

实验(七)：主机路由实验

一.实验目的

- 按照网际网组网原理，IP网络是个多跳网络，两个节点之间的传输将穿越多个IP子网，经过多个路由器，才能到达目标主机，而这一切均有赖于路由机制完成。一般认为，路由是路由器的专利。实际上，主机上也设置了路由表，只是较为隐蔽。主机路由表是理解主机和路由器建立转发关系的关键所在。
- 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。

二.实验原理

- 路由是一个在网络中决定数据包从源头到目的地端到端路径的过程。它主要在OSI参考模型的第三层——网络层工作，通过路由器实现数据包的转发以连接网络。虽然路由器能够支持多种通信协议如TCP/IP、IPX/SPX、AppleTalk等，但在中国，绝大多数的路由器是运行TCP/IP协议的。
- 路由器通常会连接两个或者更多的逻辑端口，这些端口由IP子网或点到点协议标识，并至少具有一个物理端口。路由器根据接收到的数据包中的网络层地址和内部维护的路由表来确定输出端口及下一跳地址，并通过重写链路层数据包头来实现数据包的转发。为了反映当前的网络拓扑，路由器会动态地维护其路由表，并通过与网络上其他路由器交换路由信息和链路状态来更新这些路由表。而主机路由是指在个人电脑上配置的路由功能，通常是通过软件实现的。与路由器中主要通过硬件实现的路由表不同，主机中的路由表是基于实际网络状况而变化的，它对于确保设备能够连接到互联网是必不可少的。
- 路由是一种网络通信机制，其核心任务是确定数据包从源主机到目标主机的最佳路径。在这个过程中，路由器扮演了至关重要的角色。它们不仅负责存储和管理路由表，还负责数据包的转发。下面是一些常见的定义：
 - **数据包转发与路由表**: 当一个数据包到达路由器的一个接口时，路由器首先会检查该数据包的目标IP地址。然后，它会在路由表中查找与这个IP地址最匹配的条目，以确定下一跳的地址和出口接口。
 - **动态与静态路由**: 路由可以是静态设置的，也可以是动态更新的。静态路由通常由网络管理员手动配置，而动态路由则通过路由协议（如RIP, OSPF等）自动更新。
 - **子网与子网掩码**: 在路由表中，除了目标IP地址外，还有一个重要的概念是子网掩码。它用于划分IP地址的网络部分和主机部分，以便路由器能更准确地匹配目标。
 - **跃点数 (Metric)**: 这是一个用于衡量到达目标地址所需成本的数值。路由器会优先选择跃点数最低的路径。
 - **路由协议与路由算法**: 路由协议定义了路由器如何与其他路由器通信，以及如何更新其路由表。常见的路由协议有RIP, OSPF, BGP等。路由算法则是路由协议的核心，负责计算最佳路径。
 - **主机路由**: 除了专用的路由器设备外，普通的计算机也可以进行路由。这通常是通过在操作系统级别配置路由表来实现的。这种情况下，计算机既是数据包的源或目标，也是转发数据包的设备。
 - **命令行路由操作**: 在Windows系统中，`route`命令提供了一种手段，用于查看和修改主机级别的路由表。这对于网络故障排查和高级网络配置是非常有用的。

通过理解这些基础原理，我们可以更深入地掌握路由的工作机制，以及如何通过命令行工具进行路由配置和故障排查。

三.实验环境

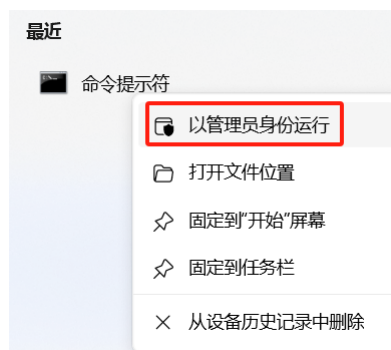
- 操作系统：Windows 10
- 网络环境：局域网
- 软件：命令提示符cmd

四.实验步骤

- 打开命令提示符，注意要以管理员身份运行。
- 使用 `route print` 命令查看当前的路由表。
- 记录显示的路由表项。
- 使用 `route add` 命令添加新的路由。
 - `route add [目标网络] mask [子网掩码] [网关地址]`
- 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。
 - `route change [目标网络] mask [新子网掩码] [新网关地址]`
- 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。
 - `route delete [目标网络]`
- 再次使用 `route print` 命令，观察路由表的变化。

五、实验现象

- 打开命令提示符，以管理员身份运行



- 使用 `route print` 命令查看当前的路由表

```
命令提示符
C:\Users\10728>route print

=====
接口列表
11...f0 9e 4a 4c a9 15 .....Microsoft Wi-Fi Direct Virtual Adapter
9...f2 9e 4a 4c a9 14 .....Microsoft Wi-Fi Direct Virtual Adapter #2
6...00 50 56 c0 00 01 .....VMware Virtual Ethernet Adapter for VMnet1
4...00 50 56 c0 00 08 .....VMware Virtual Ethernet Adapter for VMnet8
7...f0 9e 4a 4c a9 14 .....Intel(R) Wi-Fi 6 AX201 160MHz
17...f0 9e 4a 4c a9 18 .....Bluetooth Device (Personal Area Network)
13...fc 34 97 dd 73 9d .....Realtek PCIe GbE Family Controller
1.....Software Loopback Interface 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  在链路上      55
100.80.0.0          255.255.255.255    在链路上      311
100.80.84.169       255.255.255.255    在链路上      311
100.81.255.255       255.255.255.255    在链路上      311
127.0.0.0           255.0.0.0          在链路上      331
127.0.0.1           255.255.255.255    在链路上      331
127.255.255.255     255.255.255.255    在链路上      331
169.254.0.0         255.255.0.0        在链路上      291
169.254.0.0         255.255.0.0        在链路上      291
169.254.60.1        255.255.255.255    在链路上      291
169.254.198.131     255.255.255.255    在链路上      291
169.254.255.255     255.255.255.255    在链路上      291
169.254.255.255     255.255.255.255    在链路上      291
224.0.0.0           240.0.0.0          在链路上      331
224.0.0.0           240.0.0.0          在链路上      291
224.0.0.0           240.0.0.0          在链路上      291
224.0.0.0           240.0.0.0          在链路上      291
224.0.0.0           240.0.0.0          在链路上      311
255.255.255.255     255.255.255.255    在链路上      331
255.255.255.255     255.255.255.255    在链路上      291
255.255.255.255     255.255.255.255    在链路上      291
255.255.255.255     255.255.255.255    在链路上      291
255.255.255.255     255.255.255.255    在链路上      311

永久路由:
无

IPv6 路由表
=====
活动路由:
接口跃点数网络目标          网关
-----
7 311 ::/0          fe80::9e54:c2ff:fe0d:5002
1 331 ::1/128       在链路上
7 311 2001:da8:8002:6bd1::/64 在链路上
7 311 2001:da8:8002:6bd1:cfb2:32c9:500e:409d/128 在链路上
7 311 2001:da8:8002:6bd1:f10e:9214:6d70:bd54/128 在链路上
6 291 fe80::/64      在链路上
4 291 fe80::/64      在链路上
7 311 fe80::/64      在链路上
4 291 fe80::5fb3:b75b:7bb7:ad6a/128 在链路上
6 291 fe80::9ced:f948:e1d:3ff9/128 在链路上
7 311 fe80::ca4f:13f3:770b:c43f/128 在链路上
1 331 ff00::/8       在链路上
6 291 ff00::/8       在链路上
4 291 ff00::/8       在链路上
7 311 ff00::/8       在链路上

永久路由:
无
```

- 使用 route add 命令添加新的路由

```
C:\Windows\System32>route add 160.12.0.0 mask 255.255.0.0 160.12.0.1
操作完成!
```

- 再次使用 route print 命令，观察路由表的变化

```
=====
接口列表
11...f0 9e 4a 4c a9 15 .....Microsoft Wi-Fi Direct Virtual Adapter
9...f2 9e 4a 4c a9 14 .....Microsoft Wi-Fi Direct Virtual Adapter #2
6...00 50 56 c0 00 01 .....VMware Virtual Ethernet Adapter for VMnet1
4...00 50 56 c0 00 08 .....VMware Virtual Ethernet Adapter for VMnet8
7...f0 9e 4a 4c a9 14 .....Intel(R) Wi-Fi 6 AX201 160MHz
17...f0 9e 4a 4c a9 18 .....Bluetooth Device (Personal Area Network)
13...fc 34 97 dd 73 9d .....Realtek PCIe GbE Family Controller
1.....Software Loopback Interface 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      0.0.0.0      100.81.255.254      100.80.84.169      50
100.80.0.0      255.254.0.0      在链路上      100.80.84.169      306
100.80.84.169      255.255.255.255      在链路上      100.80.84.169      306
100.81.255.255      255.255.255.255      在链路上      100.80.84.169      306
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
160.12.0.0      255.255.0.0      160.12.0.1      100.80.84.169      51
169.254.0.0      255.255.0.0      在链路上      169.254.198.131      291
169.254.0.0      255.255.0.0      在链路上      169.254.60.1      291
169.254.60.1      255.255.255.255      在链路上      169.254.60.1      291
169.254.198.131      255.255.255.255      在链路上      169.254.198.131      291
169.254.255.255      255.255.255.255      在链路上      169.254.198.131      291
169.254.255.255      255.255.255.255      在链路上      169.254.60.1      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      169.254.198.131      291
224.0.0.0      240.0.0.0      在链路上      169.254.60.1      291
224.0.0.0      240.0.0.0      在链路上      100.80.84.169      306
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      169.254.198.131      291
255.255.255.255      255.255.255.255      在链路上      169.254.60.1      291
255.255.255.255      255.255.255.255      在链路上      100.80.84.169      306
=====
永久路由:
无
```

- 使用 `route change` 命令尝试修改现有的路由

```
C:\Windows\System32>route change 160.12.0.0 mask 255.255.0.0 160.12.0.10
操作完成!
```

- 再次使用 `route print` 命令，观察路由表的变化

```
C:\Windows\System32>route print

=====
接口列表
11...f0 9e 4a 4c a9 15 .....Microsoft Wi-Fi Direct Virtual Adapter
9...f2 9e 4a 4c a9 14 .....Microsoft Wi-Fi Direct Virtual Adapter #2
6...00 50 56 c0 00 01 .....VMware Virtual Ethernet Adapter for VMnet1
4...00 50 56 c0 00 08 .....VMware Virtual Ethernet Adapter for VMnet8
7...f0 9e 4a 4c a9 14 .....Intel(R) Wi-Fi 6 AX201 160MHz
17...f0 9e 4a 4c a9 18 .....Bluetooth Device (Personal Area Network)
13...fc 34 97 dd 73 9d .....Realtek PCIe GbE Family Controller
1.....Software Loopback Interface 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      在链路上      50
100.80.0.0      255.254.0.0      100.80.84.169      在链路上      306
100.80.84.169      255.255.255.255      100.80.84.169      在链路上      306
100.81.255.255      255.255.255.255      100.80.84.169      在链路上      306
127.0.0.0      255.0.0.0      127.0.0.1      在链路上      331
127.0.0.1      255.255.255.255      127.0.0.1      在链路上      331
127.255.255.255      255.255.255.255      127.0.0.1      在链路上      331
160.12.0.0      255.255.0.0      160.12.0.10      在链路上      51
169.254.0.0      255.255.0.0      169.254.198.131      在链路上      291
169.254.0.0      255.255.0.0      169.254.60.1      在链路上      291
169.254.60.1      255.255.255.255      169.254.60.1      在链路上      291
169.254.198.131      255.255.255.255      169.254.198.131      在链路上      291
169.254.255.255      255.255.255.255      169.254.198.131      在链路上      291
169.254.255.255      255.255.255.255      169.254.60.1      在链路上      291
224.0.0.0      240.0.0.0      127.0.0.1      在链路上      331
224.0.0.0      240.0.0.0      169.254.198.131      在链路上      291
224.0.0.0      240.0.0.0      169.254.60.1      在链路上      291
224.0.0.0      240.0.0.0      100.80.84.169      在链路上      306
255.255.255.255      255.255.255.255      127.0.0.1      在链路上      331
255.255.255.255      255.255.255.255      169.254.198.131      在链路上      291
255.255.255.255      255.255.255.255      169.254.60.1      在链路上      291
255.255.255.255      255.255.255.255      100.80.84.169      在链路上      306
=====
永久路由:
无
```

- 使用 `route delete` 命令删除刚才添加的路由

```
C:\Windows\System32>route delete 160.12.0.0 mask 255.255.0.0 160.12.0.1
操作完成!
```

- 再次使用 `route print` 命令，观察路由表的变化

```
C:\Windows\System32>route delete 160.12.0.0 mask 255.255.0.0 160.12.0.1
操作完成!

C:\Windows\System32>route print
=====
接口列表
11...f0 9e 4a 4c a9 15 .....Microsoft Wi-Fi Direct Virtual Adapter
9...f2 9e 4a 4c a9 14 .....Microsoft Wi-Fi Direct Virtual Adapter #2
6...00 50 56 c0 00 01 .....VMware Virtual Ethernet Adapter for VMnet1
4...00 50 56 c0 00 08 .....VMware Virtual Ethernet Adapter for VMnet8
7...f0 9e 4a 4c a9 14 .....Intel(R) Wi-Fi 6 AX201 160MHz
17...f0 9e 4a 4c a9 18 .....Bluetooth Device (Personal Area Network)
13...fc 34 97 dd 73 9d .....Realtek PCIe GbE Family Controller
1.....Software Loopback Interface 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      0.0.0.0      100.81.255.254      100.80.84.169      50
100.80.0.0      255.255.255.255      在链路上      100.80.84.169      306
100.80.84.169      255.255.255.255      在链路上      100.80.84.169      306
100.81.255.255      255.255.255.255      在链路上      100.80.84.169      306
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
169.254.0.0      255.255.0.0      在链路上      169.254.198.131      291
169.254.0.0      255.255.0.0      在链路上      169.254.60.1      291
169.254.60.1      255.255.255.255      在链路上      169.254.60.1      291
169.254.198.131      255.255.255.255      在链路上      169.254.198.131      291
169.254.255.255      255.255.255.255      在链路上      169.254.198.131      291
169.254.255.255      255.255.255.255      在链路上      169.254.60.1      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      169.254.198.131      291
224.0.0.0      240.0.0.0      在链路上      169.254.60.1      291
224.0.0.0      240.0.0.0      在链路上      100.80.84.169      306
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      169.254.198.131      291
255.255.255.255      255.255.255.255      在链路上      169.254.60.1      291
255.255.255.255      255.255.255.255      在链路上      100.80.84.169      306
永久路由:
```

六、实验结论

- 由实验可知路由表能够根据 `route` 命令动态地进行修改
- 对三条IPv4路由表中的信息进行解释

- 网络目标: 0.0.0.0

网络掩码: 0.0.0.0

网关: 100.81.255.254

接口: 100.80.84.169

跃点数 (Metric): 50

这一行指的是默认路由（也称为捕获所有路由）。当一个数据包的目的地址不匹配表中的任何其他路由时，就会选择这条路由。网络掩码 0.0.0.0 表示这条路由可以匹配所有目标。网关 100.81.255.254 是数据包应当被发送到的下一跳地址。接口 100.80.84.169 是本机对应的 IP 地址，指的是数据包从这个地址出去。跃点数 50 是一个成本值，用于在有多条路由可用时决定使用哪一条路由，数字越小，优先级越高。

- 网络目标: 127.0.0.0:

网络掩码: 255.0.0.0

网关: 在链路上

接口: 127.0.0.1

跃点数: 331

这一行代表的是本地回环地址的网络路由。127.0.0.0/8 (由掩码 255.0.0.0 指定) 是为回环功能保留的地址空间，它不应该在网络中实际传输。网关“在链路上”意味着这是直接可达的，不需要通过任何其他设备。接口 127.0.0.1 是回环地址，通常用于测试和本地通信。跃点数 331 在这里并不重要，因为回环网络通常不会与其他网络竞争。

- **网络目标** : 127.0.0.1 :

网络掩码 : 255.255.255.255

网关 : 在链路上

接口 : 127.0.0.1

跃点数 : 331

这一行是特定的本地回环地址路由。网络掩码 255.255.255.255 指的是仅匹配单个IP地址的最具体的路由。这意味着仅当数据包的目标地址正好是 127.0.0.1 时，才会使用这条路由。与上一条路由类似，网关“在链路上”意味着它是直接可达的，而跃点数 331 同样不是决定性的因素。

- 一些有关的名词解释：
 - 网络目标 (Network Destination) : 这是目标网络或主机的IP地址。它定义了该路由条目适用于哪些目标地址。
 - 网络掩码 (Netmask) : 网络掩码与网络目标一起使用，以指定目标地址的范围。例如，一个掩码为255.255.255.0的目标网络192.168.1.0将包括从192.168.1.1到192.168.1.254的所有IP地址。
 - 网关 (Gateway) : 这是下一跳路由器或目标主机的IP地址。数据包将被发送到这个地址，然后由该设备进一步转发
 - 接口 (Interface) : 这是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，前往网关或最终目的地。
 - 跃点数 (Metric) : 这是一个表示到达目标网络或主机所需成本的数值。它用于在存在多条可用路径时选择最佳路径。
 - 活动路由和永久路由: 活动路由是当前有效的路由，而永久路由是在系统重启后仍然有效的路由。
 - IPv4和IPv6路由表: `route print` 命令通常会显示IPv4和IPv6的路由表。这两者在地址结构和长度上有所不同，但基本的路由原理是相似的。
 - 在链路上 (On-link) : 这表示目标地址可以直接通过本地接口到达，无需经过其他路由器。