

1

# ARP消息分析实验

冯巾松

fengjinsong@tongji.edu.cn

## 实验目的

- 验证地址解析协议(ARP)完成地址解析的过程
- 验证ARP报文结构
- 验证显示和清除终端ARP缓存器内容的命令

# ARP协议

4

- ARP协议是“Address Resolution Protocol”（地址解析协议）的缩写。
- 其作用是在以太网环境中，数据的传输所依赖的是MAC地址而非IP地址，而将已知IP地址转换为MAC地址的工作是由ARP协议来完成的。
- 在局域网中，网络中实际传输的是“帧”，帧里面是有目标主机的MAC地址的。在以太网中，一个主机和另一个主机进行直接通信，必须要知道目标主机的MAC地址。但这个目标MAC地址是如何获得的呢？它就是通过地址解析协议获得的

# ARP协议

➡ 所谓“地址解析”就是主机在发送帧前将目标IP地址转换成目标MAC地址的过程。ARP协议的基本功能就是通过目标设备的IP地址，查询目标设备的MAC地址，以保证通信的顺利进行

➡ ARP映射方式 - 静态映射  
静态映射的意思是要手动创建一张ARP表，把逻辑（IP）地址和物理地址关联起来。这个ARP表储存在网络中的每一台机器上

# ARP协议

6

➡ 例如，知道其机器的IP地址但不知道其物理地址的机器就可以通过查ARP表找出对应的物理地址。这样做有一定的局限性，因为物理地址可能发生变化：

➡ (1) 机器可能更换NIC（网络适配器），结果变成一个新的物理地址。

➡ (2) 在某些局域网中，每当计算机加电时，他的物理地址都要改变一次。

➡ (3) 移动电脑可以从一个物理网络转移到另一个物理网络，这样会时物理地址改变。要避免这些问题出现，必须定期维护更新ARP表，此类比较麻烦而且会影响网络性能。

# ARP协议

7

## ➡ 动态映射

动态映射时，每次只要机器知道另一台机器的逻辑（IP）地址，就可以使用协议找出相对应的物理地址。已经设计出的实现了动态映射协议的有ARP和RARP两种。ARP把逻辑（IP）地址映射为物理地址。RARP把物理地址映射为逻辑（IP）地址



# ARP原理及流程

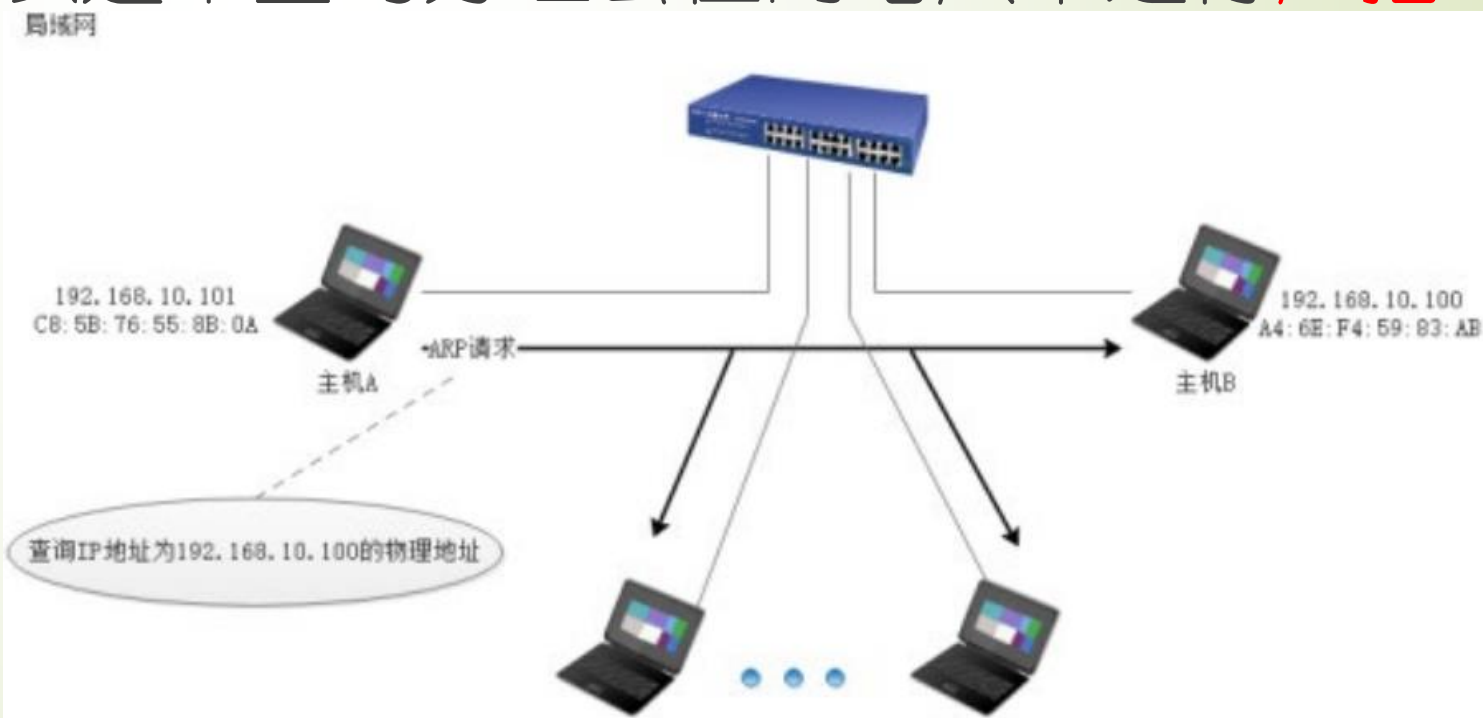
8

- 在任何时候，一台主机有IP数据报文发送给另一台主机，它都要知道接收方的逻辑（IP）地址。但是IP地址必须封装成帧才能通过物理网络。
- 这就意味着发送方必须有接收方的物理（MAC）地址，因此需要完成逻辑地址到物理地址的映射。而ARP协议可以接收来自IP协议的逻辑地址，将其映射为相应的物理地址，然后把物理地址递交给数据链路层。

# ARP请求

9

■ 任何时候，当主机需要找出这个网络中的另一个主机的物理地址时，它就可以发送一个ARP请求报文，这个报文包好了发送方的MAC地址和IP地址以及接收方的IP地址。因为发送方不知道接收方的物理地址，所以这个查询分组会在网络层中进行广播



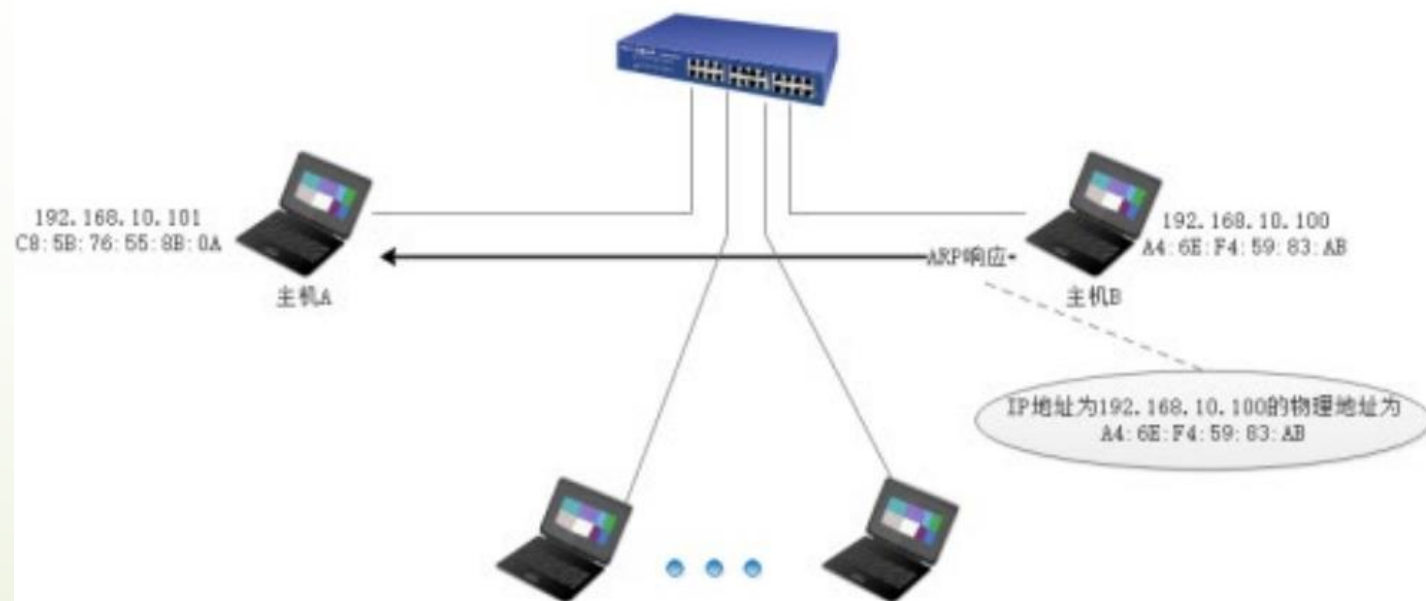


# ARP响应

10

- 局域网中的每一台主机都会接受并处理这个ARP请求报文，然后进行验证，查看接收方的IP地址是不是自己的地址，只有验证成功的主机才会返回一个ARP响应报文，这个响应报文包含接收方的IP地址和物理地址。这个报文利用收到的ARP请求报文中的请求方物理地址以单播的方式直接发送给ARP请求报文的请求方

局域网



# 报文格式

11

硬件类型		协议类型
硬件长度	协议长度	操作码（请求为1，响应为2）
源硬件地址		
源逻辑地址		
目的硬件地址		
目的逻辑地址		

# 报文格式

12

- 硬件类型：16位字段，用来定义运行ARP的网络类型。每个局域网基于其类型被指派一个整数。例如：以太网的类型为1。ARP可用在任何物理网络上。
- 硬件长度：8位字段，用来定义物理地址的长度，以字节为单位。例如：对于以太网的值为6。
- 协议类型：16位字段，用来定义使用的协议。例如：对IPv4协议这个字段是0800。ARP可用于任何高层协议

# 报文格式

13

- 协议长度：8位字段，用来定义逻辑地址的长度，以字节为单位。例如：对于IPv4协议的值为4。
- 操作码：16位字段，用来定义报文的类型。已定义的分组类型有两种：ARP请求（1），ARP响应（2）。
- 源硬件地址：这是一个可变长度字段，用来定义发送方的物理地址。例如：对于以太网这个字段的长度是6字节

# 报文格式

14

- 源逻辑地址：这是一个可变长度字段，用来定义发送方的逻辑（IP）地址。例如：对于IP协议这个字段的长度是4字节。
- 目的硬件地址：这是一个可变长度字段，用来定义目标的物理地址，例如，对以太网来说这个字段位6字节。对于ARP请求报文，这个字段为全0，因为发送方并不知道目标的硬件地址。
- 目的逻辑地址：这是一个可变长度字段，用来定义目标的逻辑（IP）地址，对于IPv4协议这个字段的长度为4个字节



## ARP报文的长度

- ➡ ARP报文的总长度为64字节。
- ➡ 帧的概念：帧是在数据链路层传输的数据格式。比如：以太网v2，以太网 IEEE802.3和PPP等。
- ➡ 所以Wireshark软件抓到的帧是包含帧头的，即包含以太网v2的帧头，长14 bytes；而ARP数据包的长度固定为28 bytes；  
帧总长度 = 帧头 + 网络层包头 + 传输层报文头 + 应用数据

# ARP报文的长度

16

- 而ARP请求中ARP包已经是最高层，之上没有传输层和应用层，所以总长度为： 帧总长度 = 帧头 + ARP包头 =  $14 + 28 = 42$  bytes;
- 而真正发包时为了保证以太网帧的最小帧长为64 bytes，会在报文里添加一个padding 字段，用来填充数据包大小。
- 使用wireshark抓包时，抓到的包为60 bytes。比以太网帧的最小帧长少了4 bytes，原因是因为wireshark抓包时不能抓到数据包最后的CRC 字段。

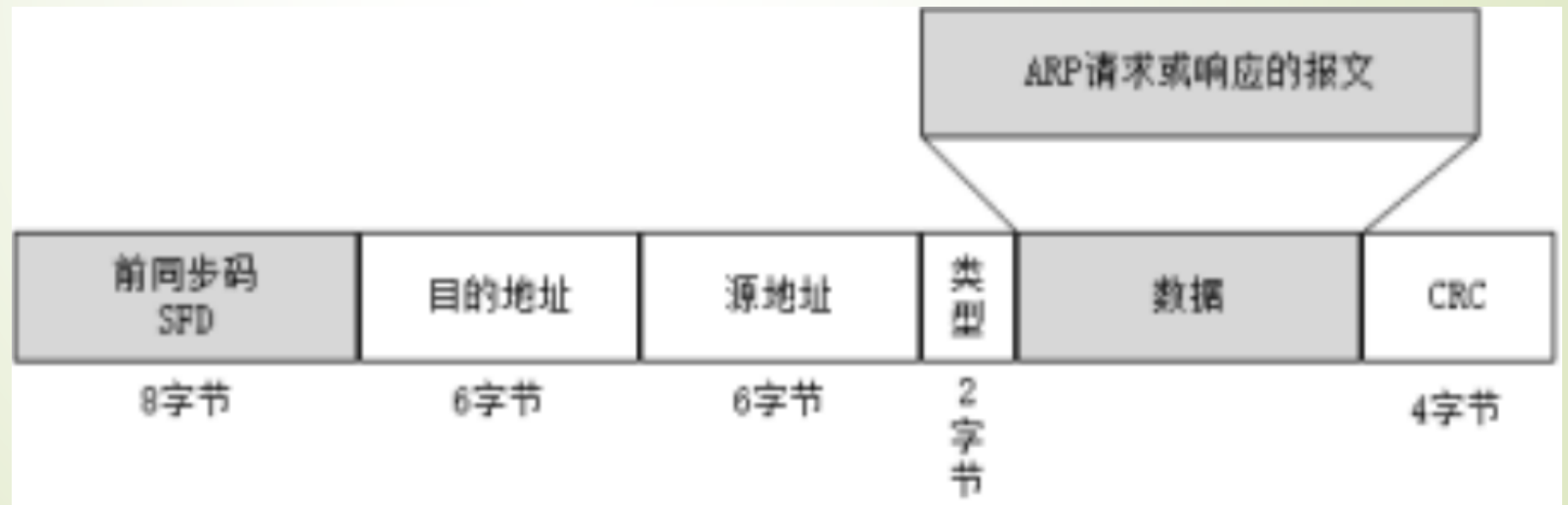
# ARP报文的长度

17

- ➡ CRC字段是为了校验以太网帧的正确性。在数据包填充完成后，回去通过算法计算一个值放到数据包的CRC字段中。当接受端收到数据包后，会同样使用算法计算一个值，然后和CRC字段的值进行对比，查看是否相同。如果不同则证明数据包被更改，如果相同则证明数据包并未被更改

# ARP报文封装

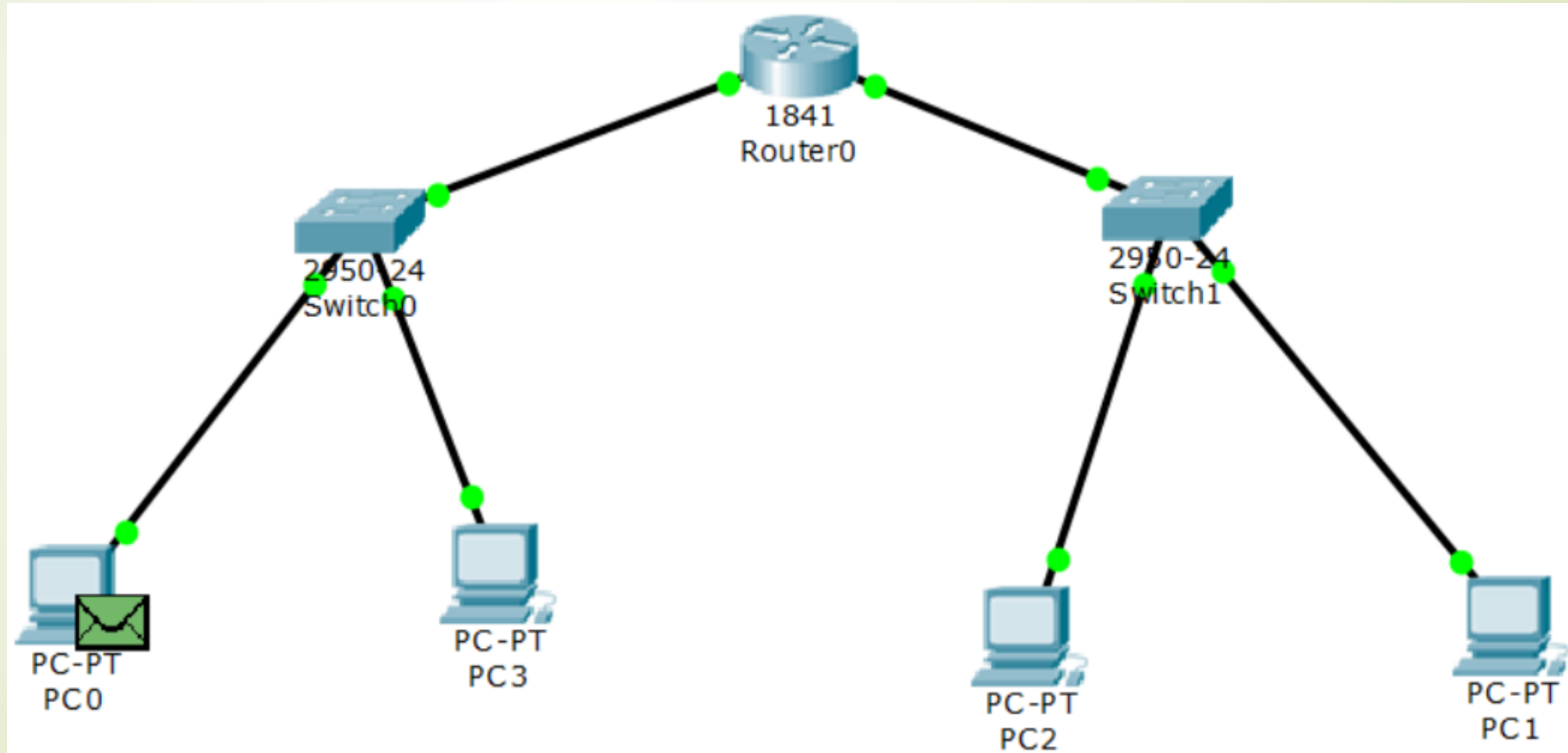
- ➔ ARP报文直接封装在数据链路帧中，例如图中，ARP分组被封装在以太网的帧中。注意，帧中的类型字段指出此帧所携带的数据是ARP 报文



# PT软件分析报文

19

## 网络结构图

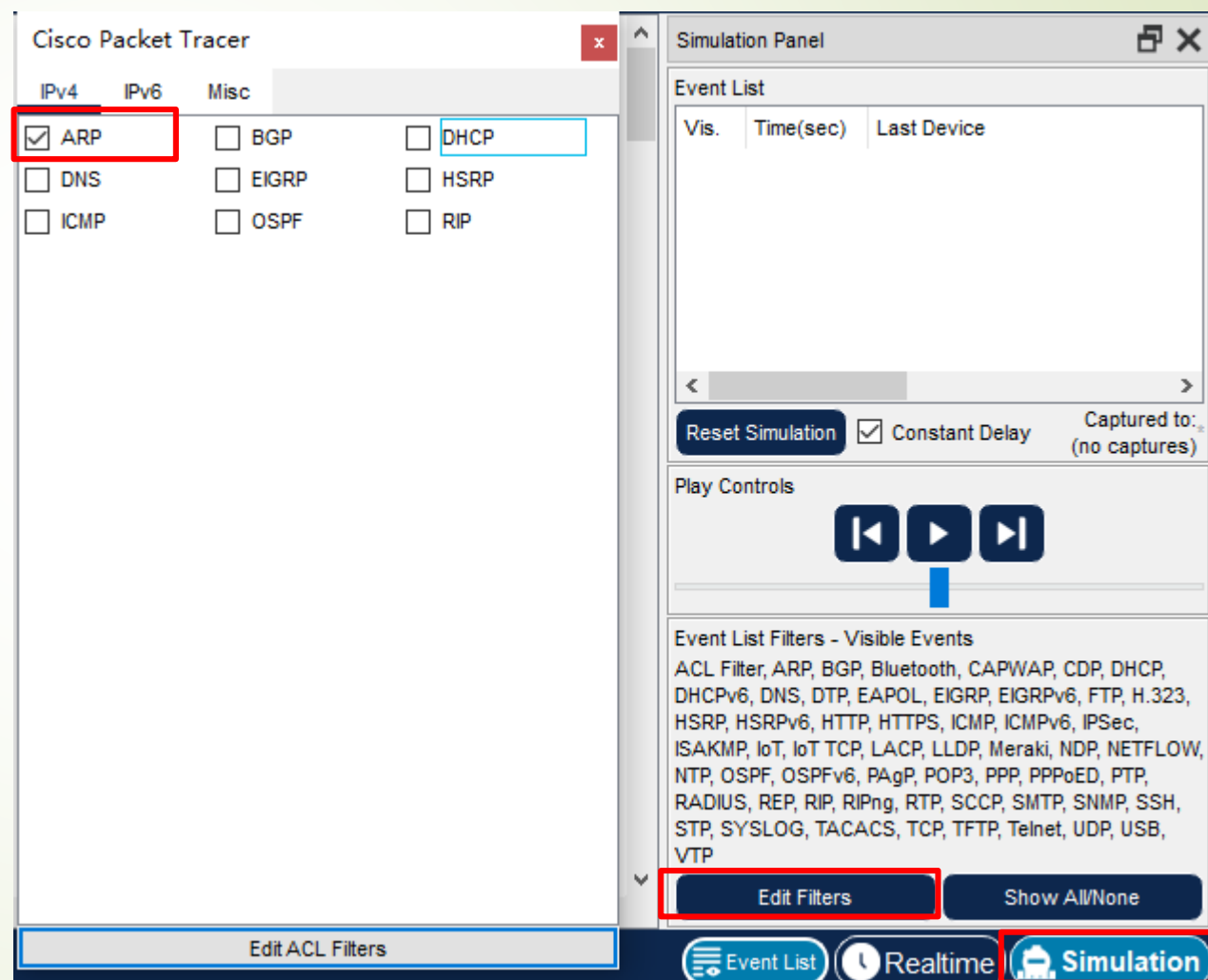




# PT软件分析报文

20

➡ Simulation -> Edit Filters -> ARP

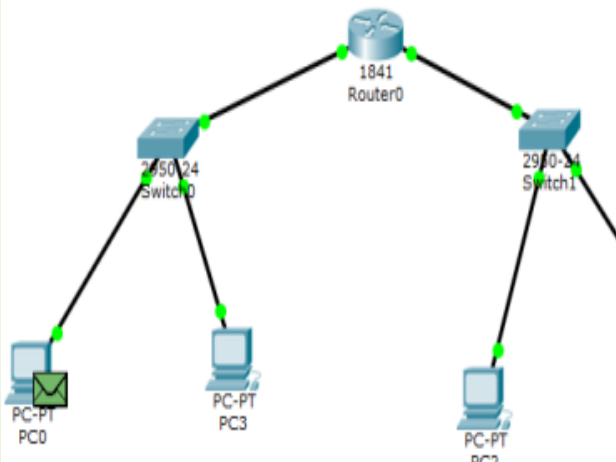


## PT软件分析报文

- 实验开始前查看本地ARP缓存表，命令是 `arp -a`（此时所有PC的ARP表都应是空的）
- `arp -d`是删除ARP缓存列表的命令，可以删除所有的ARP缓存，也可以删除指定的ARP缓存

# PT软件分析报文

22



The network diagram shows a central router (Router0) connected to two switches (Switch0 and Switch1). Switch0 is connected to PC-PT PC0 and PC-PT PC3. Switch1 is connected to PC-PT PC2. The router is labeled 1841, Switch0 is 2950-24, and Switch1 is 2950-24.

**PDU Information at Device: PC0**

At Device: PC0  
Source: PC0  
Destination: Broadcast

**OSI Model** | **Outbound PDU Details**

**In Layers**

Layer7
Layer6
Layer5
Layer4
Layer3
Layer2
Layer1

**Out Layers**

Layer7
Layer6
Layer5
Layer4
Layer3
Layer2: Ethernet II Header 0050.0FAB.0418 >> FFFF.FFFF.FFFF ARP Packet Src. IP: 192.168.1.11, Dest. IP: 192.168.1.1
Layer1: Port(s): FastEthernet0

1. The ARP process constructs a request for the target IP address.  
2. The device encapsulates the PDU into an Ethernet frame.

**PDU Information at Device: PC0**

**OSI Model** | **Outbound PDU Details**

**PDU Formats**

**Ethernet II**

0	4	8	14	19	Bytes
PREAMBLE: 101010...1011		DEST MAC: FFFF.FFFF.FFFF		SRC MAC: 0050.0FAB.0418	
TYPE: 0x806		DATA (VARIABLE LENGTH)		FCS: 0x0	

**ARP**

0	8	16	31	Bits
HARDWARE TYPE: 0x1		PROTOCOL TYPE:		
HLEN: 0x6		PLEN: 0x4		
OPCODE: 0x1				
SOURCE MAC: 0050.0FAB.0418 (48 bits)				
192.168.1.11		SOURCE IP (32 bits) ==>		
TARGET MAC: 0000.0000.0000 (48 bits)				
TARGET IP: 192.168.1.1 (32 bits)				

# PT软件分析报文

23

PDU Information at Device: Switch0

At Device: Switch0  
Source: PC0  
Destination: Broadcast

**In Layers**

Layer7
Layer6
Layer5
Layer4
Layer3
Layer 2: Ethernet II Header 0050.0FAB.0418 >> FFFF.FFFF.FFFF ARP Packet Src. IP: 192.168.1.11, Dest. IP: 192.168.1.1
Layer 1: Port FastEthernet0/2

**Out Layers**

Layer7
Layer6
Layer5
Layer4
Layer3
Layer 2: Ethernet II Header 0050.0FAB.0418 >> FFFF.FFFF.FFFF ARP Packet Src. IP: 192.168.1.11, Dest. IP: 192.168.1.1
Layer 1: Port(s): FastEthernet0/1 FastEthernet0/3

1. FastEthernet0/2 receives the frame.

Challenge Me

<< Previous Layer    Next Layer >>

PDU Information at Device: Switch0

OSI Model    Inbound PDU Details    Outbound PDU Details

**PDU Formats**

**Ethernet II**

0	4	8	14	19	Bytes
PREAMBLE: 101010...1011		DEST MAC: FFFF.FFFF.FFFF		SRC MAC: 0050.0FAB.0418	
TYPE: 0x806		DATA (VARIABLE LENGTH)		FCS: 0x0	

**ARP**

0	8	16	31	Bits
HARDWARE TYPE: 0x1		PROTOCOL TYPE:		
HLEN: 0x6		PLEN: 0x4		OPCODE: 0x1
SOURCE MAC: 0050.0FAB.0418 (48 bits)				SOURCE IP (32 bits) ==>
192.168.1.11				
TARGET MAC: 0000.0000.0000 (48 bits)				
TARGET IP: 192.168.1.1 (32 bits)				

# PT软件分析报文

24

PDU Information at Device: Router0

At Device: Router0  
Source: PC0  
Destination: Broadcast

**In Layers**

Layer7
Layer6
Layer5
Layer4
Layer3
Layer 2: Ethernet II Header 0050.0FAB.0418 >> FFFF.FFFF.FFFF ARP Packet Src. IP: 192.168.1.11, Dest. IP: 192.168.1.1
Layer 1: Port FastEthernet0/0

**Out Layers**

Layer7
Layer6
Layer5
Layer4
Layer3
Layer 2: Ethernet II Header 0005.5E96.9C01 >> 0050.0FAB.0418 ARP Packet Src. IP: 192.168.1.1, Dest. IP: 192.168.1.11
Layer 1: Port(s): FastEthernet0/0

1. FastEthernet0/0 receives the frame.

Challenge Me

<< Previous Layer    Next Layer >>

PDU Information at Device: Router0

OSI Model    Inbound PDU Details    Outbound PDU Details

PDU Formats

**Ethernet II**

0	4	8	14	19	Bytes
PREAMBLE: 101010...1011		DEST MAC: FFFF.FFFF.FFFF		SRC MAC: 0050.0FAB.0418	
TYPE: 0x806		DATA (VARIABLE LENGTH)		FCS: 0x0	

**ARP**

0	8	16	31	Bits
HARDWARE TYPE: 0x1		PROTOCOL TYPE:		
HLEN: 0x6		PLEN: 0x4		OPCODE: 0x1
SOURCE MAC: 0050.0FAB.0418 (48 bits)		SOURCE IP (32 bits) ==>		
192.168.1.11				
TARGET MAC: 0000.0000.0000 (48 bits)				
TARGET IP: 192.168.1.1 (32 bits)				



# PT软件分析报文

25

PDU Information at Device: Switch1

OSI Model   Inbound PDU Details   Outbound PDU Details

At Device: Switch1  
Source: Router0  
Destination: Broadcast

**In Layers**

Layer7
Layer6
Layer5
Layer4
Layer3
Layer 2: Ethernet II Header 0005.5E96.9C02 >> FFFF.FFFF.FFFF ARP Packet Src. IP: 192.168.2.1, Dest. IP: 192.168.2.11
Layer 1: Port FastEthernet0/1

**Out Layers**

Layer7
Layer6
Layer5
Layer4
Layer3
Layer 2: Ethernet II Header 0005.5E96.9C02 >> FFFF.FFFF.FFFF ARP Packet Src. IP: 192.168.2.1, Dest. IP: 192.168.2.11
Layer 1: Port(s): FastEthernet0/2 FastEthernet0/3

1. FastEthernet0/1 receives the frame.

Challenge Me   << Previous Layer   Next Layer >>

PDU Information at Device: Switch1

OSI Model   Inbound PDU Details   Outbound PDU Details

PDU Formats

**Ethernet II**

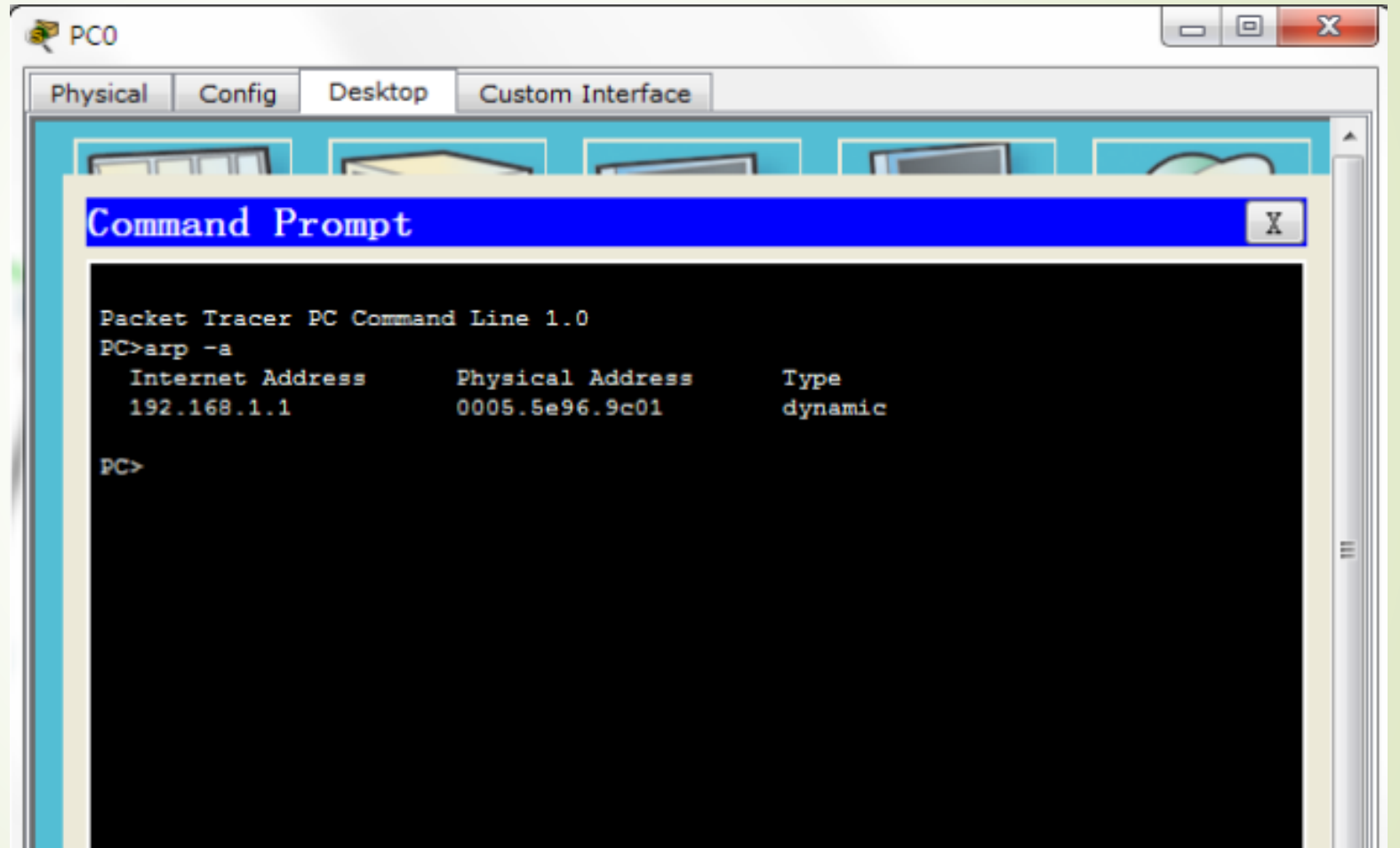
0	4	8	14	19	Bytes
PREAMBLE: 101010...1011			DEST MAC: FFFF.FFFF.FFFF		SRC MAC: 0005.5E96.9C02
TYPE: 0x806		DATA (VARIABLE LENGTH)			FCS: 0x0

**ARP**

0	8	16	31	Bits
HARDWARE TYPE: 0x1		PROTOCOL TYPE:		
HLEN: 0x6		PLEN: 0x4		OPCODE: 0x1
SOURCE MAC: 0005.5E96.9C02 (48 bits)				
192.168.2.1		SOURCE IP (32 bits) ==>		
TARGET MAC: 0000.0000.0000 (48 bits)				
TARGET IP: 192.168.2.11 (32 bits)				

# PT软件分析报文

查看本地ARP缓存表命令 `arp -a`



# Wireshark ARP报文抓取分析

27

Capturing from Microsoft - Wireshark

File Edit View Go Capture Analyze Statistics Telephony Tools Help

Filter: **arp** Expression... Clear Apply

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Info
1608	10.214235	90:47:3c:6b:51:29	ac:fd:ce:3e:9c:a2	ARP	who has 192.168.1.4? Tell 192.168.1.1
1609	10.214255	ac:fd:ce:3e:9c:a2	90:47:3c:6b:51:29	ARP	192.168.1.4 is at ac:fd:ce:3e:9c:a2
6945	44.124487	d0:7e:35:c4:d1:fa	Broadcast	ARP	who has 192.168.1.1? Tell 192.168.1.7
6946	44.124487	d0:7e:35:c4:d1:fa	Broadcast	ARP	who has 192.168.1.1? Tell 192.168.1.7
6956	44.226466	d0:7e:35:c4:d1:fa	Broadcast	ARP	who has 192.168.1.1? Tell 192.168.1.7
6992	44.431561	d0:7e:35:c4:d1:fa	Broadcast	ARP	who has 192.168.1.7? Tell 0.0.0.0
7180	45.455037	d0:7e:35:c4:d1:fa	Broadcast	ARP	who has 192.168.1.7? Tell 0.0.0.0
7297	46.478956	d0:7e:35:c4:d1:fa	Broadcast	ARP	who has 192.168.1.7? Tell 0.0.0.0
7422	47.400847	d0:7e:35:c4:d1:fa	Broadcast	ARP	Gratuitous ARP for 192.168.1.7 (Request)
9173	57.611172	90:47:3c:6b:51:29	ac:fd:ce:3e:9c:a2	ARP	who has 192.168.1.4? Tell 192.168.1.1
9174	57.611196	ac:fd:ce:3e:9c:a2	90:47:3c:6b:51:29	ARP	192.168.1.4 is at ac:fd:ce:3e:9c:a2

Frame 1608: 42 bytes on wire (336 bits), 42 bytes captured (336 bits)

- Ethernet II, Src: 90:47:3c:6b:51:29 (90:47:3c:6b:51:29), Dst: ac:fd:ce:3e:9c:a2 (ac:fd:ce:3e:9c:a2)
  - Destination: ac:fd:ce:3e:9c:a2 (ac:fd:ce:3e:9c:a2)
  - Source: 90:47:3c:6b:51:29 (90:47:3c:6b:51:29)
  - Type: ARP (0x0806)
- Address Resolution Protocol (request)
  - Hardware type: Ethernet (0x0001)
  - Protocol type: IP (0x0800)
  - Hardware size: 6
  - Protocol size: 4
  - Opcode: request (0x0001)
  - [Is gratuitous: False]
  - Sender MAC address: 90:47:3c:6b:51:29 (90:47:3c:6b:51:29)
  - Sender IP address: 192.168.1.1 (192.168.1.1)
  - Target MAC address: 00:00:00\_00:00:00 (00:00:00:00:00:00)
  - Target IP address: 192.168.1.4 (192.168.1.4)

# Wireshark ARP报文抓取分析

## ➡ 请求报文（Opcode 字段为1）

Wireshark · 分组 2 · WLAN

```
> Frame 2: 42 bytes on wire (336 bits), 42 bytes captured (336 bits) on interface 0
> Ethernet II, Src: XiaomiCo_a8:f1:13 (04:b1:67:a8:f1:13), Dst: LiteonTe_35:19:e6 (54:8c:a0:35:19:e6)
▼ Address Resolution Protocol (request)
  Hardware type: Ethernet (1)
  Protocol type: IPv4 (0x0800)
  Hardware size: 6
  Protocol size: 4
  Opcode: request (1)
  Sender MAC address: XiaomiCo_a8:f1:13 (04:b1:67:a8:f1:13)
  Sender IP address: 192.168.43.1
  Target MAC address: 00:00:00_00:00:00 (00:00:00:00:00:00)
  Target IP address: 192.168.43.143
```

0000	54 8c a0 35 19 e6 04 b1 67 a8 f1 13 08 06 00 01	T..5.... g.....
0010	08 00 06 04 00 01 04 b1 67 a8 f1 13 c0 a8 2b 01	..... g.....+
0020	00 00 00 00 00 00 c0 a8 2b 8f	..... +

# Wireshark ARP报文抓取分析

## ➡ 响应报文（Opcode 字段为2）

```
Wireshark · 分组 3 · WLAN

> Frame 3: 42 bytes on wire (336 bits), 42 bytes captured (336 bits) on interface 0
> Ethernet II, Src: LiteonTe_35:19:e6 (54:8c:a0:35:19:e6), Dst: XiaomiCo_a8:f1:13 (04:b1:67:a8:f1:13)
v Address Resolution Protocol (reply)
  Hardware type: Ethernet (1)
  Protocol type: IPv4 (0x0800)
  Hardware size: 6
  Protocol size: 4
  Opcode: reply (2)
  Sender MAC address: LiteonTe_35:19:e6 (54:8c:a0:35:19:e6)
  Sender IP address: 192.168.43.143
  Target MAC address: XiaomiCo_a8:f1:13 (04:b1:67:a8:f1:13)
  Target IP address: 192.168.43.1

0000  04 b1 67 a8 f1 13 54 8c  a0 35 19 e6 08 06 00 01  ..g...T.  -5.....
0010  08 00 06 04 00 02 54 8c  a0 35 19 e6 c0 a8 2b 8f  .....T.  -5....+.
0020  04 b1 67 a8 f1 13 c0 a8  2b 01                ..g..... +
```



## 实验主要分析内容

- 1.分析在Packet tracer中ARP报文情况
- 2.查看ARP报文各字段内容，并解读；
- 3. 查看本机的ARP 内容
- 4.用Wireshark抓取ARP数据包，并分析各字段信息内容。