

南京大学本科实验报告

课程名称：计算机网络

任课教师：李文中

助教：

学院	计算机科学与技术系	专业（方向）	计算机科学与技术
学号	221220143	姓名	陈雨檬
Email	2843438797@qq.com	开始/完成日期	2024.4.7/2024.4.16

1. 实验名称

Lab3: Respond to ARP

2. 实验目的

实现 IPv4 路由器的第一部分，使路由器能够响应分配给路由器上接口的地址的 ARP（地址解析协议）请求；实现路由器的缓存表。

3. 实验内容

Task1: Preparation

How: 无

Task2: 处理 ARP 请求

How: 获取 packet 的 header 后，判断 packet 是否是 arp 包，如果是 arp 包再判断是否是给 router 自己的，如果是的话 router 回复一个 arp 包，把自己的 mac 地址告诉发送方。

Task3: 缓存的 ARP 表

How: 创建两个类 table_item 和 table 分别代码 ARP 表项和 ARP

表，使用一个字典来维护 ARP 表，键为 ip 地址，值为 mac 地址和 time 时间组成的 table_item 表项。在 ARP 包到达 router 时，router 解析 arp 包中的信息并存储在自己的 ARP 表中。（超时机制，在 router 查找自己的某个表项时，如果该表项已经超时则删除该表项）

4. 实验结果

Task1: 无

Task2: 首先进行样例的测试，结果如下

```
Passed:
1  ARP request for 192.168.1.1 should arrive on router-eth0
2  Router should send ARP response for 192.168.1.1 on router-eth0
3  An ICMP echo request for 10.10.12.34 should arrive on router-eth0, but it should be dropped (router should only handle ARP requests at this point)
4  ARP request for 10.10.1.2 should arrive on router-eth1, but the router should not respond.
5  ARP request for 10.10.0.1 should arrive on on router-eth1
6  Router should send ARP response for 10.10.0.1 on router-eth1

All tests passed!
```

再进行自定义部署测试，通过使用 server1 对其与 router 相连的端口的 ip 地址进行 ping 请求，观察 server1 端口的抓包

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000000	Private_00:00:01	Broadcast	ARP	42	Who has 192.168.100.2? Tell 192.168.100.1
2	0.038809673	40:00:00:00:01	Private_00:00:01	ARP	42	192.168.100.2 is at 40:00:00:00:01
3	0.038821396	192.168.100.1	192.168.100.2	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x66c2, seq=1/256, ttl=64 (no response found!)
4	1.005166215	192.168.100.1	192.168.100.2	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x66c2, seq=2/512, ttl=64 (no response found!)

Hardware size: 6
Protocol size: 4
Opcode: reply (2)
Sender MAC address: 40:00:00:00:00:01 (40:00:00:00:00:01)
Sender IP address: 192.168.100.2
Target MAC address: Private_00:00:01 (10:00:00:00:00:01)
Target IP address: 192.168.100.1

(见 lab_3_task2-1.pcapng)

抓包结果显示 server1 收到了 router 回复的 arp 包，其中把 router 的 mac 地址告诉了 server1.

Task3: 进行部署测试。

首先检验表的内容是否正确。使用 server1, server2, client 依次 ping router 的 ip 地址，在 router 的端口中观测 ARP 表的内容如下

```
root@njucs-VirtualBox:~/switchyard/workspace/lab-3-montuswen# cd ..
root@njucs-VirtualBox:~/switchyard/workspace# source ./syenv/bin/activate
(syenv) root@njucs-VirtualBox:~/switchyard/workspace# cd lab-3-montuswen
(syenv) root@njucs-VirtualBox:~/switchyard/workspace/lab-3-montuswen# swyard my
router.py
16:35:57 2024/04/07      INFO Saving iptables state and installing switchyard rul
es
16:35:57 2024/04/07      INFO Using network devices: router-eth1 router-eth0 rout
er-eth2
16:36:33 2024/04/07      INFO IP:192.168.100.1 MAC:10:00:00:00:00:01 TIME:1712478
993.914982
16:37:08 2024/04/07      INFO IP:192.168.100.1 MAC:10:00:00:00:00:01 TIME:1712478
993.914982
16:37:08 2024/04/07      INFO IP:192.168.200.1 MAC:20:00:00:00:00:01 TIME:1712479
028.1537921
16:38:02 2024/04/07      INFO IP:192.168.100.1 MAC:10:00:00:00:00:01 TIME:1712478
993.914982
16:38:02 2024/04/07      INFO IP:192.168.200.1 MAC:20:00:00:00:00:01 TIME:1712479
028.1537921
16:38:02 2024/04/07      INFO IP:10.1.1.1 MAC:30:00:00:00:00:01 TIME:1712479082.1
999982
```

如图，ARP 表完整地记录下来三个 ip 地址对应的 mac 地址。再用 client ping router 对应的 ip

```

16:37:08 2024/04/07 INFO IP:192.168.200.1 MAC:20:00:00:00:00:01 TIME:1712479
028.1537921
16:38:02 2024/04/07 INFO IP:192.168.100.1 MAC:10:00:00:00:00:01 TIME:1712478
993.914982
16:38:02 2024/04/07 INFO IP:192.168.200.1 MAC:20:00:00:00:00:01 TIME:1712479
028.1537921
16:38:02 2024/04/07 INFO IP:10.1.1.1 MAC:30:00:00:00:00:01 TIME:1712479082.1
199982
16:53:44 2024/04/07 INFO IP:192.168.100.1 MAC:10:00:00:00:00:01 TIME:1712478
993.914982
16:53:44 2024/04/07 INFO IP:192.168.200.1 MAC:20:00:00:00:00:01 TIME:1712479
028.1537921
16:53:44 2024/04/07 INFO IP:10.1.1.1 MAC:30:00:00:00:00:01 TIME:1712480024.3
701744

```

可以看到 client ip 对应的表项时间进行了更新。

再进行超时机制的部署与测试。

在代码块中添加用于测试的代码，使用 server1 和 server2 ping router 的 ip，router 的 arp 表中记录下 server1 和 server2 相关的表项，等待一定时间后再使用 server1 ping router，可以观察到关于 server1 的条目会被删除。

```

17:23:15 2024/04/07 INFO ??IP:192.168.200.1 MAC:20:00:00:00:00:01 TIME:17124
81780.1543314??
17:23:15 2024/04/07 INFO IP:192.168.200.1 MAC:20:00:00:00:00:01 TIME:1712481
780.1543314
17:23:15 2024/04/07 INFO IP:192.168.100.1 MAC:10:00:00:00:00:01 TIME:1712481
795.141111
17:26:32 2024/04/07 INFO ??IP:192.168.200.1 MAC:20:00:00:00:00:01 TIME:17124
81780.1543314??
17:26:32 2024/04/07 INFO IP:192.168.200.1 MAC:20:00:00:00:00:01 TIME:1712481
780.1543314
17:26:32 2024/04/07 INFO IP:192.168.100.1 MAC:10:00:00:00:00:01 TIME:1712481
992.2216349

```

带??的条目只剩有关 server2 信息的表示 timeout 机制成功运作，server1 的条目被删除。

5. 核心代码

Task1 无

Task2 核心代码

```
if arp is not None:
    try:
        interface=self.net.interface_by_ipaddr(arp.targetprotoaddr)
    except KeyError:
        interface=None
    if interface is not None:
        if arp.operation==1:
            replypkt=create_ip_arp_reply(interface.ethaddr,arp.senderhw
            self.net.send_packet(ifaceName,replypkt)
        else:
            pass
    else:
        pass
```

Task3 核心代码

```
class Table_item:
    def __init__(self,macaddr):
        self.time=time.time()
        self.macaddr=macaddr
    def Timeout(self):
        return (time.time()-self.time)>time_out
```

```
class Table:
    def __init__(self):
        self.tab={}
    def get_tab(self):
        return self.tab
    def get_item(self,key):
        if key in self.tab:
            item=self.tab[key]
            if item.Timeout():
                val=None
                self.tab.pop(key)
            else:
                val=item.macaddr
        else:
            val=None
        return val
    def add_item(self,key,mac):
        # self.get_item(key)
        # for k,item in self.tab.items():
        #     log_info("??IP:{} MAC:{} TIME:{}??".format(k,item.macaddr,item.time))
        self.tab[key]=Table_item(mac)
```

```
if arp is not None:
    try:
        interface=self.net.interface_by_ipaddr(arp.targetprotoaddr)
    except KeyError:
        interface=None
    if interface is not None:
        if arp.operation==1:
            replypkt=create_ip_arp_reply(interface.ethaddr,arp.senderprotoaddr)
            self.net.send_packet(ifaceName,replypkt)
        else:
            pass
    else:
        pass
self.record.add_item(arp.senderprotoaddr,arp.senderhwaddr)
```

6. 思考与感受

Router 的工作机制与 Switch 有些相似，不过目前 Router 的工作原理远远还未全部实现。