南京大学本科生实验报告

课程名称：**计算机网络**　　任课教师：田臣/李文中　　助教：洋溢

学院	**计算机**	专业（方向）	**计算机科学与技术**
学号	**221220142**	姓名	**欧阳瑞泽**
Email	**221220142@smail.nju.edu.cn**	开始/完成日期	**2024.3.22**

Lab 3: Respond to ARP

1. 实验目的

根据代码框架，完成 myrouter.py 代码。实现对 ARP 数据包的识别和响应，并维护 ARP 缓存表。

2. 实验内容

Step 1: Handle ARP Request

参照 Lab2 中 switch 的实现，router 接收到数据包后，利用 arp = packet.get_header(Arp)对 header 进行解析，并判断是否为 Arp 数据包，在本实验中，非 Arp 数据包被直接丢弃。只有当 ARP 头的目标 MAC 为广播地址或接收端口的 MAC 地址时，且数据包的目标 IP 地址为 router 的端口 IP 地址之一时，router 进行响应。当数据包的行为为 request 时，router 向原接收端口发送 arp_reply_packe 包，调用 api 进行制作和发送。

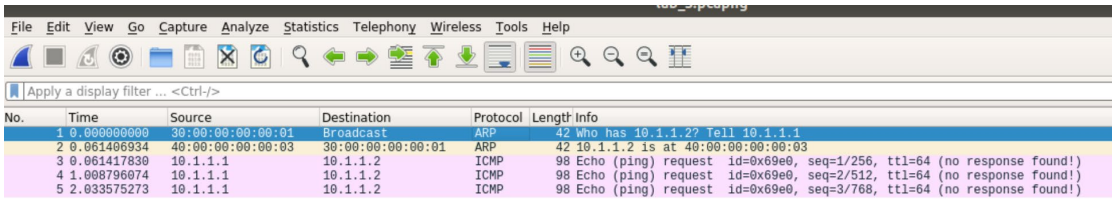
Step 2: Cached ARP Table

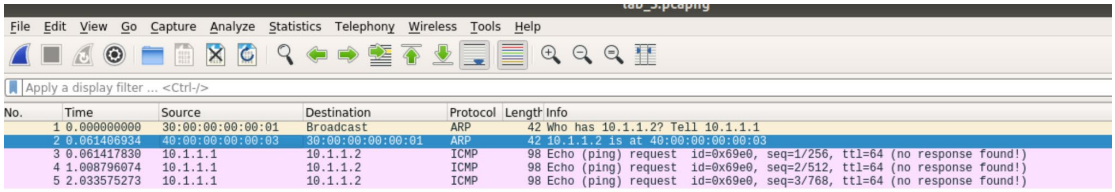
参照 Lab2 中 myswitch_to 中转发表的实现，同样用字典维护 IP 与 MAC 的映射关系。每当有合法的数据包到达 router 时，利用解析出的源 IP 和源 MAC 地址更新表项。设置超时时阀，并在表项中打上时间戳，每次更新时，删除超时的表项。

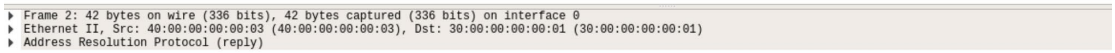
3. 实验结果

```
(syenv) njucs@njucs-VirtualBox:~/CN/Lab3$ swyard -t testcases/myrouter1_testscenario.srpy myrouter.py
15:50:39 2024/04/07     INFO Starting test scenario testcases/myrouter1_testscenario.srpy
------------------------------------------------------------------------------
IP                  MAC                 LastUpdTime
192.168.1.100       30:00:00:00:00:01   1712476239.8799212
------------------------------------------------------------------------------
15:50:39 2024/04/07     INFO Received a non-Arp packet?!
------------------------------------------------------------------------------
IP                  MAC                 LastUpdTime
192.168.1.100       30:00:00:00:00:01   1712476239.8799212
10.10.5.5           70:00:ca:fe:c0:de   1712476239.8804052
------------------------------------------------------------------------------

Results for test scenario ARP request: 6 passed, 0 failed, 0 pending


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!
```

在 mininet 中部署：

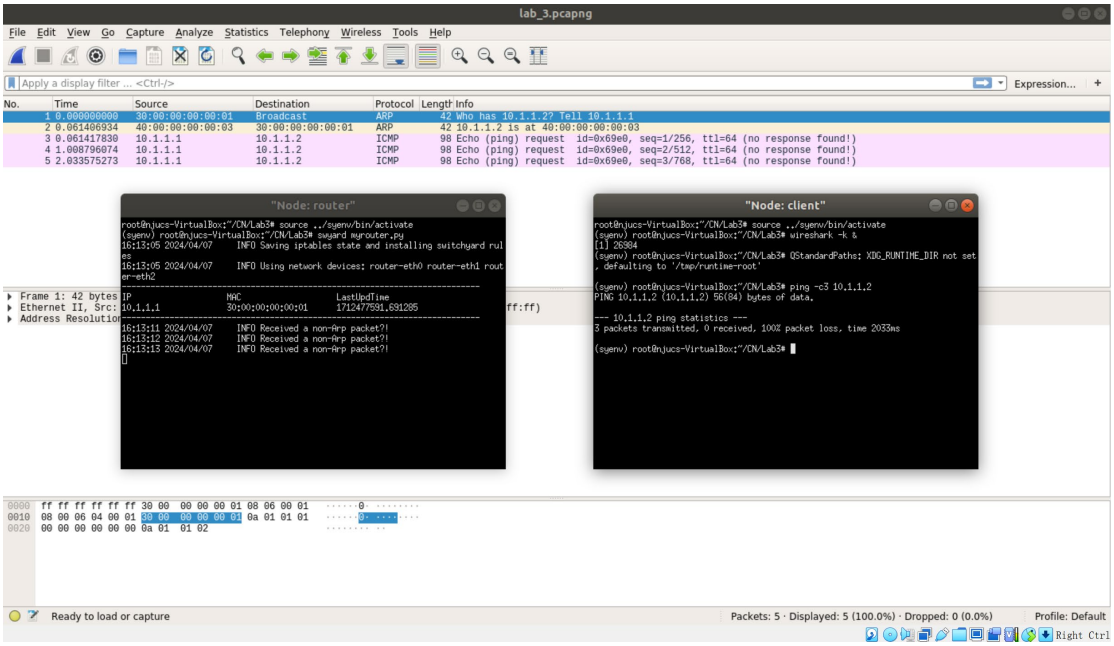






分析：

Client 在 ping router 的时候不知道 router 端口的 MAC 地址，于是先全局广播 arp 包，其中有 client 的 IP 和 MAC 地址，目标 MAC 为广播地址，目标 IP 地址为 router 的端口 IP 地址。Router 检测到 IP 地址属于自己的一个端口且数据包为广播，于是返回一个 reply 的 arp 包，其中源 IP 和 MAC 地址为端口的地址，目标 IP 和 MAC 地址为上一个包中解析出的 client 地址，同时更新表项，添加 client 的 IP 的 MAC 地址映射。



4. 核心代码

```
if packet.has_header(Arp):
    ARP_header = packet.get_header(Arp)
    if packet.num_headers() != 2:
        return

    srchw = ARP_header.senderhwaddr
    srcip = ARP_header.senderprotoaddr
    dsthw = ARP_header.targethwaddr
    dstip = ARP_header.targetprotoaddr

    Ask_Intf = None
    for Intf in self.my_interfaces:
        if dstip == Intf.ipaddr:
            Ask_Intf = Intf
            break
    if Ask_Intf is None:
        #arp not for router, drop
        return


    if ARP_header.operation == ArpOperation.Request:
        arp_reply_packet = create_ip_arp_reply(Ask_Intf.ethaddr, srchw, dstip, srcip)
        if self.packet_queue.get(srcip):
            self.packet_queue[srcip].append((Iface, arp_reply_packet))
        else:
            self.packet_queue[srcip] = [(Iface, arp_reply_packet)]

    if not (ARP_header.operation == ArpOperation.Reply and str(srchw) == 'ff:ff:ff:ff:ff:ff'):
        self.Arp_table[srcip] = {'MAC': srchw, 'timestamp': time.time()}
        print("")
        self.print_arp_table()

    if self.Arp_table.get(srcip) is not None:
        self.send_packet_inqueue(srcip, srchw)
        if self.arp_dict.get(srcip) is not None:
            del self.arp_dict[srcip]
```

使用字典来实现 IP 和 MAC 地址的映射。

5. 总结与感想

参照 Lab2 的 switch 实现，遵循面向对象原则使用 api 进行操作。本实验中 router 的行为不涉及转发，即只需要处理目标地址 MAC 是接收端口，目标 IP 地址是某一个端口的情况。对于发送往不同网段的包，如 ICMP 包则不做处理，不需要缓存 ARP 转发表，直接丢弃即可。在判断 ARP 包是否合法时，首先要判断以太头的目的地址是否为传入端口，其次要判断查询 IP 是否为 router 的端口之一。要判断 ARP 包是否只仅有两个头，而不是有 ARP 头则合法。根据 RFC1812，仅当 ARP 包是 Reply 类型且源 MAC 地址为广播地址时不更新 ARP 转发表，其他情况都选择相信并更新 ARP 表，并且所有的情况都需要 Reply。