

实验二 网络组建与路由仿真实验

1. 实验目的

- 深入理解 ipv4 地址编址和分配机制。
- 掌握路由器的基本配置。
- 理解 ip 组网步骤和流程。

2. 实验内容

2.1 使用 traceroute 找出实验室到 bbs 服务器，经历了多少路由器（注意一个路由器有多个 IP 地址）。

通过最多 30 个跃点跟踪到 202.38.64.3 的路由

1	5 ms	8 ms	3 ms	172.16.96.254
2	*	*	3 ms	10.10.10.2
3	6 ms	7 ms	*	58.211.218.73
4	13 ms	4 ms	9 ms	222.92.188.101
5	*	*	*	请求超时。
6	311 ms	7 ms	7 ms	221.224.226.81
7	10 ms	12 ms	8 ms	202.97.66.49
8	308 ms	14 ms	11 ms	202.97.61.26
9	*	*	*	请求超时。
10	50 ms	433 ms	43 ms	101.4.118.114
11	172 ms	50 ms	454 ms	101.4.112.41
12	472 ms	57 ms	52 ms	101.4.117.25
13	66 ms	70 ms	153 ms	101.4.115.186
14	37 ms	35 ms	35 ms	101.4.115.14
15	38 ms	37 ms	39 ms	210.45.224.60
16	39 ms	36 ms	37 ms	bbs.ustc.edu.cn [202.38.64.3]

跟踪完成。

C:\Users\86188>ping 202.38.64.3 -i 16

正在 Ping 202.38.64.3 具有 32 字节的数据:

来自 202.38.64.3 的回复: 字节=32 时间=41ms TTL=47

来自 202.38.64.3 的回复: 字节=32 时间=518ms TTL=47

来自 202.38.64.3 的回复: 字节=32 时间=46ms TTL=47

来自 202.38.64.3 的回复: 字节=32 时间=50ms TTL=47

202.38.64.3 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 = 41ms, 最长 = 518ms, 平均 = 163ms

```
Microsoft Windows [版本 10.0.19041.572]
(c) 2020 Microsoft Corporation. 保留所有权利。

C:\Users\86188>ping 202.38.64.3 -i 15

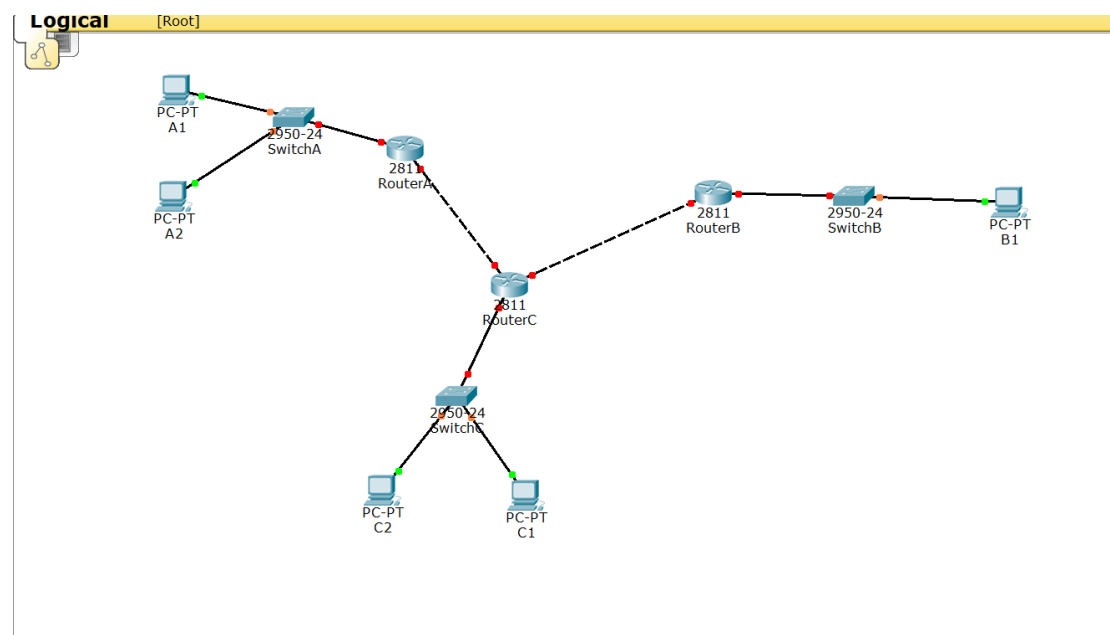
正在 Ping 202.38.64.3 具有 32 字节的数据:
来自 210.45.224.60 的回复: TTL 传输中过期。
来自 210.45.224.60 的回复: TTL 传输中过期。
来自 210.45.224.60 的回复: TTL 传输中过期。
来自 210.45.224.60 的回复: TTL 传输中过期。

202.38.64.3 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 丢失 = 0 (0% 丢失),
```

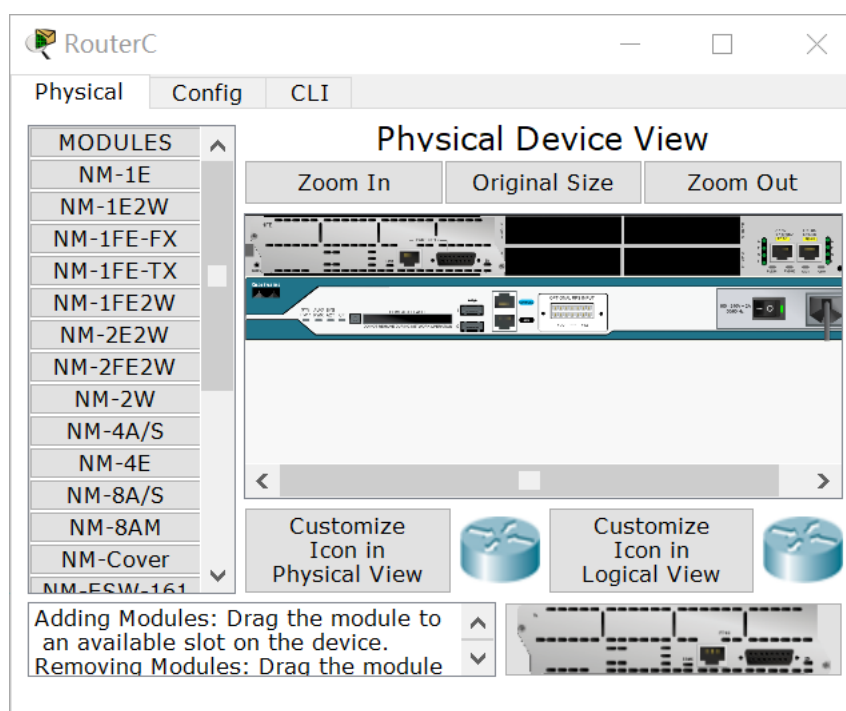
通过 traceroute 可以看到经过了 16 个路由器到达目的主机，然后通过 ping -i 指令指定 TTL 为 16，发现可以正常 ping 通，而设置为 15 之后无法 Ping 通，所以可以确定两个主机之间经过 16 个路由器。

2.2 Cisco 路由器 IP 组网模拟

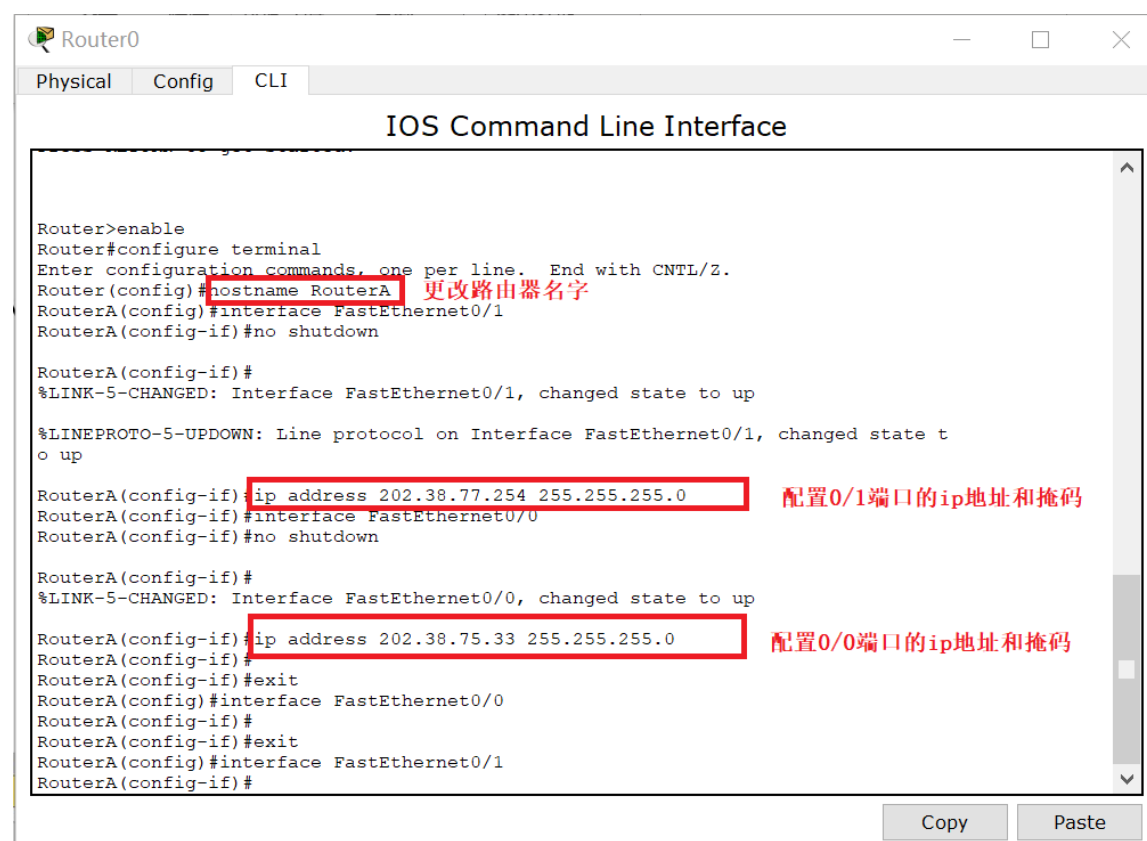
2.2.1 设备连接



2.2.2 路由器 C 增加接口



2.2.3 用命令行配置路由器 A 的 IP 地址和掩码



用图形界面配置路由器 B 和 C 的 ip 地址和掩码

RouterB

PhysicalConfigCLI

GLOBAL

Settings

gorithm Settin

ROUTING

Static

RIP

SWITCHING

/LAN Databas

INTERFACE

astEthernet0/

astEthernet0/

FastEthernet0/0

Port Status

☒ On

Bandwidth

☒ Auto

☐ 10 Mbps

☒ 100 Mbps

Duplex

☒ Auto

☒ Full Duplex

☐ Half Duplex

MAC Address0060.2FE5.8D01

IP Address202.38.76.253

Subnet Mask255.255.255.0

Tx Ring Limit10

Equivalent IOS Commands

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, is now up

RouterB

PhysicalConfigCLI

GLOBAL

Settings

gorithm Settin

ROUTING

Static

RIP

SWITCHING

/LAN Databas

INTERFACE

astEthernet0/

astEthernet0/

FastEthernet0/1

Port Status

☒ On

Bandwidth

☒ Auto

☐ 10 Mbps

☒ 100 Mbps

Duplex

☒ Auto

☐ Full Duplex

☒ Half Duplex

MAC Address0060.2FE5.8D02

IP Address202.38.73.254

Subnet Mask255.255.255.0

Tx Ring Limit10

Equivalent IOS Commands

Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/1, changed state

RouterC

PhysicalConfigCLI

GLOBAL

Settings

gorithm Settin

ROUTING

Static

RIP

SWITCHING

/LAN Databas

INTERFACE

astEthernet0/

astEthernet0/

astEthernet1/

FastEthernet0/0

Port Status

☒ On

Bandwidth

☒ Auto

☐ 10 Mbps

☒ 100 Mbps

Duplex

☒ Auto

☒ Full Duplex

☐ Half Duplex

MAC Address00D0.5876.B101

IP Address202.38.75.254

Subnet Mask255.255.255.0

Tx Ring Limit10

Equivalent IOS Commands

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, is now up

RouterC

Physical
Config
CLI

GLOBAL
Settings
Algorithm Settings
ROUTING
Static
RIP
SWITCHING
LAN Databases
INTERFACE
FastEthernet0/1
FastEthernet0/24
FastEthernet1/0
FastEthernet1/24

FastEthernet0/1

Port Status
☒ On
Bandwidth
☒ Auto
☐ 10 Mbps
☒ 100 Mbps
Duplex
☒ Auto
☐ Full Duplex
☒ Half Duplex
MAC Address
00D0.5876.B102
IP Address
202.38.76.254
Subnet Mask
255.255.255.0
Tx Ring Limit
10

Equivalent IOS Commands

```
Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/1, changed state
```

RouterC

Physical
Config
CLI

GLOBAL
Settings
Algorithm Settings
ROUTING
Static
RIP
SWITCHING
LAN Databases
INTERFACE
FastEthernet0/1
FastEthernet0/24
FastEthernet1/0
FastEthernet1/24

FastEthernet1/0

Port Status
☒ On
Bandwidth
☒ Auto
☐ 10 Mbps
☒ 100 Mbps
Duplex
☒ Auto
☐ Full Duplex
☒ Half Duplex
MAC Address
0001.97AA.ACD5
IP Address
202.38.74.254
Subnet Mask
255.255.255.0
Tx Ring Limit
10

Equivalent IOS Commands

```
Router(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet1/0, changed state
```

2.2.4 配置主机的 IP 地址，子网掩码，及默认网关。

A1

IP Configuration

IP Configuration

☐ DHCP ☒ Static

IP Address

Subnet Mask

Default Gateway

DNS Server

IPv6 Configuration

☐ DHCP ☐ Auto Config ☒ Static

IPv6 Address

Link Local Address

IPv6 Gateway

IPv6 DNS Server

A2

IP Configuration

IP Configuration

☐ DHCP ☒ Static

IP Address

Subnet Mask

Default Gateway

DNS Server

IPv6 Configuration


☐ DHCP ☐ Auto Config ☒ Static


IPv6 Address

Link Local Address

IPv6 Gateway

IPv6 DNS Server

 Web Browser

 Cisco IP Communicator

B1

IP Configuration

IP Configuration

☐ DHCP ☒ Static

IP Address

Subnet Mask

Default Gateway

DNS Server

IPv6 Configuration


☐ DHCP ☐ Auto Config ☒ Static


IPv6 Address

Link Local Address

IPv6 Gateway

IPv6 DNS Server

 Web Browser

 Cisco IP Communicator

C1

IP Configuration

IP Configuration

☐ DHCP ☒ Static

IP Address

Subnet Mask

Default Gateway

DNS Server

IPv6 Configuration


☐ DHCP ☐ Auto Config ☒ Static


IPv6 Address /

Link Local Address

IPv6 Gateway

IPv6 DNS Server

 **Web Browser**

 **Cisco IP Communicator**

C2

IP Configuration

IP Configuration

☐ DHCP ☒ Static

IP Address

Subnet Mask

Default Gateway

DNS Server

IPv6 Configuration


☐ DHCP ☐ Auto Config ☒ Static


IPv6 Address /

Link Local Address

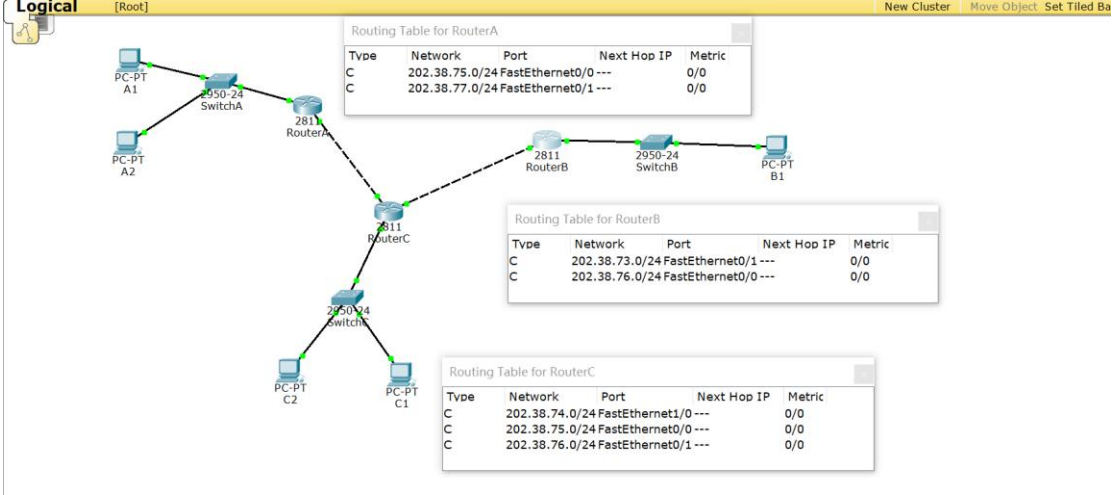
IPv6 Gateway

IPv6 DNS Server

 **Web Browser**

 **Cisco IP Communicator**

2.2.5 配置完之后查看各路由表的表项



2.2.6 用命令行配置路由器 A 的静态路由

```
RouterA
Physical Config CLI
IOS Command Line Interface
RouterA(config)#ip route 202.38.70.254 255.255.255.0 202.38.73.254
%Inconsistent address and mask
RouterA(config)#ip route 202.38.76.254 255.255.255.0 202.38.75.254
%Inconsistent address and mask
RouterA(config)#ip route 202.38.76.254 255.255.255.0 202.38.75.254
%Inconsistent address and mask
RouterA(config)#
RouterA(config)#interface FastEthernet0/0
RouterA(config-if)#
RouterA(config-if)#exit
RouterA(config)#interface FastEthernet0/1
RouterA(config-if)#
RouterA(config-if)#exit
RouterA(config)#ip route 202.38.74.0 255.255.255.0 202.38.75.254
RouterA(config)#ip route 202.38.76.254 255.255.255.0 202.38.75.254
%Inconsistent address and mask
RouterA(config)#ip route 202.38.76.0 255.255.255.0 202.38.75.254
RouterA(config)#ip route 202.38.73.0 255.255.255.0 202.38.75.254
RouterA(config)#
```

在配置路由表 A 的静态路由的时候配置了三个表项，其中 202.38.74.0 是 C 主机所在的局域网，202.38.73.0 是 B 主机所在的局域网，202.38.76.0 是路由器 B 所在的局域网，该实验的目的是连通各个主机，所以只用配置前两个目的网络的静态路由就可以保证 A 主机可以 ping 通 B 或者 C 主机。但是为了确保整个网络上的所有端都可以进行连通，所以我把路由器 B 的局域网也进行了静态路由的配置，这样 A 主机也可以 ping 通路由器 B。如下图所示，第一次失败是因为没有配置去往 202.38.76.0 的路由，增加之后就可以实现 A 到路由器 B 的连通。（B 路由器配置 202.38.75.0 同理，下面就不再赘述）

Realtime							
ire	Last Status	Source	Destination	Tvpe	Color	Time (sec)	Per
▶	Failed	A2	RouterB	ICMP	■	0.000	N
▶	Successful	A1	RouterB	ICMP	■	0.000	N

用图形界面配置路由器 B 和 C 的静态路由

RouterB

Physical Config CLI

Static Routes

GLOBAL

Settings

gorithm Settin

ROUTING

Static

RIP

SWITCHING

LAN Databas

INTERFACE

astEthernet0/

astEthernet0/

Network

Mask

Next Hop

202.38.77.0

255.255.255.0

202.38.76.254

Add

Network Address

202.38.74.0/24 via 202.38.76.254

202.38.75.0/24 via 202.38.76.254

202.38.77.0/24 via 202.38.76.254

Remove

Equivalent IOS Commands

Router#configure terminal

Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.

Router(config)#ip route 202.38.77.0 255.255.255.0 202.38.76.254

Router(config)#

RouterC

Physical Config CLI

Static Routes

GLOBAL

Settings

gorithm Settin

ROUTING

Static

RIP

SWITCHING

LAN Databas

INTERFACE

astEthernet0/

astEthernet0/

astEthernet1/

Network

Mask

Next Hop

202.38.73.0

255.255.255.0

202.38.76.253

Add

Network Address

202.38.77.0/24 via 202.38.75.33

202.38.73.0/24 via 202.38.76.253

Remove

Equivalent IOS Commands

Router>enable

Router#configure terminal

Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.

Router(config)#ip route 202.38.77.0 255.255.255.0 202.38.75.33

Router(config)#ip route 202.38.73.0 255.255.255.0 202.38.76.253

Router(config)#

2.2.7 配置完之后的路由表表项

Routing Table for RouterA

Type	Network	Port	Next Hop IP	Metric
C	202.38.75.0/24	FastEthernet0/0	---	0/0
C	202.38.77.0/24	FastEthernet0/1	---	0/0
S	202.38.73.0/24	---	202.38.75.254	1/0
S	202.38.74.0/24	---	202.38.75.254	1/0
S	202.38.76.0/24	---	202.38.75.254	1/0

Routing Table for RouterB

Type	Network	Port	Next Hop IP	Metric
C	202.38.73.0/24	FastEthernet0/1	---	0/0
C	202.38.76.0/24	FastEthernet0/0	---	0/0
S	202.38.74.0/24	---	202.38.76.254	1/0
S	202.38.75.0/24	---	202.38.76.254	1/0
S	202.38.77.0/24	---	202.38.76.254	1/0

Routing Table for RouterC

Type	Network	Port	Next Hop IP	Metric
C	202.38.74.0/24	FastEthernet1/0	---	0/0
C	202.38.75.0/24	FastEthernet0/0	---	0/0
C	202.38.76.0/24	FastEthernet0/1	---	0/0
S	202.38.73.0/24	---	202.38.76.253	1/0
S	202.38.77.0/24	---	202.38.75.33	1/0

2.2.8 图形界面检查各个主机是否联通

Event List

Vis.	Time	Last De	At De	Tyr	Info
	0.009	Route...	Swit...	IC...	
	0.009	Route...	Swit...	IC...	
	0.010	Route...	Swit...	IC...	
	0.010	Switc...	B1	IC...	
	0.010	Switc...	C2	IC...	
	0.011	Switc...	A1	IC...	

PLAY CONTROLS: Back Auto Capture / Play Capture / Forward

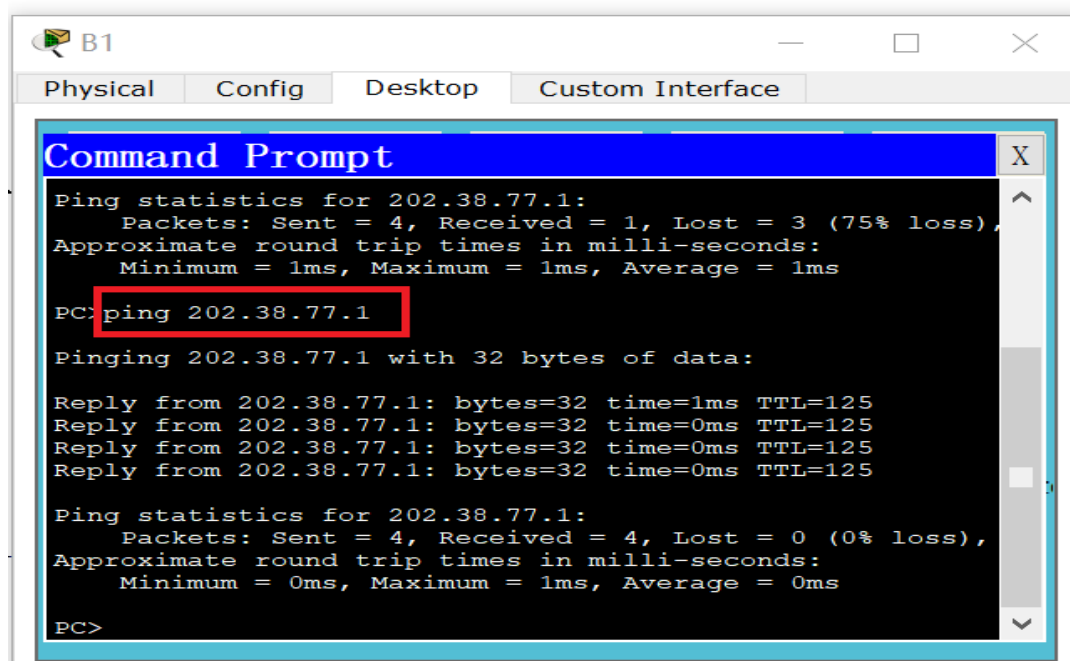
Time: 00:11:19.783

Event List

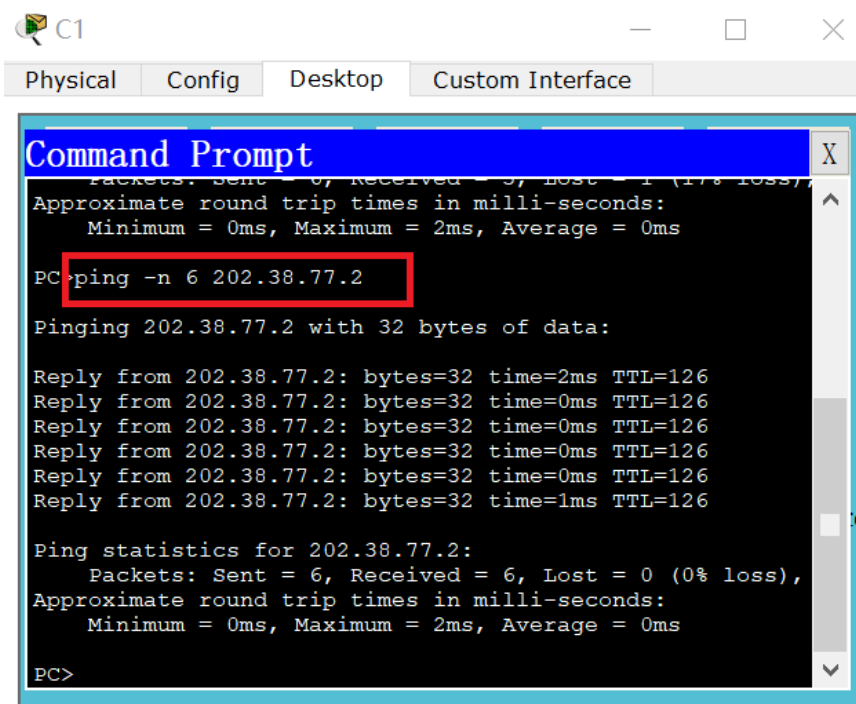
Last Status	Source	Destination	Type	Color	Time (sec)	Per
Successful	B1	C2	ICMP		0.000	N
Successful	A1	C1	ICMP		0.000	N

上图中发送了两个数据包，一个从 B1 发送到 C2，另一个从 A1 发送到 C1，可以看到都成功 ping 通，说明各个主机可以相互正常通信。

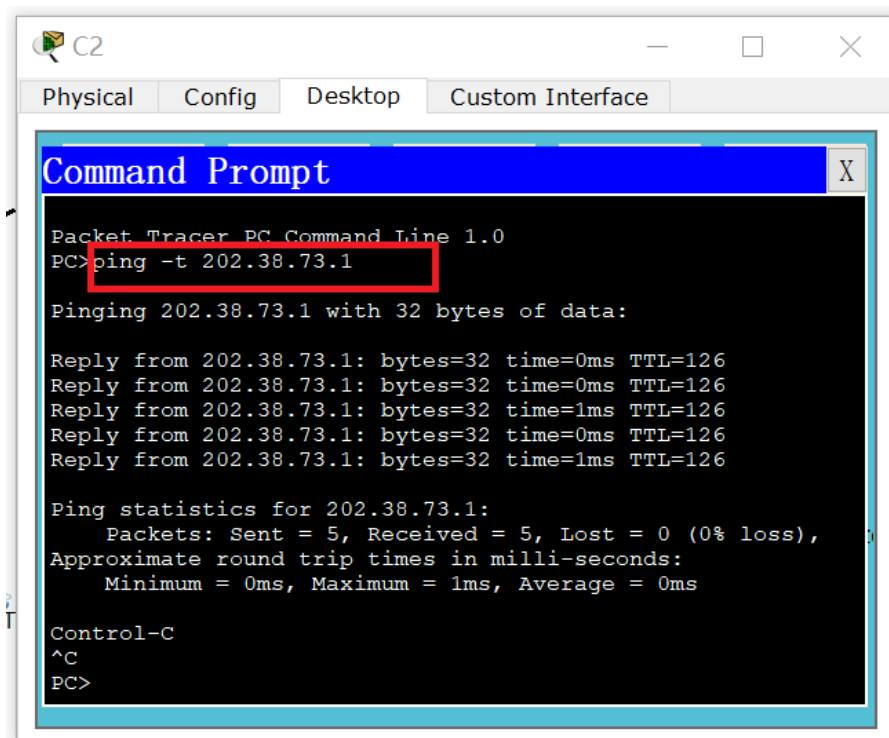
命令行检查各个主机是否联通



在主机 B1 ping 主机 A1，发了四个包，丢包率为 0，可知两个主机是联通的。



在主机 C1 ping 主机 A2，发了六个包，丢包率为 0，可知两个主机是联通的。其中 ping -n count 命令是向某一主机发送 count 个包。



在主机 C2 ping 主机 B1，发了四个包，丢包率为 0，可知两个主机是联通的。其中 ping -t 命令是向某一主机持续发送数据包，直到停止，可用 ctrl+c 跳出。

3. 实验总结

3.1 路由表每一列的含义。

这个实验的路由表的表项如下图所示有：

Type：表示路由的类型（C 表示是本地网段，S 表示是静态路由），

Network：目的网络的 ip 地址和网络掩码，

Port：端口， next hop ip：下一跳的 ip，

Metric：在这里代表的是[管理距离/度量值]。

Routing Table for RouterA				
Type	Network	Port	Next Hop IP	Metric
C	202.38.75.0/24	FastEthernet0/0	---	0/0
C	202.38.77.0/24	FastEthernet0/1	---	0/0
S	202.38.73.0/24	---	202.38.75.254	1/0
S	202.38.74.0/24	---	202.38.75.254	1/0
S	202.38.76.0/24	---	202.38.75.254	1/0

对于最后一列进行进一步说明：

第一个参数是**管理距离** (AD-admin distance) 或者叫优先级 (Preference), 取值范围 0-255, 表示路由器可能从多种途径获得同一路由, 不同途径获得的路由可能采取不同的路径到达目的网络, 为了区分不同路由协议的可信度, 用管理距离来表示路由条目的稳定性, 取值越小越稳定, 优先级越高。在思科路由器协议优先级中 DIRECT 是 0, STATIC 是 1, 所以前两行的第一个参数为 0, 后三行的第一个参数为 1。

第二个参数是**度量值** (Metric), 表示该路由条目去目标网段的距离, 取值越小这条路径越佳, 不同路由类型取值范围或者表示含义不一样。直连路由和静态路由都默认为 0。

metric 和 preference 这两个概念的主要区别:

度量值 (Metric) 指明了具体路径的优先权, 而管理距离 (AD) 指明了发现路由方式也就是路由协议的优先权。

metric 是针对同一种路由协议而言, 对不同的路由协议, 由于代表的含义不同, 比较不同协议的 metric 是无意义的, 所以要在两条不同协议的同信宿路由中作出选择, 只能比较路由协议的优先级。

相反, preference 是针对不同路由协议而言, 同协议的路由的 preference 优先级是一般情况下一样的, 这时 metric 是在两条同信宿路由中作出选择的标准。

总结: 路由优先级在不同协议时候, 比较 preference 的大小, 而在路由协议相同时候由于 preference 相同, 则再比较 metric 的大小, 进而确定最终选择的路由。

参考博客: <http://blog.chinaunix.net/uid-31463208-id-5765394.html>

3.2 整个实验拓扑中包含几个子网，分别是哪几个？

此次实验网络有五个子网，分别是 202.38.77.0/24，202.38.75.0/24，202.38.76.0/24, 202.38.73.0/24, 202.38.74.0/24。

3.3 关于 ip 地址和 mac 地址。

IPV4 地址有 32 位构成，划分为网络号和主机号，ip 地址是逻辑地址，它与 mac 地址不同，不是由厂家直接分配，而是由网络拓扑来划分的。

3.4 静态路由和动态路由的区别。

在此次实验中手动静态配置路由器，需要把每个网络的目的网络和子网掩码、下一跳写入各个路由器，而且如果网络出现改变，那么改变路由器就会变得很繁琐，这就体现了动态配置路由器的好处。动态配置路由器，不需要管理员手动添加，路由器会根据相应的路由算法来更新自己的路由表，在动态配置的网络中还需要 DHCP 服务器来动态的分配 Ip 地址，进行各个局域网的地址分配和回收管理。

3.5.ip 地址如何匹配，路由器如何转发？

当路由器收到一个数据包之后解析出目的 ip 地址，然后与路由表的每一个表项中的子网掩码进行与运算，得出的结果如果和目的网络一样，就说明匹配，如果有多个表项匹配，那么就选择最长掩码的表项对应的接口进行转发数据包的操作，如果全部计算完都没有匹配的表项那么就从缺省路由的接口转发出去。

3.6 ping 的数据包首部分析

IP

IP版本号		8	L6		L9	总长度		31bits		
4	IHL	DSCP:		TL: 28						
ID: 0x2		标识号		0x0		0x0				片偏移
TTL: 255		PRO: 0x1		校验和		CHKSUM				
SRC IP: 202.38.73.1								源ip地址		
DST IP: 202.38.74.2								目的ip地址		
OPT: 0x0						0x0				
DATA (VARIABLE LENGTH)										

ICMP

0		8		16		31 bits	
TYPE:		CODE:		CHECKSUM			
ID: 0x3		SEQ NUMBER: 2					