

华中科技大学计算机学院
《计算机通信与网络》实验报告

实验名称 使用网络模拟器 PacketTracer

姓 名	班 级	学 号	得 分

教师评语：

一 实验环境

1. 实验环境：运行 Windows 10 64 位操作系统的 PC 机一台
2. PacketTracer 版本：7.0.0.0202

二 实验目的

1. 正确安装和配置网络模拟器软件 PacketTracer。
2. 掌握使用 PacketTracer 模拟网络场景的基本方法，加深对网络环境、网络设备和网络协议交互过程等方面的理解。
3. 观察与 IP 网络接口的各种网络硬件及其适用场合。

三 实验内容及步骤

3.1 软件安装

在思科官方网站中注册帐号并下载安装 PacketTracer，安装完成后，界面如下图所示：

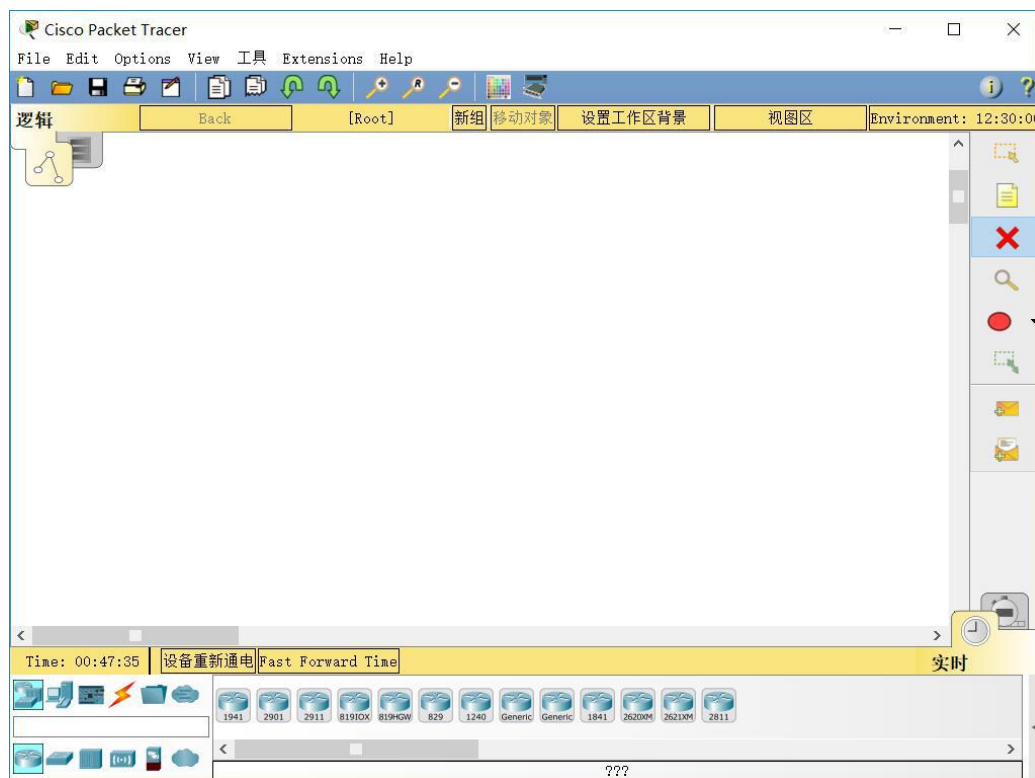


图 1 PacketTracer 界面

下方提供了各种常见的网络设备，如 PC、交换机、路由器等等，我们可以直接拖动来搭建网络拓扑。

3.2 简单网络拓扑绘制

在工作区添加两台 PC 和一台 2960 交换机，用直通线连接如下：



图 2 搭建简单的网络拓扑

在上图中，绿色灯代表网络线路已联通正常，橙色代表网络线路无法联通，需等待几秒钟。

待交换机两侧的等都变成绿色之后，进行一下简单的 ping 测试。

双击主机 0，选择 Config/FastEthernet0，配置 IP 和子网掩码如下：IP 选择静态配置，地址为 192.168.1.1，子网掩码为 255.255.255.0

FastEthernet0	
Port Status	<input checked="" type="checkbox"/> On
Bandwidth	<input checked="" type="radio"/> 100 Mbps <input type="radio"/> 10 Mbps <input checked="" type="checkbox"/> Auto
Duplex	<input type="radio"/> Half Duplex <input checked="" type="radio"/> Full Duplex <input checked="" type="checkbox"/> Auto
MAC Address	00E0.F90C.D396
IP Configuration	
<input type="radio"/> DHCP	
<input checked="" type="radio"/> Static	
IP Address	192.168.1.1
Subnet Mask	255.255.255.0
IPv6 Configuration	
<input type="radio"/> DHCP	
<input type="radio"/> Auto Config	
<input checked="" type="radio"/> Static	
IPv6 Address	
Link Local Address:	FE80::2E0:F9FF:FE0C:D396

图 3 配置主机 0 的 IP

类似的，将主机 1 的 IP 地址配置为 192.168.1.2。然后双击主机 0，选择 Desktop/Command Prompt，执行 ping 192.168.1.2，测试是否可以 ping 通主机 1。

```
C:\>ping 192.168.1.2

Pinging 192.168.1.2 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time<1ms TTL=128

Ping statistics for 192.168.1.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

C:\>
```

图4 ping 测试

观察到主机 1 给出了相应，验证网络拓扑配置正确。

3.3 观察与 IP 网络接口的各种网络硬件

在工作区添加一个路由器 2620XM，双击并选择 Physical/Modules，添加模块 NM-1FE-2X 如下图：

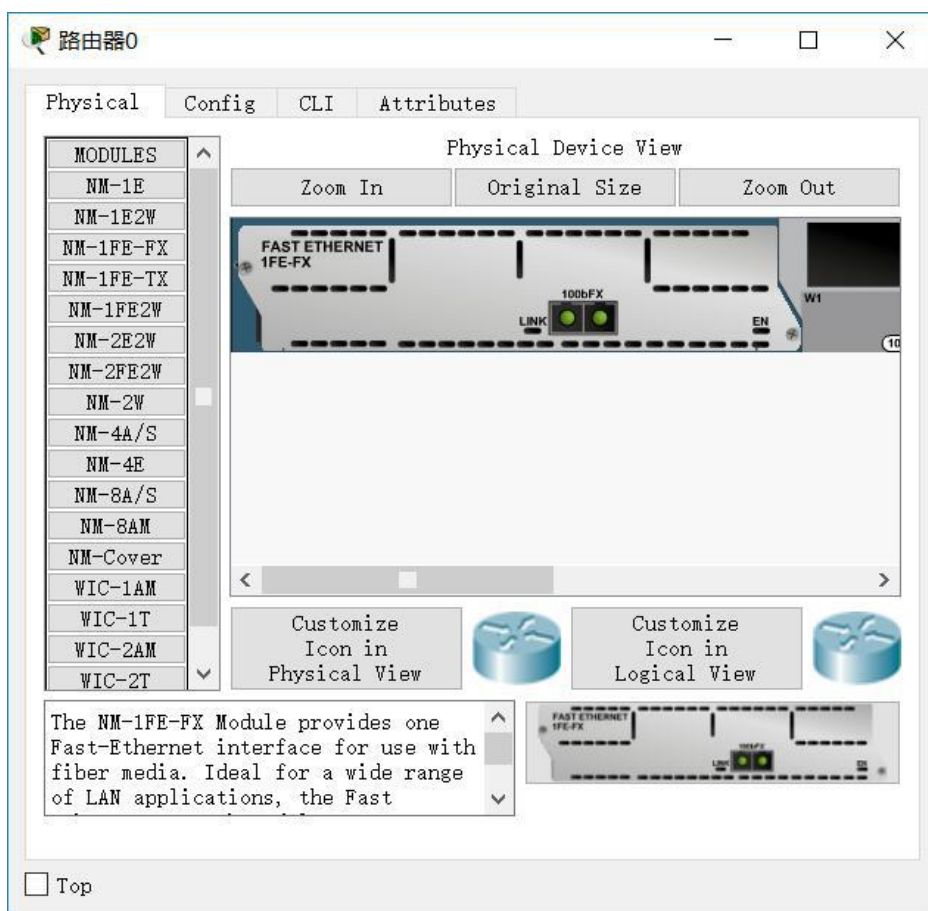


图5 路由器模块观察

通过拖动左边的模块，可以查看各个模块的接口情况。

通过网上查阅资料，了解到各个模块的作用如下：

表 1 路由器 2620XM 各模块作用

模块	作用
NM-1FE-FX	1 口快速以太网模块 FX 光纤接口
NM-1FE-TX	1 口快速以太网模块 TX 双绞线接口
NM-2FE2W	2 口 10/100 以太网 2 个广域网卡插槽
NM-8AM	8 口模拟 Modem 网络模块
NM cover plate	NM 盖板可以保护内部的电子元件.有助于保持足够的冷却气流

3.4 网络拓扑（含路由器）配置

增添路由器等设备，重新构建网络拓扑，在工作区添加两台 PC 机和一台 1841 路由器，选择自动添加链路，结果如下图，链路两端亮红灯表示链路不通：

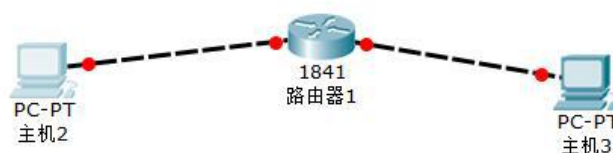


图 6 新构建的网络拓扑

接下来配置网络设备，双击主机 2，选择 Desktop/IP Configuration，IP 地址设置为 192.168.1.2，子网掩码设置为 255.255.255.0，默认网关设置为 192.168.1.1，如下图：

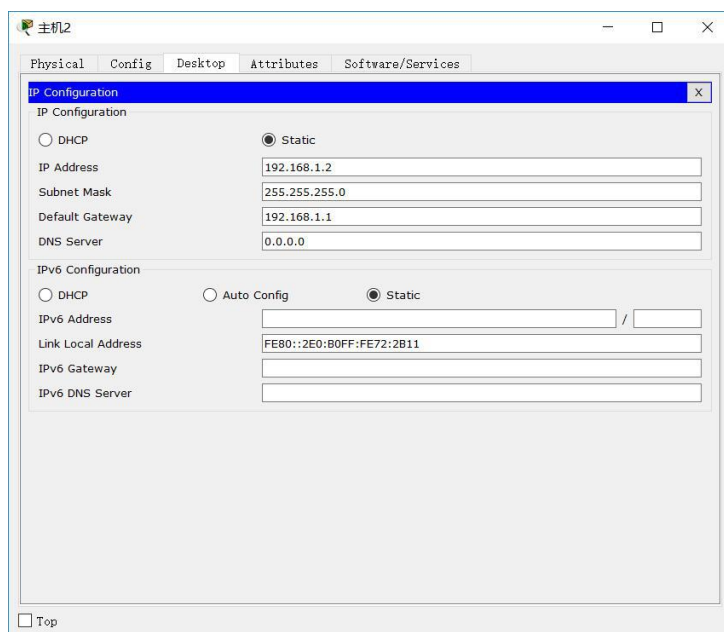


图 7 主机 IP 配置

同样我们双击主机 3，设置 IP 地址为 192.168.2.2，子网掩码为 255.255.255.0，默认网关为 192.168.2.2。

同时，路由器和交换机不同，交换机不需要配置但路由器需要手动配置，双击路由器，选择 Config/FastEthernet0/0，选择 IP Configuration，设置 IP 地址为 192.168.1.1，子网掩码为 255.255.255.0，选择 Config/FastEthernet0/1，设置 IP 地址为 192.168.2.1，子网掩码为 255.255.255.0，如下图：

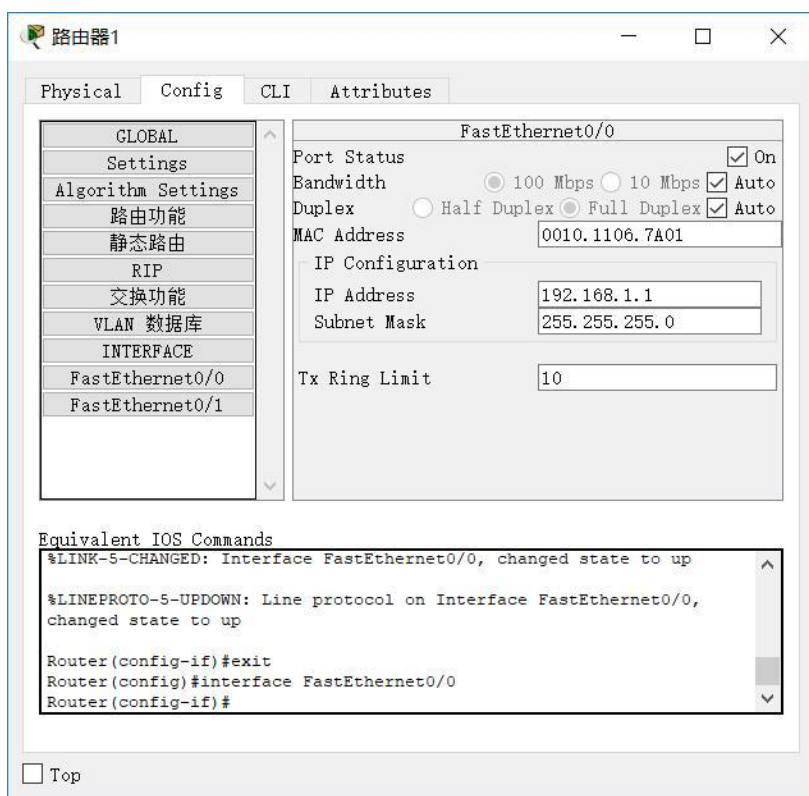


图 8 路由器 IP 配置

当我们配置好 IP 之后，将端口的状态 Port Status 设置为 ON，就可以发现链路两端已经变成了绿色，如下图：



图 9 IP 配置完成后的网络拓扑

四 实验结果

4.1 ping 命令观察

接着就可以进行观察实验了，点击 PacketTracer 右下角进入模拟模式，双击主机 2，执行 ping 192.168.2.2，同时点击模拟面板的自动捕获/播放，系统会开始演示 ping 命令的数据包传递过程，具体的过程如下图：

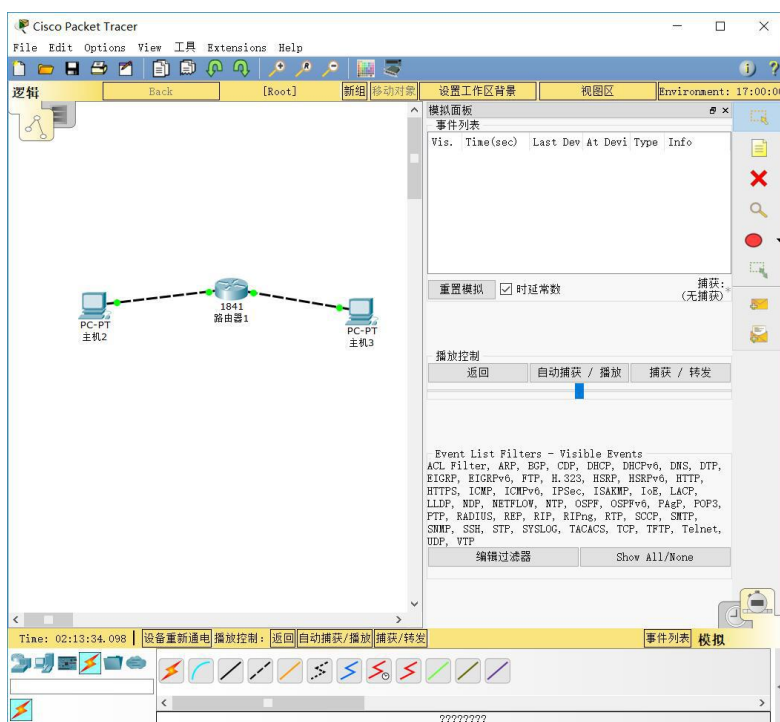


图 10 PacketTracer 模拟模式

我们可以看到数据包的传递过程：

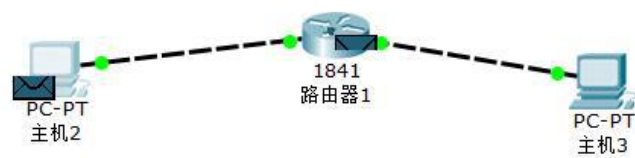


图 11 PacketTracer 模拟数据包传递

在主机 2 上，执行 ping 192.168.2.2，尝试 ping 主机 3：

```
C:\>ping 192.168.2.2

Pinging 192.168.2.2 with 32 bytes of data:

Request timed out.
Reply from 192.168.2.2: bytes=32 time=4ms TTL=127
Reply from 192.168.2.2: bytes=32 time=4ms TTL=127
Reply from 192.168.2.2: bytes=32 time=4ms TTL=127

Ping statistics for 192.168.2.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 3, Lost = 1 (25% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 4ms, Maximum = 4ms, Average = 4ms

C:\>|
```

图 12 主机 2 尝试 ping 主机 3

当一打开端口，模拟就可以开始捕获结果。

一段时间以后，观察模拟面板中的事件列表，可以看到从打开端口开始到整个 ping 命令执行结束的过程中，捕获到的数据包如下：

事件列表					
Vis.	Time(sec)	Last Device	At Device	Type	Info
	99.396	--	路由器1	ARP	
	99.396	--	主机3	ARP	
	99.396	--	路由器1	ARP	
	99.396	--	主机2	ARP	
	99.397	路由器1	主机3	ARP	
	99.397	主机3	路由器1	ARP	
	99.397	路由器1	主机2	ARP	
	99.397	主机2	路由器1	ARP	

图 13 ping 命令模拟结果（一）

事件列表					
Vis.	Time(sec)	Last Devic	At Devic	Type	Info
	99.397	主机2	路由器1	ARP	
	159.403	--	主机2	ICMP	
	159.403	--	主机2	ARP	
	159.404	主机2	路由器1	ARP	
	159.405	路由器1	主机2	ARP	
	159.405	--	主机2	ICMP	
	159.406	主机2	路由器1	ICMP	
	159.406	路由器1	主机2	ARP	

重置模拟 ☒ 时延常数 捕获到: 2268.898 秒

图 14 ping 命令模拟结果（二）

分析前两张图，从 99.396 时刻到 99.397 时刻是路由器刚刚打开端口的时刻，各个设备（路由器、两台主机）分别使用 ARP 包获取自身的 MAC 地址并存储在 ARP 表中，同时路由器的两个端口，主机 2 和主机 3 都广播发送 ARP 包（99.397 时刻的 ARP 包均为请求包）。

事件列表					
Vis.	Time(sec)	Last Devic	At Devic	Type	Info
	159.406	--	路由器1	ARP	
	159.407	路由器1	主机3	ARP	
	159.408	主机3	路由器1	ARP	
	165.408	--	主机2	ICMP	
	165.409	主机2	路由器1	ICMP	
	165.410	路由器1	主机3	ICMP	
	165.411	主机3	路由器1	ICMP	
	165.412	路由器1	主机2	ICMP	

重置模拟 ☒ 时延常数 捕获到: 2268.898 秒

图 15 ping 命令模拟结果（三）

从图二和图三可以看出，从 159.403 时刻开始，ping 命令执行，简单分析一下过程：

主机 2 首先需要向路由器发送 ICMP 包，但主机 2 并没有路由器的 MAC 地址，于是首先 159.404 时刻，主机 2 向路由器（192.168.1.1）发送 ARP 包，路由器在 159.405 时刻，向路由器发送 ARP 应答包，在 159.406 时刻，路由器成功将 ICMP 包发向路由器。

159.407 和 159.408 两个时刻的数据包均为 ARP 应答包，发送成功之后，主机 3 的 ARP 表中就有了路由器 1 的 MAC 地址，此时，主机 2、路由器、主机 3 已经可以互相通信。

但此时 ping 命令已经超时，在命令行（图 12）中也可以看到第一个包是丢失了的，没有再继续发送。

事件列表					
Vis.	Time(sec)	Last Device	At Device	Type	Info
	165.412	路由器1	主机2	ICMP	
	166.414	--	主机2	ICMP	
	166.415	主机2	路由器1	ICMP	
	166.416	路由器1	主机3	ICMP	
	166.417	主机3	路由器1	ICMP	
	166.418	路由器1	主机2	ICMP	
	167.419	--	主机2	ICMP	
	167.420	主机2	路由器1	ICMP	

重置模拟 ☒ 时延常数 捕获到: 2268.898 秒

图 16 ping 命令模拟结果（四）

事件列表					
Vis.	Time(sec)	Last Device	At Device	Type	Info
	166.417	主机3	路由器1	ICMP	
	166.418	路由器1	主机2	ICMP	
	167.419	--	主机2	ICMP	
	167.420	主机2	路由器1	ICMP	
	167.421	路由器1	主机3	ICMP	
	167.422	主机3	路由器1	ICMP	
	167.423	路由器1	主机2	ICMP	
	167.424	主机2	路由器1	ICMP	

重置模拟 ☒ 时延常数 捕获到: 2268.898 秒

图 17 ping 命令模拟结果（五）

此后，从 165.408 时刻开始，ICMP 包正常传输，按照主机 2->路由器，路由器->主机 3，主机 3->路由器，路由器->主机 2 的顺序发送数据包。

4.2 tracert 命令观察

在主机 2 上，执行 tracert 192.168.2.2，点击自动捕获/播放，终端输出如下图：

```
C:\>tracert 192.168.2.2

Tracing route to 192.168.2.2 over a maximum of 30 hops:

  1  2 ms    2 ms    2 ms    192.168.1.1
  2  4 ms    4 ms    4 ms    192.168.2.2

Trace complete.
```

图 18 tracert 命令输出

一段时间以后，观察模拟面板中的事件列表，可以看到从打开端口开始到整个 ping 命令执行结束的过程中，捕获到的数据包如下：

模拟面板					
事件列表					
Vis.	Time(sec)	Last Devic	At Devic	Type	Info
	150.084	--	主机2	ICMP	
	150.085	主机2	路由器1	ICMP	
	150.085	--	路由器1	ICMP	
	150.086	路由器1	主机2	ICMP	
	150.188	--	主机2	ICMP	
	150.189	主机2	路由器1	ICMP	
	150.189	--	路由器1	ICMP	
	150.189	路由器1	主机2	ICMP	
重置模拟				<input checked="" type="checkbox"/> 时延常数	捕获到: 300.617 秒*

图 19 tracert 命令演示结果（一）

模拟面板					
事件列表					
Vis.	Time(sec)	Last Devic	At Devic	Type	Info
	150.190	路由器1	主机2	ICMP	
	150.294	--	主机2	ICMP	
	150.295	主机2	路由器1	ICMP	
	150.295	--	路由器1	ICMP	
	150.296	路由器1	主机2	ICMP	
	150.396	--	主机2	ICMP	
	150.397	主机2	路由器1	ICMP	
	150.397	路由器1	主机2	ICMP	
重置模拟				<input checked="" type="checkbox"/> 时延常数	捕获到: 300.617 秒*

图 20 tracert 命令演示结果（二）

观察结果可以发现，从 150.084 时刻开始到 150.296 时刻，是 tracert 的第一级，主机 2 向路由器发送了 3 个包，路由器做出应答，同时也可以看见发送的 ICMP 包到路由器之后就被自己丢掉了，符合 tracert 设置的 TTL。

模拟面板					
事件列表					
Vis.	Time(sec)	Last Devic	At Devic	Type	Info
	150.398	路由器1	主机3	ICMP	
	150.399	主机3	路由器1	ICMP	
	150.400	路由器1	主机2	ICMP	
	150.503	--	主机2	ICMP	
	150.504	主机2	路由器1	ICMP	
	150.505	路由器1	主机3	ICMP	
	150.506	主机3	路由器1	ICMP	
	150.507	路由器1	主机2	ICMP	
重置模拟				<input checked="" type="checkbox"/> 时延常数	捕获到: 300.617 秒*

图 21 tracert 命令演示结果（三）

模拟面板

事件列表

Vis.	Time(sec)	Last Device	At Device	Type	Info
	150.506	主机3	路由器1	ICMP	
	150.507	路由器1	主机2	ICMP	
	150.611	—	主机2	ICMP	
	150.612	主机2	路由器1	ICMP	
	150.613	路由器1	主机3	ICMP	
	150.614	主机3	路由器1	ICMP	
	150.615	路由器1	主机2	ICMP	

重置模拟

☒ 时延常数

捕获到: 300.617 秒

图 22 tracert 命令演示结果（四）

从 150.397 时刻开始，即是 tracert 第二级的 3 个 ICMP 包发送的流程，主机 2->路由器，路由器->主机 3，主机 3->路由器，路由器->主机 2。

4.3 复杂拓扑

简单的利用主机，交换机，路由器构建如下的网络拓扑：

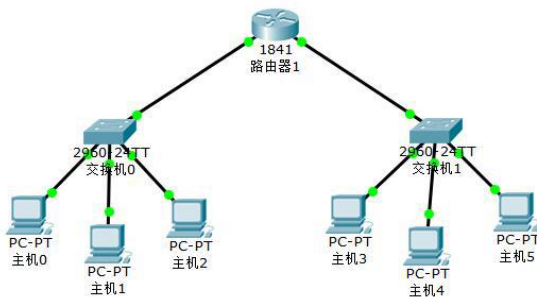


图 22 tracert 命令演示结果（四）

配置左边三个主机的 IP 为 192.168.1.2~192.168.1.4，右边三个主机为 192.168.2.2~192.168.2.4，配置路由器同上。

简单在主机 0 上执行以下 ping 192.168.2.4 命令，可以清晰地看到数据包整个的发送过程，包括 ARP 和交换机 STP 的广播，ICMP 包的传递等等。

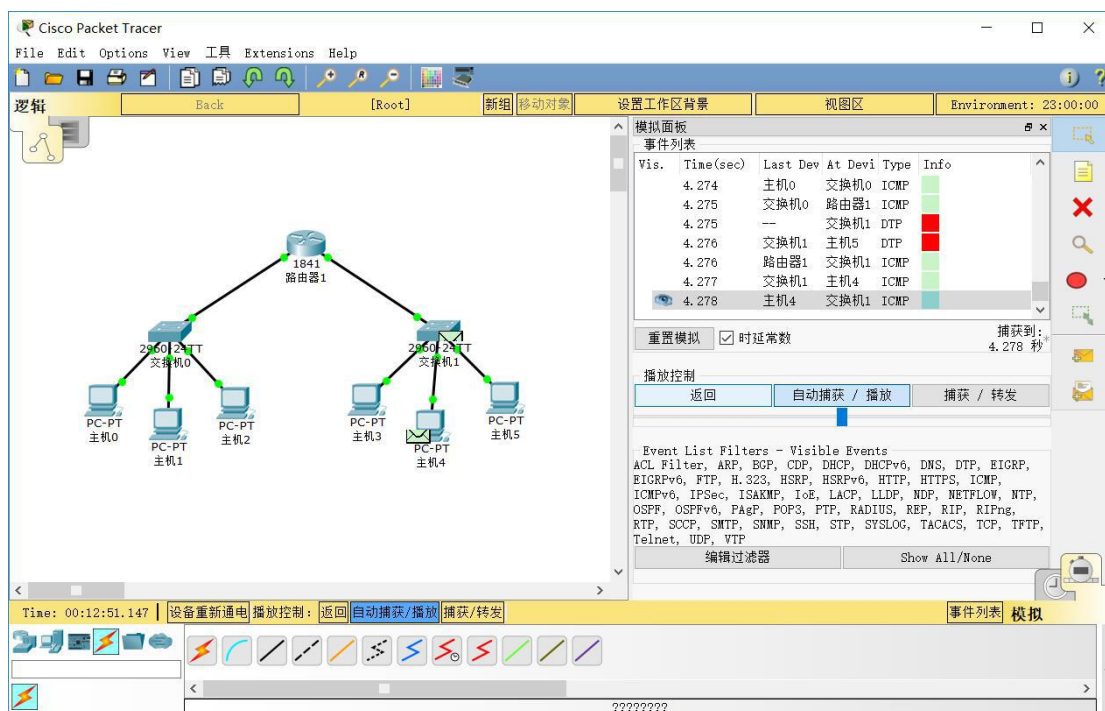


图 23 模拟运行截图

五 实验中的问题及心得

5.1 实验中的问题

1. ARP 包的原理与功能？

ARP（地址解析协议），其基本功能为透过目标设备的 IP 地址，查询目标设备的 MAC 地址。在以太网协议中规定，同一局域网中的一台主机要和另一台主机进行直接通信，必须要知道目标主机的 MAC 地址。但是在 TCP/IP 协议中，网络层和传输层只关心目标主机的 IP 地址。于是就需要一种协议，将网络层地址转换为链路层地址，这就是 ARP。

当一台主机接收到 ARP 请求包之后，会发送对应的 ARP 应答包，其中包含自己的 MAC 地址；当一台主机接收到 ARP 应答包之后，会将对应的 MAC 地址和 IP 地址记录到本机的 ARP 表中，这样就可以进行 MAC 地址和 IP 地址之间的转换了。

5.2 实验总结

本次实验练习了使用 PacketTracer 软件，了解了如何使用它来模拟真实的网络，同时也亲手模拟了一下两个常见命令的数据包发送方式，同时也查阅了解了一些上课中还没有讲到的问题，收获很多。