 回应报文，并学习 B 的 MAC 的地址；

在这个过程帮助所有参与的交换机学习建立起了映射转发表。

3.理论上，足够多个交换机可以连接起全世界所有的终端。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。

不行。

足够多的交换机虽然可以链接全世界的终端，但是这样缺少层次化的网络结构难以维护。当网络连接中遇到环形拓扑时，需要通过生成树算法来破坏环形结构，以免出现在环形拓扑结构不停转发的情况。而假如用足够多个交换机连接起全世界所有的终端，生成树算法难以收

敛。另外全部用交换机进行连接会带来安全性问题。