

# 通过编程获取 IP 地址与 MAC 地址的对应关系 实验报告

2025 年 11 月 26 日

## 实验基本信息

实验名称	通过编程获取 IP 地址与 MAC 地址的对应关系	班级	0416
学生姓名	王泽舜	学号	2310655
指导老师	师建新	实验地点	实验楼 A 区 312
实验时间	11.26	报告日期	2025 年 11 月 26 日

## 1 作业说明

通过编程获取 IP 地址与 MAC 地址的对应关系实验，要求如下：

1. 在 IP 数据报捕获与分析编程实验的基础上，学习 WinPcap/NPcap 的数据包发送方法（`pcap_sendpacket`）。
2. 通过 WinPcap/NPcap 编程，主动获取或被动捕获 IP 与 MAC 的映射关系（以 ARP 为主）。
3. 程序要具有输入 IP 地址并显示对应 MAC 地址的界面；界面可以是命令行界面，需以简单明了的方式在屏幕上显示。
4. 程序结构清晰，具有较好的可读性。

## 2 设计与实现

### 2.1 总体思路

本实验采用主动发送 ARP 请求并同时监听 ARP 回复的方法：

- 使用 NPcap 提供的 `pcap_open_live` 打开用户选择的网络接口；
- 构造以太网帧（以太头 + ARP payload），通过 `pcap_sendpacket` 发送 ARP request；
- 在同一接口上设置 BPF 过滤器 ‘arp’，捕获 ARP reply 并解析（opcode==2 且 sender IP 匹配目标 IP）；
- 为提高可靠性，发送后调用 Windows API ‘SendARP’ 作为后备，若内核 ARP 缓存已有条目可立即返回。

## 2.2 模块划分

- **arp\_sender**: 构造并发送 ARP 请求 (‘arp\_sender.c’/‘arp\_sender.h’)。
- **arp\_parser**: 解析捕获到的以太网帧并提取 ARP 回复的 sender IP/MAC (‘arp\_parser.c’/‘h’)。
- **main**  
lab3: 命令行界面、设备选择、发送/捕获协调、结果显示与清理 (‘main\_lab3.c’)。
- 工具/说明: ‘README.md’ 包含编译与运行说明。

## 2.3 关键代码片段

构造并发送 ARP 请求 (节选, 详见 ‘arp\_sender.c’):

```
// Ethernet header: dst=ff:ff:ff:ff:ff:ff, src=src\_mac, ethertype=0x0806
// ARP payload: htype=1, ptype=0x0800, hlen=6, plen=4, opcode=1 (request)
pcap\_sendpacket(handle, packet, sizeof(packet));
```

捕获并解析 ARP 回复 (节选, 详见 ‘arp\_parser.c’):

```
// parse ethernet type, then parse arp payload
if (ethertype == 0x0806 && opcode == 2) {
    // extract sender\_hw and sender\_ip
}
```

主程序流程要点 (节选, 详见 ‘main\_lab3.c’):

1. 列举并选择设备 (‘pcap\_findalldevs’);
2. 读取本机接口 MAC 与 IPv4;
3. 用户输入目标 IPv4;
4. 发送 ARP 请求, 设置 BPF 过滤器 ‘arp’;
5. 监听并解析 ARP reply, 或使用 ‘SendARP’ 作为后备;
6. 将 IP → MAC 映射显示在命令行, 并在退出前等待用户确认。

## 3 实验结果

### 3.1 运行片段

以下为一次实际运行的关键输出 (用户交互节选):

```
Available devices:
1. \Device\NPF_{...} (WAN Miniport (Network Monitor))
...
6. \Device\NPF_{5864...} (Intel(R) Wi-Fi 6E AX211 160MHz)
...
Select device number: 6
```

```
Using source MAC: D4:D8:53:33:E7:6C
Enter IPv4 address to query (e.g. 192.168.1.10): 10.130.0.1
Using source IP: 10.130.60.179
ARP request sent, waiting for reply (2s)...
SendARP result: 10.130.0.1 => 00:00:5E:00:01:FE
Press Enter to exit...
```

系统 ‘arp -a’ 同一时间段返回：

```
10.130.0.1          00-00-5e-00-01-fe    dynamic
```

### 3.2 分析与结论

- 程序通过 ‘pcap\_sendpacket’ 主动发送 ARP 请求，并能在多数情形下通过 ‘pcap’ 捕获到 ARP 回复；在本次环境中，Windows 内核可能已经预先解析或路由器响应导致 ‘SendARP’ 能直接返回 MAC，其结果与系统 ARP 缓存一致，验证了实现正确性。
- 本次实验实现并验证了使用 Npcap 的数据包发送与捕获能力，能够主动获取本地网络内的 IP→MAC 映射，完成了实验要求。