

## 实验 05：主机路由实验

姓名	学号	合作学生	指导教师	实验地点	实验时间
林继申	2250758	无	陈伟超	济事楼 330	2024/03/14

### 【实验目的】

本实验旨在通过 Windows 系统的 Route 命令，掌握主机路由的基本概念和操作，进一步理解路由表的动态维护和数据包的转发机制。通过实验内容，学习如何使用 route 命令在 Windows 环境下进行路由表的查看、添加、修改和删除操作，从而深入理解网络路由的工作原理及其在数据包传输过程中的作用。实验的主要内容包括练习 route print 命令以显示当前的路由表项目，route add 命令添加新的路由项目，route change 命令修改数据的传输路由，以及 route delete 命令从路由表中删除路由。

### 【实验原理】

#### 一、路由

路由（Routing）是指在网络中传输数据包从源头到目的地时，确定数据包传输的端到端路径的过程。路由主要在 OSI 参考模型的第三层——网络层上进行，其核心设备是路由器。路由器的任务是通过转发数据包来实现不同网络的互连。

在进行路由时，路由器通常会连接两个或多个逻辑网络，这些网络可以是 IP 子网或通过点到点协议标识的。路由器至少拥有一个物理端口。当路由器收到一个数据包时，它会根据数据包中的目的地网络层地址以及自己内部维护的路由表来决定该将数据包转发至哪个端口以及下一个跳转的地址，并重写数据包的链路层头部信息以实现数据包的正确转发。

路由器通过动态维护其路由表来反映当前网络的拓扑结构。这个动态维护过程通常涉及与网络中其他路由器交换路由信息和链路状态信息，从而使得路由器能够了解到达网络中各个目标地址的最佳路径，并在网络拓扑发生变化时更新这些路径信息。

虽然路由器可以支持多种网络协议，如 TCP/IP、IPX/SPX、AppleTalk 等，但在我国，绝大多数路由器运行的是 TCP/IP 协议。这是因为 TCP/IP 协议提供了一整套完善的网络通信协议，能够满足各种网络互联和数据传输的需求，成为了

全球网络通信的标准。

## 二、Route 命令

route 命令是一个网络工具，用于查看和修改 IP 路由表。这个命令在各种操作系统中都有提供，包括 Windows、Linux 和 macOS，使网络管理员能够控制数据包从源地址到目的地址的路径。通过使用 route 命令，管理员可以指定特定的路径来优化网络流量，解决网络拥堵问题，或绕过故障的网络设备。

主要参数说明：

- add：添加一条新的路由规则到 IP 路由表中。
- delete：从 IP 路由表中删除一条路由规则。
- print：显示当前的 IP 路由表。
- -p：当添加路由时，使路由规则持久化。仅在 Windows 系统中有效，这意味着即使重启计算机路由规则也依然有效。

使用场景：

- 自定义网络流量路径：当网络管理员希望控制特定网络流量的路径时，可以通过添加自定义路由来实现。这在多网卡环境或多个网络连接存在时尤其有用。
- 网络故障诊断和规避：在网络设备或链接故障时，管理员可以临时更改路由表，将流量重新定向到备用路径，以保证网络的连通性和服务的可用性。
- 网络性能优化：通过合理配置路由规则，可以避免网络拥堵，优化网络性能。
- 安全控制：通过定义特定的路由规则，可以防止不安全的网络访问或限制访问特定网络资源。

### 【实验设备】

1. 操作系统：Windows 11
2. 网络环境：局域网

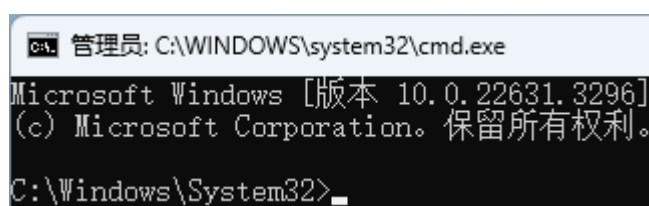
### 【实验步骤】

1. 打开命令提示符，注意要以管理员身份运行。
2. 使用 route PRINT 命令查看当前的路由表。

- 记录显示的路由表项。
- 使用 route ADD 命令添加新的路由。
- 再次使用 route PRINT 命令，观察路由表的变化。
- 使用 route CHANGE 命令尝试修改现有的路由。
- 再次使用 route PRINT 命令，观察路由表的变化。
- 使用 route DELETE 命令删除刚才添加的路由。
- 再次使用 route PRINT 命令，观察路由表的变化。

### 【实验现象】

- 打开命令提示符，注意要以管理员身份运行。



- 使用 route PRINT 命令查看当前的 IPv4 和 IPv6 路由表。

```
C:\Windows\System32>route PRINT
=====
接口列表
24...88 a4 c2 22 79 31 .....Realtek PCIe GbE Family Controller
13...00 ff 47 e7 31 e5 .....Array Networks TAP-Windows Adapter
11...d4 54 8b 33 2b 7f .....Microsoft Wi-Fi Direct Virtual Adapter #3
7...d6 54 8b 33 2b 7e .....Microsoft Wi-Fi Direct Virtual Adapter #4
14...00 ff 5c f8 8a 1e .....Netease UU TAP-Win32 Adapter V9.21
2...00 50 56 c0 00 01 .....VMware Virtual Ethernet Adapter for VMnet1
26...00 50 56 c0 00 08 .....VMware Virtual Ethernet Adapter for VMnet8
6...d4 54 8b 33 2b 7e .....Intel(R) Wi-Fi 6 AX201 160MHz
4...d4 54 8b 33 2b 82 .....Bluetooth Device (Personal Area Network)
1.....
=====

IPv4 路由表
=====
活动路由:
网络目标          网络掩码          网关          接口          跃点数
0.0.0.0            0.0.0.0          100.81.255.254 100.81.138.91 45
100.80.0.0         255.255.0.0      在链路上      100.81.138.91 301
100.81.138.91      255.255.255.255 在链路上      100.81.138.91 301
100.81.255.255     255.255.255.255 在链路上      100.81.138.91 301
127.0.0.0          255.0.0.0        在链路上      127.0.0.1 331
127.0.0.1          255.255.255.255 在链路上      127.0.0.1 331
127.255.255.255    255.255.255.255 在链路上      127.0.0.1 331
192.168.178.0      255.255.255.0    在链路上      192.168.178.1 291
192.168.178.1      255.255.255.255 在链路上      192.168.178.1 291
192.168.178.255    255.255.255.255 在链路上      192.168.178.1 291
192.168.216.0      255.255.255.0    在链路上      192.168.216.1 291
192.168.216.1      255.255.255.255 在链路上      192.168.216.1 291
192.168.216.255    255.255.255.255 在链路上      192.168.216.1 291
224.0.0.0          240.0.0.0        在链路上      127.0.0.1 331
224.0.0.0          240.0.0.0        在链路上      192.168.178.1 291
224.0.0.0          240.0.0.0        在链路上      192.168.216.1 291
224.0.0.0          240.0.0.0        在链路上      100.81.138.91 301
255.255.255.255    255.255.255.255 在链路上      127.0.0.1 331
255.255.255.255    255.255.255.255 在链路上      192.168.178.1 291
255.255.255.255    255.255.255.255 在链路上      192.168.216.1 291
255.255.255.255    255.255.255.255 在链路上      100.81.138.91 301
=====
永久路由:
无
```

```

IPv6 路由表
=====
活动路由:
接口 跃点数 网络目标      网关
6     301 :::/0          fe80::9e54:c2ff:fe0d:5002
1     331 ::1/128        在链路上
6     301 2001:da8:8002:6bd1::/64 在链路上
6     301 2001:da8:8002:6bd1:3da8:a8dd:269f:38c7/128 在链路上
6     301 2001:da8:8002:6bd1:c18e:2f3d:a347:f6fd/128 在链路上
6     301 fd14:44b7:386d::/64    fe80::53:66f3:7828:7963
2     291 fe80::/64          在链路上
26    291 fe80::/64          在链路上
6     301 fe80::/64          在链路上
2     291 fe80::56ef:3fcc:a3dd:cb3d/128 在链路上
6     301 fe80::b6ff:9493:f8d0:9a9e/128 在链路上
26    291 fe80::d4b1:99a9:f47d:2d51/128 在链路上
1     331 ff00::/8          在链路上
2     291 ff00::/8          在链路上
26    291 ff00::/8          在链路上
6     301 ff00::/8          在链路上
=====
永久路由:
无

```

- 记录显示的路由表项。
- 使用 `route ADD 192.168.2.0 mask 255.255.255.0 192.168.1.1` 命令添加新的路由，使得所有前往 192.168.2.0 网络（子网掩码为 255.255.255.0）的数据包都通过 192.168.1.1 网关转发。

```

C:\Windows\System32>route ADD 192.168.2.0 mask 255.255.255.0 192.168.1.1
操作完成!

```

- 再次使用 `route PRINT` 命令，观察路由表的变化，新的路由项出现在路由表中。

```

IPv4 路由表
=====
活动路由:
网络目标      网络掩码      网关      接口      跃点数
0.0.0.0        0.0.0.0        100.81.255.254 100.81.138.91 45
100.80.0.0      255.254.0.0    在链路上    100.81.138.91 301
100.81.138.91   255.255.255.255 在链路上    100.81.138.91 301
100.81.255.255  255.255.255.255 在链路上    100.81.138.91 301
127.0.0.0       255.0.0.0      在链路上    127.0.0.1 331
127.0.0.1       255.255.255.255 在链路上    127.0.0.1 331
127.255.255.255 255.255.255.255 在链路上    127.0.0.1 331
192.168.2.0     255.255.255.0  192.168.1.1  100.81.138.91 46
192.168.178.0   255.255.255.0  在链路上    192.168.178.1 291
192.168.178.1   255.255.255.255 在链路上    192.168.178.1 291
192.168.178.255 255.255.255.255 在链路上    192.168.178.1 291
192.168.216.0   255.255.255.0  在链路上    192.168.216.1 291
192.168.216.1   255.255.255.255 在链路上    192.168.216.1 291
192.168.216.255 255.255.255.255 在链路上    192.168.216.1 291
224.0.0.0       240.0.0.0      在链路上    127.0.0.1 331
224.0.0.0       240.0.0.0      在链路上    192.168.178.1 291
224.0.0.0       240.0.0.0      在链路上    192.168.216.1 291
224.0.0.0       240.0.0.0      在链路上    100.81.138.91 301
255.255.255.255 255.255.255.255 在链路上    127.0.0.1 331
255.255.255.255 255.255.255.255 在链路上    192.168.178.1 291
255.255.255.255 255.255.255.255 在链路上    192.168.216.1 291
255.255.255.255 255.255.255.255 在链路上    100.81.138.91 301
=====
永久路由:
无

```

- 使用 `route CHANGE 192.168.2.0 mask 255.255.255.0 192.168.1.2` 命令尝试修改到 192.168.2.0 网络的路由，使数据包通过新的网关 192.168.1.2 转发。

```
C:\Windows\System32>route CHANGE 192.168.2.0 mask 255.255.255.0 192.168.1.2
操作完成!
```

- 再次使用 `route PRINT` 命令，观察路由表的变化，选定的路由项得到修改。

```
IPv4 路由表
=====
活动路由:
网络目标      网络掩码      网关      接口      跃点数
0.0.0.0        0.0.0.0        100.81.255.254  100.81.138.91  45
100.80.0.0      255.254.0.0    在链路上        100.81.138.91  301
100.81.138.91    255.255.255.255  在链路上        100.81.138.91  301
100.81.255.255    255.255.255.255  在链路上        100.81.138.91  301
127.0.0.0        255.0.0.0      在链路上        127.0.0.1  331
127.0.0.1        255.255.255.255  在链路上        127.0.0.1  331
127.255.255.255  255.255.255.255  在链路上        127.0.0.1  331
192.168.2.0      255.255.255.0    192.168.1.2     100.81.138.91  46
192.168.178.0    255.255.255.0    在链路上        192.168.178.1  291
192.168.178.1    255.255.255.255  在链路上        192.168.178.1  291
192.168.178.255  255.255.255.255  在链路上        192.168.178.1  291
192.168.216.0    255.255.255.0    在链路上        192.168.216.1  291
192.168.216.1    255.255.255.255  在链路上        192.168.216.1  291
192.168.216.255  255.255.255.255  在链路上        192.168.216.1  291
224.0.0.0        240.0.0.0      在链路上        127.0.0.1  331
224.0.0.0        240.0.0.0      在链路上        192.168.178.1  291
224.0.0.0        240.0.0.0      在链路上        192.168.216.1  291
224.0.0.0        240.0.0.0      在链路上        100.81.138.91  301
255.255.255.255  255.255.255.255  在链路上        127.0.0.1  331
255.255.255.255  255.255.255.255  在链路上        192.168.178.1  291
255.255.255.255  255.255.255.255  在链路上        192.168.216.1  291
255.255.255.255  255.255.255.255  在链路上        100.81.138.91  301
=====
永久路由:
无
```

- 使用 `route DELETE 192.168.2.0` 命令删除到 192.168.2.0 网络的路由。

```
C:\Windows\System32>route DELETE 192.168.2.0
操作完成!
```

- 再次使用 `route PRINT` 命令，观察相应的路由项从路由表中消失。

```
IPv4 路由表
=====
活动路由:
网络目标      网络掩码      网关      接口      跃点数
0.0.0.0        0.0.0.0        100.81.255.254  100.81.138.91  45
100.80.0.0      255.254.0.0    在链路上        100.81.138.91  301
100.81.138.91    255.255.255.255  在链路上        100.81.138.91  301
100.81.255.255    255.255.255.255  在链路上        100.81.138.91  301
127.0.0.0        255.0.0.0      在链路上        127.0.0.1  331
127.0.0.1        255.255.255.255  在链路上        127.0.0.1  331
127.255.255.255  255.255.255.255  在链路上        127.0.0.1  331
192.168.178.0    255.255.255.0    在链路上        192.168.178.1  291
192.168.178.1    255.255.255.255  在链路上        192.168.178.1  291
192.168.178.255  255.255.255.255  在链路上        192.168.178.1  291
192.168.216.0    255.255.255.0    在链路上        192.168.216.1  291
192.168.216.1    255.255.255.255  在链路上        192.168.216.1  291
192.168.216.255  255.255.255.255  在链路上        192.168.216.1  291
224.0.0.0        240.0.0.0      在链路上        127.0.0.1  331
224.0.0.0        240.0.0.0      在链路上        192.168.178.1  291
224.0.0.0        240.0.0.0      在链路上        192.168.216.1  291
224.0.0.0        240.0.0.0      在链路上        100.81.138.91  301
255.255.255.255  255.255.255.255  在链路上        127.0.0.1  331
255.255.255.255  255.255.255.255  在链路上        192.168.178.1  291
255.255.255.255  255.255.255.255  在链路上        192.168.216.1  291
255.255.255.255  255.255.255.255  在链路上        100.81.138.91  301
=====
永久路由:
无
```

## 【分析讨论】

### 一、实验内容记录

1. 打开命令提示符，注意要以管理员身份运行。使用 `route PRINT` 命令查看当前的 IPv4 和 IPv6 路由表。记录显示的路由表项。
2. 使用 `route ADD 192.168.2.0 mask 255.255.255.0 192.168.1.1` 命令添加新的路由，使得所有前往 192.168.2.0 网络（子网掩码为 255.255.255.0）的数据包都通过 192.168.1.1 网关转发。再次使用 `route PRINT` 命令，观察路由表的变化，新的路由项出现在路由表中。
3. 使用 `route CHANGE 192.168.2.0 mask 255.255.255.0 192.168.1.2` 命令尝试修改到 192.168.2.0 网络的路由，使数据包通过新的网关 192.168.1.2 转发。再次使用 `route PRINT` 命令，观察路由表的变化，选定的路由项得到修改。
4. 使用 `route DELETE 192.168.2.0` 命令删除到 192.168.2.0 网络的路由。再次使用 `route PRINT` 命令，观察相应的路由项从路由表中消失。

### 二、显示条目含义

1. 网络目标 (Network Destination): 网络目标指的是目的地网络或主机的 IP 地址。这个字段定义了路由条目适用的目的地范围，可以是一个单一的 IP 地址（指向一个具体的设备）或一个网络地址（代表一个网络上的所有设备）。
2. 网络掩码 (Netmask): 网络掩码与网络目标结合使用，用来指定目的地地址的范围。它通过掩码来区分 IP 地址中的网络部分和主机部分，从而定义了哪些 IP 地址属于同一个网络。例如，掩码 255.255.255.0 与网络地址 192.168.1.0 结合，表示 192.168.1.1 到 192.168.1.254 的所有 IP 地址都属于这个目标网络。
3. 网关 (Gateway): 网关是指下一跳的路由器或其他转发设备的 IP 地址。对于目的地网络之外的数据包，网关是数据包被发送到，然后由其进一步转发到目的地的中间设备。
4. 接口 (Interface): 接口是指本地主机上用于该路由的网络接口的 IP 地址。数据包将从这个接口出发，前往设置的网关或直接到达最终目的地。接口通常对应于物理或虚拟的网络适配器。

5. 跃点数 (Metric): 跃点数是一个表示到达目的地所需成本的数值, 它可以基于多种因素计算, 如传输时间、距离、带宽等。在存在多条可用路径时, 跃点数较低的路径通常会被选择为最佳路径。
6. 活动路由和永久路由: 活动路由是当前有效并被使用的路由。而永久路由, 不像活动路由在系统重启后会丢失, 是在系统重启后依然有效的路由。永久路由需要通过特定的命令设置。
7. IPv4 和 IPv6 路由表: `route PRINT` 命令会显示 IPv4 和 IPv6 的路由表。尽管这两种协议在地址结构 (IPv4 是 32 位, IPv6 是 128 位) 和地址长度上有所不同, 它们在路由原理上是相似的, 都是通过路由表来指导数据包的转发。
8. 在链路上 (On-link): 在链路上表示目的地可以直接通过本地接口到达, 无需经过其他路由器。这通常用于表示该路由目的地是直接连接到本地网络的设备。