

## 网络原理 hw3

计 71 张程远

### Chapter 3

1、

如果没有错误控制，那么 10 帧都必须成功发送，才算做成功发送报文。成功发送 10 帧的概率为  $0.8^{10}$ ，因此平均发送次数为  $\frac{1}{0.8^{10}} = 9.3$  次。

2、

a) 字节计数：在帧的前面声明有几个字节。

00000100 01000111 11100011 11100000 01111110

b) 字节填充的标志字节：首尾填充 FLAG，中间填充转义字符。

01111110 01000111 11100011 11100000 11100000 11100000 01111110 01111110

c) 比特填充的标志字节：首尾填充 FLAG，中间填充单个 0。

01111110 01000111 110100011 111000000 011111010 01111110

9、

假设有  $r$  位校验位，那么有  $2^{16-r}$  个消息，同时对应  $2^{16-r} * 16$  个错误消息，因此有  $17 * 2^{16-r} \leq 2^{16}$ ，得到  $r \geq 5$ 。因此至少需要 5 位。

在报文的 1、2、4、8、16 位处插入校验码

P1 P2 1 P4 101 P8 0011001 P16 10101

$P1 = 3+5+7+9+11+13+15+17+19+21 = 0$

$P2 = 3+6+7+10+11+14+15+18+19 = 1$

$P4 = 5+6+7+12+13+14+15+20+21 = 1$

$P8 = 9+10+11+12+13+14+15 = 1$

$P16 = 1$

所以发送的数据为 011110110011001110101。

11、

1 个错误显然可以检出；2 个错误也可以检出，因为当两个错误在同一行时，列会产生两个错误，而不在同一行会导致行产生错误；3 个错误也同理，当 3 个错误在同一行时，列会产

生两个错误，当两个错误在同一行时，另一个错误会导致行产生错误。但是 4 个错误就不一定被检出，如 4 个错误在一个矩形的四个角处，错误所在的每一行和每一列都恰好有两个错误，导致校验失效。

20、

不考虑很小的哑帧的传输时间。停-等协议需要发送两次来完成一帧的传输，延迟总长为 40ms。因此帧的大小至少需要 160bits 才能让传输效率达到 50%。

21、

如果条件  $\text{event} \neq \text{frame\_arrival}$ ，那么就会导致  $\text{start\_timer}$  再次执行。

22、

单向延迟时间为 18ms。T1 中继线的传输速率为 1.544Mbps，乘积为  $1544 \times 18$  位。这足以发送  $\frac{1544 \times 18}{512}$  个帧。故  $\text{MAX\_SEQ} = 2 \times \text{帧数} + 1 = 109.56$ 。故序号应当有 7 位。

32、

一个帧的传输时间为 542ms（确认也在一个数据帧中被传回）。

a): 利用停等式协议，在 542ms 内只能发 1 个帧，故效率为  $\frac{1}{542}$ 。

b): 利用协议 5，由于序号有 3 位，故  $\text{MAX\_SEQ} = 2^3 - 1 = 7$  位。故效率为  $\frac{7}{542}$ 。

c): 利用协议 6，窗口大小为  $(\text{MAX\_SEQ} + 1) / 2 = 4$  位，故效率为  $\frac{2}{271}$ 。

## PPPoE

### 1 实验过程与报文截图

首先安装 XP 虚拟机，按照实验说明搭好实验环境，并在虚拟机上创建用户“chengyua17”，准备连接；接下来按照实验指导捕捉数据帧进行分析。

PADI 报文：希望发现网络中所有的 PPPoE 服务。

8	11.712915	Vmware_48:4e:68	Broadcast	PPPoED	Active Discovery Initiation (PADI)
9	11.713119	Vmware_7a:22:59	Vmware_48:4e:68	PPPoED	Active Discovery Offer (PADO) AC-Name='PC-2'
10	11.713127	Vmware_48:4e:68	Vmware_7a:22:59	PPPoED	Active Discovery Request (PADR)
11	11.716391	Vmware_7a:22:59	Vmware_48:4e:68	PPPoED	Active Discovery Session-confirmation (PADS)
12	11.730277	Vmware_48:4e:68	Vmware_7a:22:59	PPP LCP	Configuration Request

  

Frame 8: 44 bytes on wire (352 bits), 44 bytes captured (352 bits)	
Ethernet II, Src: Vmware_48:4e:68 (00:0c:29:48:4e:68), Dst: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)	
PPP-over-Ethernet Discovery	
0001 .... = Version: 1	
.... 0001 = Type: 1	
Code: Active Discovery Initiation (PADI) (0x09)	
Session ID: 0x0000	
Payload Length: 24	
PPPoE Tags	

  

```

0000  ff ff ff ff ff 00 0c 29 48 4e 68 88 63 11 09  .... )HNh.c.
0010  00 00 00 18 01 01 00 00 01 03 00 10 52 53 50 45  .... RSPE
0020  00 00 00 00 0a 5d a3 17 db 9e d5 01  .... ].. ....

```

PADO 报文：PC2 向正在探索的 PC1 发送给予报文予以回应。

9	11.713119	Vmware_7a:22:59	Vmware_48:4e:68	PPPoED	Active Discovery Offer (PADO) AC-Name='PC-2'
10	11.713127	Vmware_48:4e:68	Vmware_7a:22:59	PPPoED	Active Discovery Request (PADR)
11	11.716391	Vmware_7a:22:59	Vmware_48:4e:68	PPPoED	Active Discovery Session-confirmation (PADS)
12	11.730277	Vmware_48:4e:68	Vmware_7a:22:59	PPP LCP	Configuration Request

  

Frame 9: 74 bytes on wire (592 bits), 74 bytes captured (592 bits)	
Ethernet II, Src: Vmware_7a:22:59 (00:0c:29:7a:22:59), Dst: Vmware_48:4e:68 (00:0c:29:48:4e:68)	
PPP-over-Ethernet Discovery	
0001 .... = Version: 1	
.... 0001 = Type: 1	
Code: Active Discovery Offer (PADO) (0x07)	
Session ID: 0x0000	
Payload Length: 54	
PPPoE Tags	

  

```

0000  00 0c 29 48 4e 68 00 0c 29 7a 22 59 88 63 11 07  .... )HNh.. )z"Y.c.
0010  00 00 00 36 01 01 00 00 01 02 00 04 50 43 2d 32  .... 6.... PC-2
0020  01 03 00 10 52 53 50 45 00 00 00 0a 5d a3 17  .... RSPE .....]
0030  db 9e d5 01 01 04 00 12 52 53 50 45 00 0c 29 48  .... RSPE..)H
0040  4e 68 04 1a d8 17 db 9e d5 01  .... Nh.....

```

PADR 报文：PC1 向 PC2 发送的单播会话请求。

10	11.713127	Vmware_48:4e:68	Vmware_7a:22:59	PPPoED	Active Discovery Request (PADR)
11	11.716391	Vmware_7a:22:59	Vmware_48:4e:68	PPPoED	Active Discovery Session-confirmation (PADS)
12	11.730277	Vmware_48:4e:68	Vmware_7a:22:59	PPP LCP	Configuration Request

  

Frame 10: 66 bytes on wire (528 bits), 66 bytes captured (528 bits)	
Ethernet II, Src: Vmware_48:4e:68 (00:0c:29:48:4e:68), Dst: Vmware_7a:22:59 (00:0c:29:7a:22:59)	
PPP-over-Ethernet Discovery	
0001 .... = Version: 1	
.... 0001 = Type: 1	
Code: Active Discovery Request (PADR) (0x19)	
Session ID: 0x0000	
Payload Length: 46	
PPPoE Tags	

  

```

0000  00 0c 29 7a 22 59 00 0c 29 48 4e 68 88 63 11 19  .... )z"Y.. )HNh.c.
0010  00 00 00 2e 01 01 00 00 01 03 00 10 52 53 50 45  .... RSPE
0020  00 00 00 00 0a 5d a3 17 db 9e d5 01 01 04 00 12  .... ].. ....
0030  52 53 50 45 00 0c 29 48 4e 68 04 1a d8 17 db 9e  RSPE..)H Nh.....
0040  d5 01  ....

```

PADS 报文：PC2 为 PC1 分配会话 ID。此处的 ID 为 0x001f。

11	11.716391	Vmware_7a:22:59	Vmware_48:4e:68	PPPoED	Active Discovery Session-confirmation (PADS)
12	11.730277	Vmware_48:4e:68	Vmware_7a:22:59	PPP LCP	Configuration Request

  

Frame 11: 60 bytes on wire (480 bits), 60 bytes captured (480 bits)					
Ethernet II, Src: Vmware_7a:22:59 (00:0c:29:7a:22:59), Dst: Vmware_48:4e:68 (00:0c:29:48:4e:68)					
PPP-over-Ethernet Discovery					
0001 .... = Version: 1					
.... 0001 = Type: 1					
Code: Active Discovery Session-confirmation (PADS) (0x65)					
Session ID: 0x001f					
Payload Length: 24					
PPPoE Tags					

  

0000	00 0c 29 48 4e 68 00 0c 29 7a 22 59 88 63 11 65	..)HNh..)z"Y.c.e
0010	00 1f 00 18 01 01 00 00 01 03 00 10 52 53 50 45	.....RSPE
0020	00 00 00 00 0a 5d a3 17 db 9e d5 01 00 00 00 00	.....1.....
0030	00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00	.....

此时双方互相发现确认完毕，开始传输数据，双方分别发送 LCP 配置信息报文和确认报文。

13	11.732043	Vmware_7a:22:59	Vmware_48:4e:68	PPP LCP	Configuration Request
14	11.732214	Vmware_7a:22:59	Vmware_48:4e:68	PPP LCP	Configuration Ack

  

Frame 13: 75 bytes on wire (600 bits), 75 bytes captured (600 bits)					
Ethernet II, Src: Vmware_7a:22:59 (00:0c:29:7a:22:59), Dst: Vmware_48:4e:68 (00:0c:29:48:4e:68)					
PPP-over-Ethernet Session					
Point-to-Point Protocol					
Protocol: Link Control Protocol (0xc021)					
PPP Link Control Protocol					
Code: Configuration Request (0x01)					
Identifier: 0x00					
Length: 53					
Options: (49 bytes)					

  

0000	00 0c 29 48 4e 68 00 0c 29 7a 22 59 88 64 11 00	..)HNh..)z"Y.d..
0010	00 1f 00 37 c0 21 01 00 00 35 01 04 05 d4 03 05	...7!...5.....
0020	c2 23 81 05 06 6d 77 06 18 0d 03 06 11 04 06 4e	.#...mw. ....N
0030	13 17 01 1e c0 fe 62 24 3a 4a 21 aa f0 35 6f	.....b\$ :!...5o
0040	4b 32 ab 00 00 00 00 17 04 00 0e	K2.....

  

14	11.732214	Vmware_7a:22:59	Vmware_48:4e:68	PPP LCP	Configuration Ack
15	11.732377	Vmware_48:4e:68	Vmware_7a:22:59	PPP LCP	Configuration Reject
16	11.732748	Vmware_7a:22:59	Vmware_48:4e:68	PPP LCP	Configuration Request

  

Frame 14: 66 bytes on wire (528 bits), 66 bytes captured (528 bits)					
Ethernet II, Src: Vmware_7a:22:59 (00:0c:29:7a:22:59), Dst: Vmware_48:4e:68 (00:0c:29:48:4e:68)					
PPP-over-Ethernet Session					
Point-to-Point Protocol					
Protocol: Link Control Protocol (0xc021)					
PPP Link Control Protocol					
Code: Configuration Ack (0x02)					
Identifier: 0x00					
Length: 44					
Options: (40 bytes)					

  

0000	00 0c 29 48 4e 68 00 0c 29 7a 22 59 88 64 11 00	..)HNh..)z"Y.d..
0010	00 1f 00 2e c0 21 02 00 00 2c 01 04 05 d4 05 06	.....
0020	19 b7 77 66 0d 03 06 11 04 06 4e 13 17 01 9b 37	..wf....N...7
0030	dd 87 af d5 48 00 b4 99 95 13 8e 4f 65 03 00 00	....H...Oe...
0040	00 00	..

用户认证采用挑战握手协议 CHAP，可以看到包含用户 ID 的信息。

20	11.735571	Vmware_48:4e:68	Vmware_7a:22:59	PPP CHAP	Response (NAME='chengyua17', VALUE=0x302406a86e5f8df19bfb10bdf64f3f1f000000000000000...)
21	11.740258	Vmware_7a:22:59	Vmware_48:4e:68	PPP CHAP	Success (MESSAGE='S=150B41C8C81A46A2494F64EF5A7EEE3BDEDBBB01')
# Frame 20: 86 bytes on wire (688 bits), 86 bytes captured (688 bits) # Ethernet II, Src: Vmware_48:4e:68 (00:0c:29:48:4e:68), Dst: Vmware_7a:22:59 (00:0c:29:7a:22:59) # PPP-over-Ethernet Session # Point-to-Point Protocol Protocol: Challenge Handshake Authentication Protocol (0xc223) # PPP Challenge Handshake Authentication Protocol Code: Response (2) Identifier: 0 Length: 64 # Data (60 bytes) Value Size: 49 Value: 302406a86e5f8df19bfb10bdf64f3f1f000000000000000... Name: chengyua17					
0000	00 0c 29 7a 22 59 00 0c 29 48 4e 68 88 64 11 00	..)z"Y..)HNh.d..			
0010	00 1f 00 42 c2 23 02 00 00 40 31 30 24 06 a8 6e	...B.#...@10\$.n			
0020	5f 8d f1 9b fb 10 bd f6 4f 3f 1f 00 00 00 00 00	.....O?.....			
0030	00 00 00 b3 1a e0 9a 83 76 c3 2c ad a2 cd a5 09	.....V,.....			
0040	8c fc 36 26 0f f3 07 9f 24 9d 57 00 63 68 65 6e	..6&....\$.W.chen			
0050	67 79 75 61 31 37	nyua17			

网络协商阶段，IP 控制协议为用户分配动态地址，IPCP 报文如下。

26	11.743191	Vmware_48:4e:68	Vmware_7a:22:59	PPP IPCP	Configuration Request
27	11.747239	Vmware_7a:22:59	Vmware_48:4e:68	PPP CCP	Configuration Request
28	11.747366	Vmware_7a:22:59	Vmware_48:4e:68	PPP IPCP	Configuration Request
29	11.747493	Vmware_7a:22:59	Vmware_48:4e:68	PPP CCP	Configuration Ack
# Frame 26: 62 bytes on wire (496 bits), 62 bytes captured (496 bits) # Ethernet II, Src: Vmware_48:4e:68 (00:0c:29:48:4e:68), Dst: Vmware_7a:22:59 (00:0c:29:7a:22:59) # PPP-over-Ethernet Session # Point-to-Point Protocol Protocol: IP Control Protocol (0x8021) # PPP IP Control Protocol Code: Configuration Request (0x01) Identifier: 0x03 Length: 40 # Options: (36 bytes) # IP compression: 6 bytes IP address: 0.0.0.0 Primary DNS server IP address: 0.0.0.0					
0000	00 0c 29 7a 22 59 00 0c 29 48 4e 68 88 64 11 00	..)z"Y..)HNh.d..			
0010	00 1f 00 2a 80 21 01 03 00 28 02 06 00 2d 0f 01	...*.!..(.....			
0020	03 06 00 00 00 00 81 06 00 00 00 00 82 06 00 00	.....			
0030	00 00 83 06 00 00 00 00 84 06 00 00 00 00 00	.....			

最后，终止 PPPoE 会话，产生连接终止请求和响应报文。

192	319.597267	Vmware_48:4e:68	Vmware_7a:22:59	PPP LCP	Termination Ack
193	319.598565	Vmware_7a:22:59	Vmware_48:4e:68	PPPoED	Active Discovery Terminate (PADT)
# Frame 192: 38 bytes on wire (304 bits), 38 bytes captured (304 bits) # Ethernet II, Src: Vmware_48:4e:68 (00:0c:29:48:4e:68), Dst: Vmware_7a:22:59 (00:0c:29:7a:22:59) # PPP-over-Ethernet Session # Point-to-Point Protocol Protocol: Link Control Protocol (0xc021) # PPP Link Control Protocol Code: Termination Ack (0x06) Identifier: 0x05 Length: 16 Data (12 bytes)					
0000	00 0c 29 7a 22 59 00 0c 29 48 4e 68 88 64 11 00	..)z"Y..)HNh.d..			
0010	00 1f 00 12 c0 21 06 05 00 10 6d 77 06 18 00 3c	.....!..mw...<			
0020	cd 74 00 00 00 00	.t....			

## 2 思考题

(1) PPPoE 的标志、地址和控制字段是预留为 0x7em 0xff 和 0x03 的，但是这部分的使用一直没有做出规定，所以这部分内容也就不携带任何信息，那么为了增加传输效率就将这部分内容舍弃了。

(2) PPPoE 的优势：

第一，PPPoE 提供动态 IP 地址，这样地址的维护和管理比较简单，网络配置操作较少，用户使用也很容易；

第二，PPPoE 提供访问控制功能，可以很方便地确认用户身份、对用户的在网时长进行统计。

第三，支持多进程工作，一台用户机可以同时连接多个远端。