

路由器转发实验报告

姓名：钟赟

学号：2016K8009915009

实验内容

- 在主机上安装arptables, iptables，用于禁止每个节点的相应功能
终端执行命令
`sudo apt install arptables iptables`
- 运行给定网络拓扑(router_topo.py)
 - 路由器节点r1上执行脚本(disable_arp.sh, disable_icmp.sh, disable_ip_forward.sh)，禁止协议栈的相应功能
 - 终端节点h1-h3上执行脚本disable_offloading.sh
 - 在r1上执行路由器程序
 - 在h1上进行ping实验
- 构造一个包含多个路由器节点组成的网络
 - 手动配置每个路由器节点的路由表
 - 有两个终端节点，通过路由器节点相连，两节点之间的跳数不少于3跳，手动配置其默认路由表
- 连通性测试
 - 终端节点ping每个路由器节点的入端口IP地址，能够ping通
- 路径测试
 - 在一个终端节点上traceroute另一节点，能够正确输出路径上每个节点的IP信息

实验步骤

在主机上安装arptables, iptables

- 直接在终端执行`sudo apt install arptables iptables`。
- 安装后的测试结果：ping自己子网内的服务器时，不在通过主机在局域网内进行arp查询和转发，而是发给路由器，通过路由器转发。

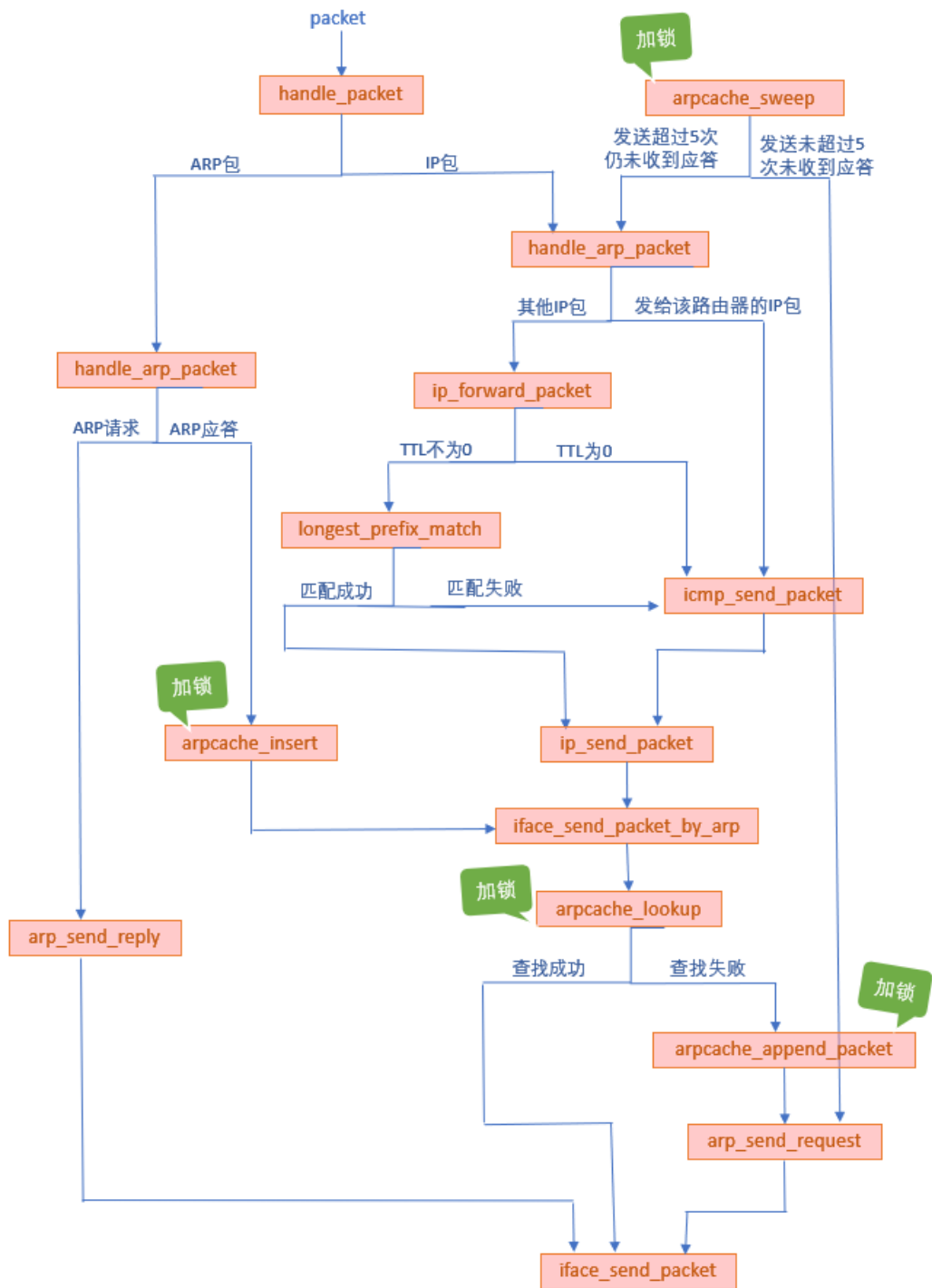
实现路由器拓扑

按照如下顺序编写代码：

1. 实现IP包转发
2. 实现ARP包处理和ARP缓存操作
3. 实现ICMP包发送

由于代码量较大，此处不再粘贴源码，而主要分析代码结构，以及结合之前的实验做类比总结。

本实验的函数调用关系



集线器、交换机和路由器的对比

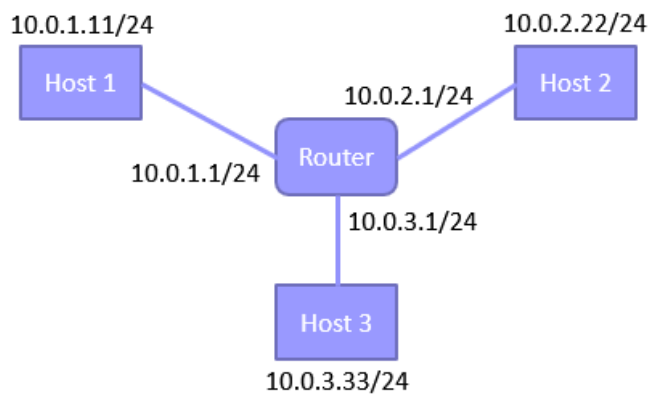
	集线器	交换机	路由器
层级	物理层	链路层	IP层
转发依据		MAC地址	IP地址
功能	连接网络中的设备	连接网络中的设备	连接不同的网络
带宽影响	共享带宽	独享带宽	独享带宽

转发表、路由表和ARP缓存表的对比

	转发表	路由表	ARP缓存表
使用者	交换机	路由器	路由器
网络层级	链路层	IP层	链路层和IP层的媒介
数据结构	哈希表	链表	数组
表项映射	MAC->iface	IP->iface	ip->MAC
是否老化	是	否	是

实验结果

1. 在给定网络拓扑(router_topo.py)上进行ping实验



• 终端命令

```
r1 # ./router
h1 # ping 10.0.1.1
h1 # ping 10.0.2.22
h1 # ping 10.0.3.33
h1 # ping 10.0.3.11
h1 # ping 10.0.4.1
```

• 运行结果

```

"Node: h1"
root@zy-VB:08-router-code# ping 10.0.1.1
PING 10.0.1.1 (10.0.1.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.1.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.333 ms
64 bytes from 10.0.1.1: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.065 ms
64 bytes from 10.0.1.1: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.050 ms
64 bytes from 10.0.1.1: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.061 ms
64 bytes from 10.0.1.1: icmp_seq=5 ttl=64 time=0.066 ms
^C
--- 10.0.1.1 ping statistics ---
5 packets transmitted, 5 received, 0% packet loss, time 4084ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.050/0.115/0.333/0.109 ms
root@zy-VB:08-router-code# ping 10.0.2.22
PING 10.0.2.22 (10.0.2.22) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.2.22: icmp_seq=1 ttl=63 time=0.097 ms
64 bytes from 10.0.2.22: icmp_seq=2 ttl=63 time=0.084 ms
64 bytes from 10.0.2.22: icmp_seq=3 ttl=63 time=0.074 ms
^C
--- 10.0.2.22 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2051ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.074/0.085/0.097/0.009 ms
root@zy-VB:08-router-code# ping 10.0.3.33
PING 10.0.3.33 (10.0.3.33) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.3.33: icmp_seq=1 ttl=63 time=0.445 ms
64 bytes from 10.0.3.33: icmp_seq=2 ttl=63 time=0.080 ms
64 bytes from 10.0.3.33: icmp_seq=3 ttl=63 time=0.077 ms
^C
--- 10.0.3.33 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2040ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.077/0.200/0.445/0.173 ms
root@zy-VB:08-router-code# ping 10.0.3.11
PING 10.0.3.11 (10.0.3.11) 56(84) bytes of data.
From 10.0.1.1 icmp_seq=1 Destination Host Unreachable
From 10.0.1.1 icmp_seq=2 Destination Host Unreachable
From 10.0.1.1 icmp_seq=3 Destination Host Unreachable
From 10.0.1.1 icmp_seq=4 Destination Host Unreachable
From 10.0.1.1 icmp_seq=5 Destination Host Unreachable
From 10.0.1.1 icmp_seq=6 Destination Host Unreachable
^C
--- 10.0.3.11 ping statistics ---
6 packets transmitted, 0 received, +6 errors, 100% packet loss, time 5078ms
pipe 3
root@zy-VB:08-router-code# ping 10.0.4.1
PING 10.0.4.1 (10.0.4.1) 56(84) bytes of data.
From 10.0.1.1 icmp_seq=1 Destination Net Unreachable
From 10.0.1.1 icmp_seq=2 Destination Net Unreachable
From 10.0.1.1 icmp_seq=3 Destination Net Unreachable
^C
--- 10.0.4.1 ping statistics ---
3 packets transmitted, 0 received, +3 errors, 100% packet loss, time 2028ms
```

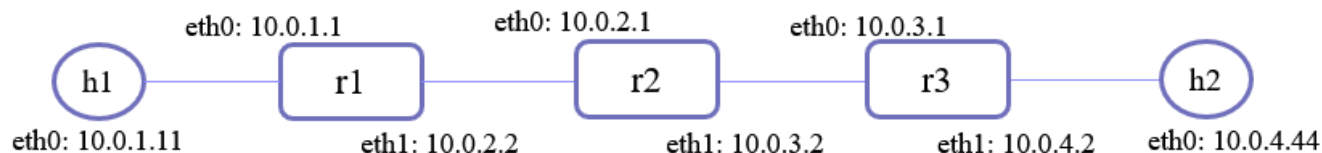
结果显示，h1能够ping通h2,h3，说明路由器可连通多个局域网；

h1 ping 10.0.3.11返回ICMP Destination Host Unreachable，说明路由器内没有此网段的路由表项，目的网段不可达；

h1 ping 10.0.4.1返回ICMP Destination Net Unreachable，说明路由器内没有此网段的路由表项，arp请求发出后无法收到回应，表明目的主机不可达。

2. 构造多路由网络(three_router_topo.py)

- 拓扑示意图



2.1 连通性测试

- 终端命令

```
r1 # ./router
r2 # ./router
r3 # ./router
h1 # ping 10.0.1.1
h1 # ping 10.0.2.1
h1 # ping 10.0.3.1
h1 # ping 10.0.4.44
```

- 运行结果

```

● ● ● "Node: h1"
root@zy-VB:08-router-code# ping 10.0.1.1
PING 10.0.1.1 (10.0.1.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.1.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.326 ms
64 bytes from 10.0.1.1: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.061 ms
64 bytes from 10.0.1.1: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.066 ms
^C
--- 10.0.1.1 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2049ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.061/0.151/0.326/0.123 ms
root@zy-VB:08-router-code# ping 10.0.2.1
PING 10.0.2.1 (10.0.2.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.2.1: icmp_seq=1 ttl=63 time=0.424 ms
64 bytes from 10.0.2.1: icmp_seq=2 ttl=63 time=0.323 ms
64 bytes from 10.0.2.1: icmp_seq=3 ttl=63 time=0.102 ms
^C
--- 10.0.2.1 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2028ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.102/0.283/0.424/0.134 ms
root@zy-VB:08-router-code# ping 10.0.3.1
PING 10.0.3.1 (10.0.3.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.3.1: icmp_seq=1 ttl=62 time=0.652 ms
64 bytes from 10.0.3.1: icmp_seq=2 ttl=62 time=0.532 ms
64 bytes from 10.0.3.1: icmp_seq=3 ttl=62 time=0.467 ms
^C
--- 10.0.3.1 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2031ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.467/0.550/0.652/0.078 ms
root@zy-VB:08-router-code# ping 10.0.4.44
PING 10.0.4.44 (10.0.4.44) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.0.4.44: icmp_seq=1 ttl=61 time=0.561 ms
64 bytes from 10.0.4.44: icmp_seq=2 ttl=61 time=0.147 ms
64 bytes from 10.0.4.44: icmp_seq=3 ttl=61 time=0.478 ms
^C
--- 10.0.4.44 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2027ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.147/0.395/0.561/0.179 ms
```

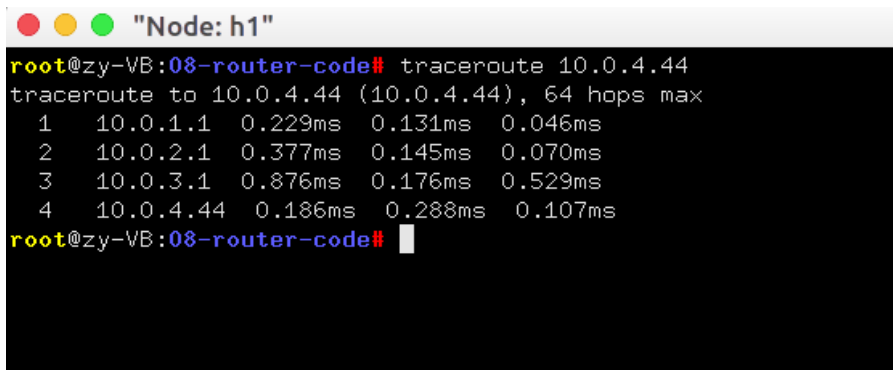
ping的结果显示h1能够和沿途端口连通。

2.2 路径测试

- 终端命令

```
traceroute 10.0.4.44
```

- 运行结果



```
"Node: h1"
root@zy-VB:08-router-code# traceroute 10.0.4.44
traceroute to 10.0.4.44 (10.0.4.44), 64 hops max
 1  10.0.1.1  0.229ms  0.131ms  0.046ms
 2  10.0.2.1  0.377ms  0.145ms  0.070ms
 3  10.0.3.1  0.876ms  0.176ms  0.529ms
 4  10.0.4.44 0.186ms  0.288ms  0.107ms
root@zy-VB:08-router-code#
```

h1 traceroute h2的结果显示了正确的路由器路径。

实验记录

1. ping 10.0.1.1时显示Destination Host Unreachable，原因是arp_send_reply中没有对ARP初始化。
2. ping 10.0.1.1时程序报错Aborted(core dumped)。在arp缓存中找到IP->MAC映射时，将该数据包缓存在arpcache->req_list中。该数据包的iface端口项应该使用malloc和memcpy的方式初始化，不能直接使用=赋值。
3. 在多路由器拓扑h1 ping h2时，只能传播一个路由器。发现是因为r1发送ARP请求的IP地址有误。不能直接填写目的IP地址，要判断是否为最后一跳，如果是，就填写目的IP地址，否则要填写网关地址。因此增添判断语句u32 next_ip = entry->gw ? entry->gw : daddr;。