

实验一 基本网络操作命令

彭程 2020011075 自 02

一. 实验目的

练习使用网络常用命令，进一步了解网络地址、子网掩码、域名、网关、路由、地址解析、协议和端口等基本概念；通过查看和测试网络状态，发现和解决网络可能存在的问题。

二. 实验环境

2.1 网络环境

无线局域网 WLAN 连接，DNS 后缀：tsinghua.edu.cn。

2.2 微机环境

安装并配置了 TCP/IP 协议的联网微机，win11 操作系统。

三. 实验内容

3.1 ipconfig

练习使用 ipconfig 工具，检测网络配置查看并记录本地微机的 IP(V4)地址、子网掩码、DNS 服务器地址、默认网关地址，网卡物理地址等。

运行 cmd.exe，输入 ipconfig/all，根据本地微机的相关信息见图 1：

```
无线局域网适配器 WLAN:

    连接特定的 DNS 后缀 . . . . . : tsinghua.edu.cn
    描述. . . . . : Realtek 8822CE Wireless LAN 802.11ac PCI-E NIC
    物理地址. . . . . : 5C-3A-45-FA-30-23
    DHCP 已启用 . . . . . : 是
    自动配置已启用. . . . . : 是
    IPv6 地址. . . . . : 2402:f000:3:8801:cae:da43:f8ce:dfel(首选)
    临时 IPv6 地址. . . . . : 2402:f000:3:8801:e953:5f4a:f35d:af66(首选)
    本地链接 IPv6 地址. . . . . : fe80::cae:da43:f8ce:dfel%13(首选)
    IPv4 地址. . . . . : 183.173.137.6(首选)
    子网掩码. . . . . : 255.255.248.0
    获得租约的时间. . . . . : 2022年9月20日 15:58:23
    租约过期的时间. . . . . : 2022年9月20日 16:58:29
    默认网关. . . . . : fe80::9629:2fff:fe37:8802%13
    . . . . . : 183.173.136.1
    DHCP 服务器 . . . . . : 166.111.8.6
    DHCPv6 IAID . . . . . : 123484741
    DHCPv6 客户端 DUID . . . . . : 00-01-00-01-29-D8-69-9E-5C-3A-45-FA-30-23
    DNS 服务器 . . . . . : 2402:f000:1:801::8:28
    . . . . . : 2402:f000:1:801::8:29
    . . . . . : 166.111.8.28
    . . . . . : 166.111.8.29
    . . . . . : 101.7.8.9
    TCP/IP 上的 NetBIOS . . . . . : 已启用
```

图 1: TCP/IP 配置信息

IP(V4)地址：183.173.137.6

子网掩码：255.255.248.0

DNS 服务器地址：166.111.8.28

默认网关地址：183.172.136.1

网卡物理地址：5C-3A-45-FA-30-23

3.2 nbtstat

使用 nbtstat 工具，确定本机和相邻微机的 netbios 信息。

运行 nbtstat -n/-r，根据图 2/3/4 所示内容得到本机的 netbios 信息：

```
WLAN:
节点 IP 地址: [183.173.137.6] 范围 ID: []
```

NetBIOS 本地名称表		
名称	类型	状态
LAPTOP-RG3579VA<20>	唯一	已注册
LAPTOP-RG3579VA<00>	唯一	已注册
WORKGROUP	<00> 组	已注册

图 2：运行 nbtstat-n 所得到的本机 netbios 名称表

```
C:\Users\pengcheng>nbtstat -c

Panda:
节点 IP 地址: [0.0.0.0] 范围 ID: []

缓存中没有名称

蓝牙网络连接:
节点 IP 地址: [0.0.0.0] 范围 ID: []

缓存中没有名称

WLAN:
节点 IP 地址: [183.173.137.6] 范围 ID: []

缓存中没有名称

本地连接* 1:
节点 IP 地址: [0.0.0.0] 范围 ID: []

缓存中没有名称

本地连接* 2:
节点 IP 地址: [0.0.0.0] 范围 ID: []

缓存中没有名称
```

图 3：运行 nbtstat -c 查看本机 netbios 缓存信息

```
C:\Users\pengcheng>nbtstat -r

NetBIOS 名称解析和注册统计
-----

通过广播解析的      = 0
通过名称服务器解析  = 0

通过广播注册的      = 52
通过名称服务器注册的 = 0
```

图 4：运行 nbtstat -r 查看本机 netbios 统计信息

使用手机热点构造局子网，本机 ip 地址为 183.168.43.94，相邻计算机 ip 地址为 183.168.43.204，运行 nbtstat -a 183.168.43.204，起初返回了“找不到主机”的提示，经过检索后选择关闭相邻主机的防火墙，最终根据得到图 5 所示内容得到相邻主机的 netbios 信息：

WLAN:
节点 IP 址址: [192.168.43.94] 范围 ID: []

NetBIOS 远程计算机名称表		
名称	类型	状态
LAPTOP-IC3HHE4T<20>	唯一	已注册
LAPTOP-IC3HHE4T<00>	唯一	已注册
WORKGROUP	<00> 组	已注册
MAC 地址 = 90-E8-68-2B-9A-75		

图 5：相邻主机的 netbios 信息

3.3 netstat

使用 netstat 工具，查看并记录本机传输层协议统计信息和协议端口。

运行 netstat -e，根据图 6 所示内容得到以太网统计信息：

```
C:\Users\pengcheng>netstat -e
接口统计
```

	接收的	发送的
字节	3969624180	144911436
单播数据包	1085472	781386
非单播数据包	19525080	4116
丢弃	0	0
错误	0	0
未知协议	0	

图 6：以太网统计信息

运行 netstat -s，根据图 7 所示内容得到按协议统计信息：

IPv4 统计信息	ICMPv4 统计信息	IPv4 的 TCP 统计信息
接收的数据包 = 2540100	消息 2688 已接收 1552 已发送	主动开放 = 21076
接收的标头错误 = 10	错误 0	被动开放 = 6123
接收的地址错误 = 97004	目标不可达 117 490 0	失败连接尝试 = 2476
转发的数据报 = 0	超时 1 0 0	重置连接 = 2562
接收的未知协议 = 5	参数问题 0 0 0	当前连接 = 46
丢弃的接收数据包 = 380402	源抑制 0 0 0	接收的分段 = 3971093
传送的接收数据包 = 2423801	重定向 0 0 0	发送的分段 = 3138915
输出请求 = 1284994	回显回复 220 0 0	重新传输的分段 = 16214
路由丢弃 = 0	回显 0 2350 1062	
丢弃的输出数据包 = 2946	时间戳 0 0 0	IPv6 的 TCP 统计信息
输出数据包无路由 = 301	时间戳回复 0 0 0	主动开放 = 4828
需要重新组合 = 2	地址掩码 0 0 0	被动开放 = 1
重新组合成功 = 1	地址掩码回复 0 0 0	失败连接尝试 = 512
重新组合失败 = 0	路由器请求 0 0 0	重置连接 = 251
数据报分段成功 = 0	路由器播发 0 0 0	当前连接 = 17
数据报分段失败 = 0		接收的分段 = 208543
分段已创建 = 0		发送的分段 = 162924
		重新传输的分段 = 3007
IPv6 统计信息	ICMPv6 统计信息	IPv4 的 UDP 统计信息
接收的数据包 = 1459583	消息 19688 已接收 1328 已发送	接收的数据报 = 1074976
接收的标头错误 = 15	错误 0	无端口 = 39215
接收的地址错误 = 913054	目标不可达 4 675 0	接收错误 = 0
转发的数据报 = 0	数据报太大 0 0 0	发送的数据报 = 30425
接收的未知协议 = 470	超时 0 0 0	
丢弃的接收数据包 = 22630	参数问题 0 1 0	IPv6 的 UDP 统计信息
传送的接收数据包 = 546835	回显 0 0 0	接收的数据报 = 821064
输出请求 = 206518	MLD 查询 7 0 0	无端口 = 9842
路由丢弃 = 0	MLD 报告 1323 0 0	接收错误 = 0
丢弃的输出数据包 = 217	MLD 已完成 0 474 42	发送的数据报 = 27135
输出数据包无路由 = 99	路由器请求 0 15504 0	
需要重新组合 = 4	路由器播发 45 457 0	
重新组合成功 = 2	邻居请求 2330 154 0	
重新组合失败 = 0	重定向 0 0 0	
	路由器重新编号 0 0 0	

图 7：按协议统计信息

运行 netstat -n，内容得到活动的 TCP 连接如图 8 所示：

```
C:\Users\pengcheng>netstat -n
活动连接
 协议 本地地址          外部地址          状态
TCP    127.0.0.1:2001      127.0.0.1:2002    ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:2002      127.0.0.1:2001    ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:2052      127.0.0.1:44440   ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:2385      127.0.0.1:5150    ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:4756      127.0.0.1:5939    ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:4849      127.0.0.1:4850    ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:4850      127.0.0.1:4849    ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:4851      127.0.0.1:4853    ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:4851      127.0.0.1:4854    ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:4851      127.0.0.1:4855    ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:4851      127.0.0.1:4856    ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:4851      127.0.0.1:4857    ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:4853      127.0.0.1:4851    ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:4854      127.0.0.1:4851    ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:4855      127.0.0.1:4851    ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:4856      127.0.0.1:4851    ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:4857      127.0.0.1:4851    ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:5029      127.0.0.1:8588    ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:5150      127.0.0.1:2385    ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:5939      127.0.0.1:4756    ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:6389      127.0.0.1:6390    ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:6390      127.0.0.1:6389    ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:8588      127.0.0.1:5029    ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:8588      127.0.0.1:12783    ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:12277     127.0.0.1:12276    TIME_WAIT
TCP    127.0.0.1:12282     127.0.0.1:12281    TIME_WAIT
TCP    127.0.0.1:12287     127.0.0.1:12286    TIME_WAIT
TCP    127.0.0.1:12783     127.0.0.1:8588    ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:13133     127.0.0.1:13134    ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:13134     127.0.0.1:13133    ESTABLISHED
TCP    127.0.0.1:44440     127.0.0.1:2052    ESTABLISHED
TCP    183.173.137.6:2511  20.198.162.76:443  ESTABLISHED
TCP    183.173.137.6:2857  47.104.91.157:443  ESTABLISHED
TCP    183.173.137.6:2863  108.177.97.188:5228 ESTABLISHED
TCP    183.173.137.6:2873  20.198.162.76:443  ESTABLISHED
TCP    183.173.137.6:10515 220.181.174.162:443 TIME_WAIT
TCP    183.173.137.6:12275 40.79.141.152:443  TIME_WAIT
TCP    183.173.137.6:12280 49.4.45.72:443     TIME_WAIT
TCP    183.173.137.6:12285 49.4.18.241:443    TIME_WAIT
TCP    183.173.137.6:12290 49.4.18.241:443    TIME_WAIT
TCP    183.173.137.6:12291 52.109.56.83:443   TIME_WAIT
TCP    183.173.137.6:12293 52.109.56.83:443   TIME_WAIT
TCP    183.173.137.6:12295 49.4.38.49:5223    ESTABLISHED
TCP    183.173.137.6:12296 51.104.167.186:443 ESTABLISHED
TCP    183.173.137.6:12298 104.21.16.14:443   ESTABLISHED
TCP    183.173.137.6:13039 35.186.194.58:443  TIME_WAIT
TCP    183.173.137.6:13047 35.174.127.31:443  ESTABLISHED
TCP    183.173.137.6:13117 35.174.127.31:443  ESTABLISHED
TCP    [2402:f000:3:8801:e9d3:4e8c:1a2e:7709]:2854 [2402:4e00:8010::13d]:80 ESTABLISHED
TCP    [2402:f000:3:8801:e9d3:4e8c:1a2e:7709]:3109 [2407:b380:8000:c:103:74:50:133]:443 CLOSE_WAIT
TCP    [2402:f000:3:8801:e9d3:4e8c:1a2e:7709]:3110 [2407:b380:8000:c:103:74:50:133]:443 CLOSE_WAIT
TCP    [2402:f000:3:8801:e9d3:4e8c:1a2e:7709]:3111 [2407:b380:8000:c:103:74:50:133]:443 CLOSE_WAIT
TCP    [2402:f000:3:8801:e9d3:4e8c:1a2e:7709]:3112 [2407:b380:8000:c:103:74:50:133]:443 CLOSE_WAIT
TCP    [2402:f000:3:8801:e9d3:4e8c:1a2e:7709]:3113 [2407:b380:8000:c:103:74:50:133]:443 CLOSE_WAIT
TCP    [2402:f000:3:8801:e9d3:4e8c:1a2e:7709]:3119 [2407:b380:8000:c:103:74:50:133]:443 CLOSE_WAIT
TCP    [2402:f000:3:8801:e9d3:4e8c:1a2e:7709]:9013 [2606:4700:4400::6812:215e]:443 ESTABLISHED
TCP    [2402:f000:3:8801:e9d3:4e8c:1a2e:7709]:10505 [2606:4700:4400::ac40:9aa2]:443 TIME_WAIT
TCP    [2402:f000:3:8801:e9d3:4e8c:1a2e:7709]:11884 [2600:140e:6:796::57]:443 CLOSE_WAIT
TCP    [2402:f000:3:8801:e9d3:4e8c:1a2e:7709]:12271 [2606:4700:4400::ac40:9aa2]:443 ESTABLISHED
TCP    [2402:f000:3:8801:e9d3:4e8c:1a2e:7709]:12297 [2606:4700:3033::6815:100e]:443 TIME_WAIT
TCP    [2402:f000:3:8801:e9d3:4e8c:1a2e:7709]:13046 [2606:4700:20::681a:2ba]:443 ESTABLISHED
TCP    [2402:f000:3:8801:e9d3:4e8c:1a2e:7709]:13118 [2606:4700:20::681a:2ba]:443 ESTABLISHED
```

图 8：活动的 TCP 连接

3.4 arp

熟悉 arp 命令的基本用法，了解 IP 地址和物理地址间映射关系，察看本机、相邻主机或网关的 IP 地址和物理地址的映射关系。

运行 arp -a，得到默认网关的 IP 地址和物理地址的映射关系如图 9 所示：

```
C:\Users\pengcheng>arp -a
接口: 183.173.138.188 --- 0xd
Internet 地址          物理地址          类型
183.173.136.1          94-29-2f-37-88-02 动态
183.173.143.255        ff-ff-ff-ff-ff-ff 静态
224.0.0.22             01-00-5e-00-00-16 静态
224.0.0.251            01-00-5e-00-00-fb 静态
224.0.0.252            01-00-5e-00-00-fc 静态
239.255.255.250        01-00-5e-7f-ff-fa 静态
255.255.255.255        ff-ff-ff-ff-ff-ff 静态
```

图 9：默认网关的 IP 地址和物理地址的映射关系

默认网关的 IP 地址和物理地址的映射关系如下：

183.173.136.1 94-29-2f-37-88-02

3.5 ping

练习使用 ping 命令，测试网络连通性，要求测试本机、邻居微机、默认网关、域名服务器、远程网络地址等。

运行 ping 127.0.0.1，检查本机的 TCP/IP 协议安装是否正确：

```
C:\Users\pengcheng>ping 127.0.0.1

正在 Ping 127.0.0.1 具有 32 字节的数据:
来自 127.0.0.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 127.0.0.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 127.0.0.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 127.0.0.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

127.0.0.1 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 丢失 = 0 (0% 丢失),
往返行程的估计时间(以毫秒为单位):
    最短 = 0ms, 最长 = 0ms, 平均 = 0ms
```

图 10：验证本机 TCP/IP 协议安装

运行 ping 183.172.207.40，验证本机连通性：

```
C:\Users\pengcheng>ping 183.172.207.40

正在 Ping 183.172.207.40 具有 32 字节的数据:
来自 183.172.207.40 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 183.172.207.40 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 183.172.207.40 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 183.172.207.40 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

183.172.207.40 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 丢失 = 0 (0% 丢失),
往返行程的估计时间(以毫秒为单位):
    最短 = 0ms, 最长 = 0ms, 平均 = 0ms
```

图 11：验证本机连通性

运行 ping 183.172.216.1，验证邻居计算机连通性：

```
C:\Users\pengcheng>ping 183.172.216.1

正在 Ping 183.172.216.1 具有 32 字节的数据:
来自 183.172.216.1 的回复: 字节=32 时间=2ms TTL=254
来自 183.172.216.1 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=254
来自 183.172.216.1 的回复: 字节=32 时间=2ms TTL=254
来自 183.172.216.1 的回复: 字节=32 时间=3ms TTL=254

183.172.216.1 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 丢失 = 0 (0% 丢失),
往返行程的估计时间(以毫秒为单位):
    最短 = 1ms, 最长 = 3ms, 平均 = 2ms
```

图 12：验证邻居计算机连通性

运行 ping 183.172.200.1，验证默认网关连通性：

```
C:\Users\pengcheng>ping 183.172.200.1

正在 Ping 183.172.200.1 具有 32 字节的数据:
来自 183.172.200.1 的回复: 字节=32 时间=4ms TTL=254
来自 183.172.200.1 的回复: 字节=32 时间=2ms TTL=254
来自 183.172.200.1 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=254
来自 183.172.200.1 的回复: 字节=32 时间=2ms TTL=254

183.172.200.1 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 丢失 = 0 (0% 丢失),
往返行程的估计时间(以毫秒为单位):
    最短 = 1ms, 最长 = 4ms, 平均 = 2ms
```

图 13: 验证默认网关连通性

运行 ping 166.111.8.28, 验证域名服务器连通性:

```
C:\Users\pengcheng>ping 166.111.8.28

正在 Ping 166.111.8.28 具有 32 字节的数据:
来自 166.111.8.28 的回复: 字节=32 时间=4ms TTL=61
来自 166.111.8.28 的回复: 字节=32 时间=2ms TTL=61
来自 166.111.8.28 的回复: 字节=32 时间=2ms TTL=61
来自 166.111.8.28 的回复: 字节=32 时间=3ms TTL=61

166.111.8.28 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 丢失 = 0 (0% 丢失),
往返行程的估计时间(以毫秒为单位):
    最短 = 2ms, 最长 = 4ms, 平均 = 2ms
```

图 14: 验证域名服务器连通性

运行 ping www.baidu.com, 验证远程网络地址连通性:

```
C:\Users\pengcheng>ping www.baidu.com

正在 Ping www.a.shifen.com [182.61.200.7] 具有 32 字节的数据:
来自 182.61.200.7 的回复: 字节=32 时间=5ms TTL=52
来自 182.61.200.7 的回复: 字节=32 时间=9ms TTL=52
来自 182.61.200.7 的回复: 字节=32 时间=6ms TTL=52
来自 182.61.200.7 的回复: 字节=32 时间=4ms TTL=52

182.61.200.7 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 丢失 = 0 (0% 丢失),
往返行程的估计时间(以毫秒为单位):
    最短 = 4ms, 最长 = 9ms, 平均 = 6ms
```

图 15: 验证远程网络地址连通性

3.6 tracert

练习使用 tracert 命令, 检测到达目的地址 166.111.8.28 所经过的路由器的 IP 地址。

运行 tracert 166.111.8.28, 根据图 16, 到达目的地址所经过的路由器 IP 地址依次为:

183.172.200.1 → 172.17.2.25 → 118.229.2.218 → 166.111.8.28

```
C:\Users\pengcheng>tracert 166.111.8.28

通过最多 30 个跃点跟踪到 166.111.8.28 的路由

  1      4 ms      6 ms      39 ms  183.172.200.1
  2     23 ms      2 ms       3 ms  172.17.2.25
  3       2 ms      7 ms     10 ms  118.229.2.218
  4       6 ms      2 ms      4 ms  166.111.8.28

跟踪完成。
```

图 16: 到达目的地址所经过的路由器 IP 地址

四. 实验思考题

4.1 在 Internet 上进行网络通信，主机必须包含的基本网络配置有哪些？必须具有哪些地址？

基本网络配置：DNS 后缀、IP 地址、子网掩码、默认网关、DNS 服务器地址；IP 地址、子网掩码、默认网关地址、DNS 服务器地址、网卡物理地址。

4.2 在使用 tracert 命令时，在路由检测的过程中可能会出现“*”，是否一定代表路由不可到达？为什么？

否。出现“*”只是代表一定时间内没有数据返回，而不一定是路由不可到达。

tracert 有一个固定的时间等待响应(ICMP TTL 到期消息)，如果超过这个时间，它将打印出一系列的*号表明：在这个路径上，这个设备不能在给定的时间内发出 ICMP TTL 到期消息的响应。随后给 TTL 计数器加 1，tracert 继续运行。所以，如果某些路由器不经询问直接丢弃 TTL 过期的数据包、没有返回“已超时”消息，就会出现路由器可以到达但却没有数据返回，从而显示“*”的情况。实际上，从第 2/3/4 列信息可以看出，三次尝试只要有一次成功，就可以获得这个节点的 IP 了，否则，在第 5 列会显示“请求超时”，见图 17。

```
C:\Users\pengcheng>tracert www.baidu.com

通过最多 30 个跃点跟踪
到 www.a.shifen.com [182.61.200.7] 的路由:

  1      7 ms      11 ms      5 ms      183.172.200.1
  2      5 ms       4 ms      20 ms      172.17.2.25
  3      4 ms       3 ms       2 ms      118.229.4.77
  4      6 ms       4 ms       3 ms      qhu0.cernet.net [202.112.38.69]
  5      5 ms       4 ms       4 ms      101.4.113.233
  6     10 ms       *        104 ms     219.224.103.38
  7     18 ms       5 ms       4 ms      101.4.130.34
  8    105 ms       4 ms       4 ms      182.61.255.28
  9      5 ms       5 ms       4 ms      182.61.254.171
 10      *         *         *         请求超时。
 11      *         *         *         请求超时。
 12      *         *         *         请求超时。
 13      5 ms       4 ms       5 ms      182.61.200.7

跟踪完成。
```

图 17：没有数据返回的情况

4.3 分别使用 ping -r 和 tracert 检验到 166.111.8.28 所通过的路径，分析到达该目标地址的相关路由，获得的路由信息有何不同？并画出到达目的地址的路径示意图。

ping -r 9 166.111.8.28 指令运行结果见图 18，tracert 指令运行结果见图 16。其中，ping -r 会发送四个数据包，会显示返回的每个数据包收到的应答结果，会显示字节数、时间和 TTL 值和统计结果；tracert 命令只显示了到达路径上的路由而并未显示返回路径上的路由，而 ping 命令还会显示返回路径上的路由。但两者显示的 ip 地址不尽相同，原因

是 `tracert` 显示的是每个节点的入口，而 `ping` 显示的是每个节点的出口。

```
C:\Users\pengcheng>ping -r 9 166.111.8.28

正在 Ping 166.111.8.28 具有 32 字节的数据:
来自 166.111.8.28 的回复: 字节=32 时间=45ms TTL=61
    路由: 172.17.2.26 ->
           118.229.2.217 ->
           166.111.8.1 ->
           166.111.8.28 ->
           166.111.8.28 ->
           118.229.2.218 ->
           118.229.1.28 ->
           183.172.200.1
来自 166.111.8.28 的回复: 字节=32 时间=38ms TTL=61
    路由: 172.17.2.30 ->
           118.229.2.217 ->
           166.111.8.1 ->
           166.111.8.28 ->
           166.111.8.28 ->
           118.229.2.218 ->
           118.229.1.28 ->
           183.172.200.1

请求超时。
来自 166.111.8.28 的回复: 字节=32 时间=26ms TTL=61
    路由: 172.17.2.26 ->
           118.229.2.217 ->
           166.111.8.1 ->
           166.111.8.28 ->
           166.111.8.28 ->
           118.229.2.218 ->
           118.229.1.28 ->
           183.172.200.1

166.111.8.28 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 3, 丢失 = 1 (25% 丢失),
    往返行程的估计时间(以毫秒为单位):
        最短 = 26ms, 最长 = 45ms, 平均 = 36ms
```

图 18: `ping -r 9 166.111.8.28` 指令运行结果

到达目的地址的路径示意图如图 19 所示:

`tracert`:

183.172.207.40 → 183.172.200.1 → 172.17.2.25 → 118.229.2.218 → 166.111.8.28
默认网关

`ping -r`:

183.172.207.40 → 172.17.2.26 → 118.229.2.217 → 166.111.8.1
↑
183.172.200.1 ← 118.229.1.28 ← 118.229.2.218 ← 166.111.8.28

图 19: `ping -r` 和 `tracert` 路径示意图

4.4 实验中还出现了哪些你认为不该出现的或不能解释的现象？你是如何分析和理解的？

在查看相邻计算机的 `netbios` 信息时，按照常规步骤无法搜索到我的相邻计算机。根据我的搜索结果，我猜测可能是跟计算机防火墙保护本机信息有关，于是我关闭相邻计算机防火墙重新搜索，最终搜索到了相邻计算机。

`ping -r` 前向的结果中并没有经过默认网关，我推测应当是由于 `ping` 显示的是节点出口，而默认网关并不是节点出口而只是节点入口。