Lab4

171830635 俞星凯

实验目的	1. 设计和实现 IP 包的静态路由转发程序。 2. 加深对链路层和网络层协议衔接及静态路由的理解。

数据结构说明	1. 路由配置相关数据结构
	struct route_item{
	char destination[16];
	char gateway[16];
	char netmask[16];
	char interface[16];
	}route_info[MAX_ROUTE_INFO];
	int route_item_index=0;
	
	struct arp_table_item{
	char ip_addr[16];
	char mac_addr[18];
	}arp_table[MAX_ARP_SIZE];
	int arp_item_index =0;
	
	struct device_item{
	char interface[14];
	char ip_addr[16];
	char mac_addr[18];
	}device[MAX_DEVICE];
	int device_index=0;
	上述数据结构分别定义了静态路由表，ARP 缓存和设备信息。
	
	2. 路由转发相关数据结构
	char recv_buf[256];
	char send_buf[256];
	struct sockaddr_ll src_ll;
	struct sockaddr_ll dest_ll;
	
	两个缓冲区用于存储收发的数据。两个 sockaddr_ll 类型变量用于处理收发的源 MAC 地址和目的 MAC 地址。

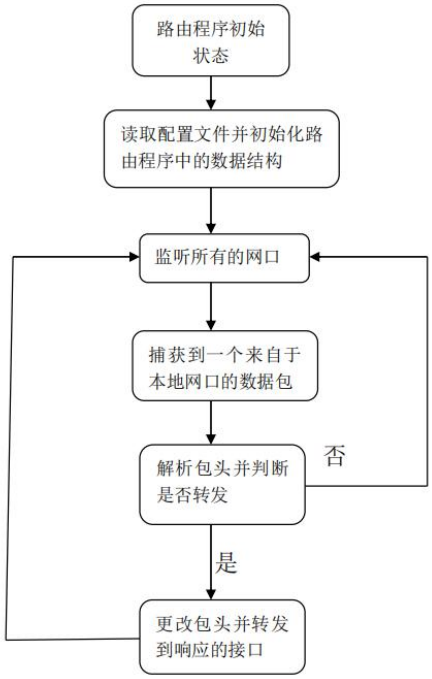
<table>
<tr>
<td>配置文件说明</td>
<td>192.168.1.0
0.0.0.0
255.255.255.0
eth0
192.168.2.0
0.0.0.0
255.255.255.0
eth1
192.168.3.0
192.168.2.2
255.255.255.0
eth1
192.168.1.2
00:0c:29:25:7f:51
192.168.2.2
00:0c:29:1f:86:54
eth0
192.168.1.1
00:0c:29:82:6c:74
eth1
192.168.2.1
00:0c:29:82:6c:7e

Router1 的配置文件如左。

可以分为 3 个部分：

第一部分是 3 条路由规则，每条有 4 个表项。

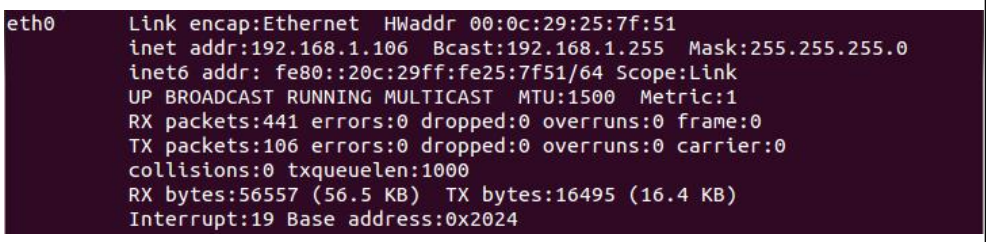
第二部分是 2 条 ARP 缓存，每条有 2 个表项。

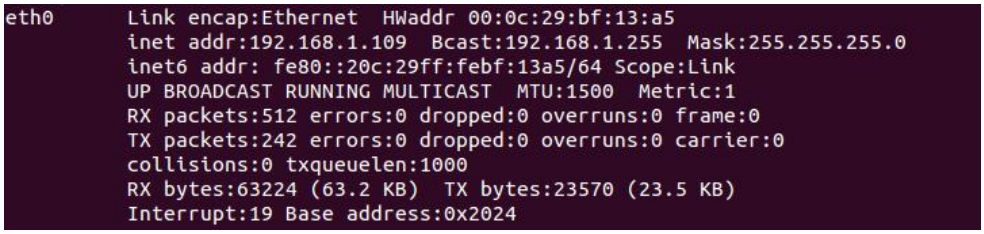
第三部分是 2 条设备信息，每条有 3 个表项。</td>
</tr>
<tr>
<td>程序设计的思路以及运行流程</td>
<td> 

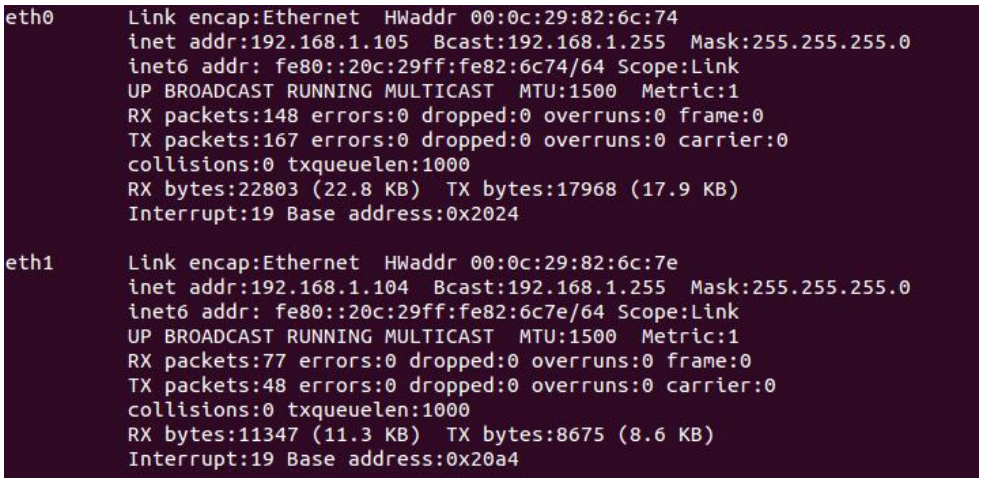
1. 运行 PC1 时创建 SOCK_DGRAM 类型套接字，则发送/接收的数据包会自动添加/去除以太网帧头部。从 argv[1]获取目的 IP 地址，根据静态路由表获取对应网关和接口，在 ARP 缓存中查找网关对应的 MAC 地址，在设备信息中查找接口对应的设备号，对 sockaddr_ll 类型变量 dest_ll 做好赋值。在发送缓冲区内填入 IP，ICMP 的必要信息，即可发送 ICMP_ECHO 报文。</td>
</tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td>2. 运行 Route1 和 Router2 是一样的。在接收缓冲区中判断目的 IP 是否为本地 IP，若是，则发送 ICMP_ECHOREPLY 报文，若否，则根据静态路由表转发。转发操作同上。需要注意的是，在本实验中 ICMP_ECHOREPLY 采用了简化实现，由于在 recvfrom 时操作系统为 sockaddr_ll 类型变量 src_ll 进行了赋值，故直接将接收缓冲区的内容拷贝到发送缓冲区并利用 src_ll 发送即可。

3. 运行 PC2 与 Router 类似，只不过其不具备转发功能，只有 ICMP_ECHOREPLY 功能。</td></tr>
<tr><td>运行结果截图</td><td>1. 在每个 PC 和 router 上运行 ifconfig，确保 IP 地址为空。

PC1：
 

PC2：
 

Router1：
 
</td></tr>
</table>

Router2：

```
eth0      Link encap:Ethernet  HWaddr 00:0c:29:1f:86:54
          inet addr:192.168.1.107  Bcast:192.168.1.255  Mask:255.255.255.0
          inet6 addr: fe80::20c:29ff:fe1f:8654/64 Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:640 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:344 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:80363 (80.3 KB)  TX bytes:34718 (34.7 KB)
          Interrupt:19 Base address:0x2024

eth1      Link encap:Ethernet  HWaddr 00:0c:29:1f:86:5e
          inet addr:192.168.1.108  Bcast:192.168.1.255  Mask:255.255.255.0
          inet6 addr: fe80::20c:29ff:fe1f:865e/64 Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:448 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:62 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:48381 (48.3 KB)  TX bytes:10572 (10.5 KB)
          Interrupt:19 Base address:0x20a4
```

2. 用 PC1 向 PC2 发送 ICMP_ECHO 报文，路由器转发报文，PC2 回复 ICMP_ECHOREPLY 报文。

PC1：

```
user@ubuntu:~$ sudo ./PC1 192.168.3.2
send ICMP request packets to 192.168.1.1(00:0c:29:82:6c:74)
src: 192.168.1.2, dst: 192.168.3.2

receive an ICMP reply packet from 00:0c:29:82:6c:74
src: 192.168.3.2, dst: 192.168.1.2

receive an ICMP reply packet from 00:0c:29:82:6c:74
src: 192.168.3.2, dst: 192.168.1.2

receive an ICMP reply packet from 00:0c:29:82:6c:74
src: 192.168.3.2, dst: 192.168.1.2

receive an ICMP reply packet from 00:0c:29:82:6c:74
src: 192.168.3.2, dst: 192.168.1.2

receive an ICMP reply packet from 00:0c:29:82:6c:74
src: 192.168.3.2, dst: 192.168.1.2

receive an ICMP reply packet from 00:0c:29:82:6c:74
src: 192.168.3.2, dst: 192.168.1.2
```

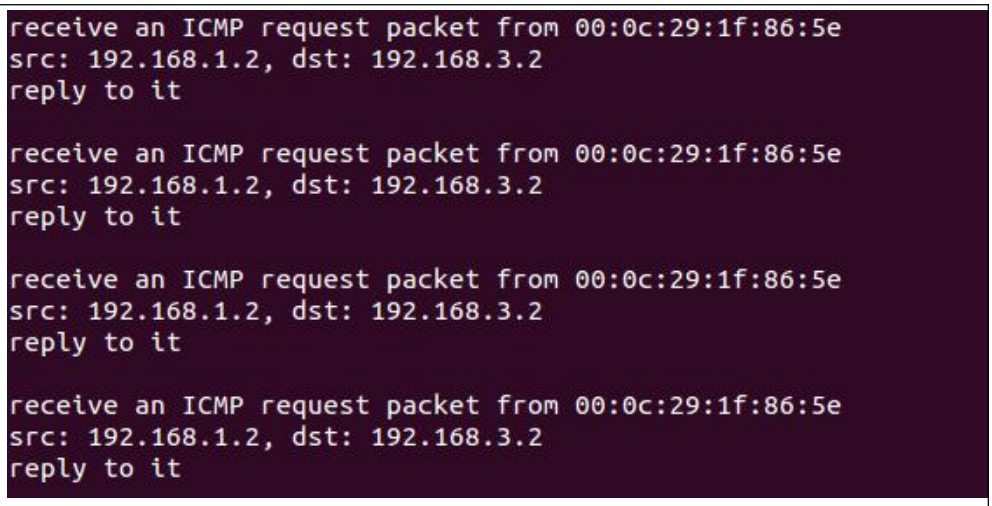
Router1：

```
receive an ICMP reply packet from 00:0c:29:1f:86:54
src: 192.168.3.2, dst: 192.168.1.2
forward it to (00:0c:29:25:7f:51)

receive an ICMP request packet from 00:0c:29:25:7f:51
src: 192.168.1.2, dst: 192.168.3.2
forward it to (00:0c:29:1f:86:54)

receive an ICMP reply packet from 00:0c:29:1f:86:54
src: 192.168.3.2, dst: 192.168.1.2
forward it to (00:0c:29:25:7f:51)

receive an ICMP request packet from 00:0c:29:25:7f:51
src: 192.168.1.2, dst: 192.168.3.2
forward it to (00:0c:29:1f:86:54)

receive an ICMP reply packet from 00:0c:29:1f:86:54
src: 192.168.3.2, dst: 192.168.1.2
forward it to (00:0c:29:25:7f:51)
```

Router2：

```
receive an ICMP request packet from 00:0c:29:82:6c:7e
src: 192.168.1.2, dst: 192.168.3.2
forward it to (00:0c:29:bf:13:a5)

receive an ICMP reply packet from 00:0c:29:bf:13:a5
src: 192.168.3.2, dst: 192.168.1.2
forward it to (00:0c:29:82:6c:7e)

receive an ICMP request packet from 00:0c:29:82:6c:7e
src: 192.168.1.2, dst: 192.168.3.2
forward it to (00:0c:29:bf:13:a5)

receive an ICMP reply packet from 00:0c:29:bf:13:a5
src: 192.168.3.2, dst: 192.168.1.2
forward it to (00:0c:29:82:6c:7e)

receive an ICMP request packet from 00:0c:29:82:6c:7e
src: 192.168.1.2, dst: 192.168.3.2
forward it to (00:0c:29:bf:13:a5)
```

PC2：

	
相关参考资料	仅参考实验教材独立完成。
代码个人创新以及思考	本实验使用 SOCK_DGRAM 类型套接字，编程成功的关键有三：对 sockaddr_ll 类型变量的正确使用，静态路由表的查找以及 IP，IPCMP 报文的设置。本实验用传统的 C 语言实现，简洁高效。代码方面创新包括 ICMP_ECHOREPLY 的简化处理以及断言机制的应用。