



警示

1. ‘实验报告如有雷同，雷同各方当次实验成绩均以 0 分计。
2. 当次小组成员成绩只计学号、姓名登录在下表中的。
3. 在规定时间内未上交实验报告的，不得以其他方式补交，当次成绩按 0 分计。
4. 实验报告文件以 PDF 格式提交。

院系	计算机学院	班 级	软件工程	组长	梁冠轩
学号	19335118	19335258			
学生	梁冠轩	余世龍			
实验分工					
梁冠轩	操作实验 6-5，对实验 6-5 得到的数据进行分析，写报告				
余世龍	操作实验 6-5，解答 6-5 的实验思考和实验内容 2、3 的问题，写报告				

【实验题目】端口聚合实验

【实验目的】理解链路聚合的配置及原理。

【实验内容】

- (1) 完成实验教程第三章实验 6-5 的实验，回答实验提出的问题及实验思考。(P187)
- (2) 端口聚合和生成树都可以实现冗余链路，这两种方式有什么不同？
- (3) 你认为本实验能实现负载平衡吗？如果不能，请讨论原因并设计方法，进行实验验证。

【实验要求】

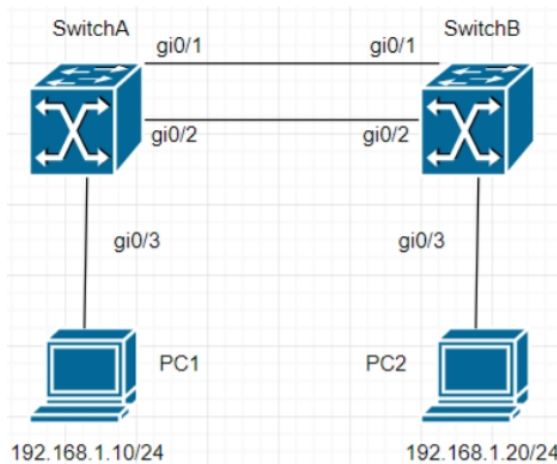
一些重要信息需给出截图，注意实验步骤的前后对比。

【实验记录】(如有实验拓扑请自行画出,)

- (1) 完成实验教程第三章实验 6-5 的实验，回答实验提出的问题及实验思考。(P187)

步骤一：

实验拓扑图：



在 PC2 上创建一个共享文件夹，PC1 往 PC2 发送一个文件，启动 wireshark，观察数据包的变化

95	2.803521	192.168.10.20	192.168.10.10	SMB2	124 SetInfo Response
96	2.806861	192.168.10.10	192.168.10.20	TCP	1514 32249 → 445 [ACK] Seq=8882 Ack=8333 Win=2047 Len=1460 [TCP segment of a reassembled PDU]
97	2.807044	192.168.10.10	192.168.10.20	TCP	1514 32249 → 445 [ACK] Seq=10342 Ack=8333 Win=2047 Len=1460 [TCP segment of a reassembled PDU]
98	2.807044	192.168.10.10	192.168.10.20	TCP	1514 32249 → 445 [ACK] Seq=11802 Ack=8333 Win=2047 Len=1460 [TCP segment of a reassembled PDU]
1407	46.642800	192.168.10.10	192.168.10.20	TCP	1198 32249 → 445 [PSH, ACK] Seq=2263997426 Ack=189185 Win=2052 Len=1144 [TCP segment of a reassembled PDU]
1407	46.642800	192.168.10.10	192.168.10.20	TCP	60 32249 → 445 [ACK] Seq=2263997426 Ack=189353 Win=2052 Len=0
1407	46.642800	192.168.10.10	192.168.10.20	TCP	60 32249 → 445 [ACK] Seq=2263997426 Ack=189521 Win=2051 Len=0
1407	46.642826	192.168.10.10	192.168.10.10	TCP	54 445 → 32249 [ACK] Seq=189605 Ack=2263997426 Win=18118 Len=0
1407	46.643087	192.168.10.20	192.168.10.10	SMB2	138 Write Response
1407	46.643169	192.168.10.10	192.168.10.20	TCP	60 32249 → 445 [ACK] Seq=2263997426 Ack=189689 Win=2050 Len=0

可以看到，一共发送了大约 140 万个 packets，发送时间大约为 43.8 秒



步骤二、步骤三、步骤四、步骤五：

进行交换机 A 和交换机 B 的端口聚合配置

```
21-S5750-2#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
21-S5750-2(config)#hostname switchA
switchA(config)#vlan 10
switchA(config-vlan)#name sales
switchA(config-vlan)#exit
switchA(config)#exit
switchA#Apr 16 09:23:52: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

switchA#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
switchA(config)#interface gigabitethernet 0/5
switchA(config-if-GigabitEthernet 0/5)#switchport access vlan 10
switchA(config-if-GigabitEthernet 0/5)#exit
switchA(config)#interface aggregateport 1
switchA(config-if-AggregatePort 1)#switchport mode trunk
switchA(config-if-AggregatePort 1)#exit
switchA(config)#interface range gigabitethernet 0/1-2
switchA(config-if-range)#port-group 1
*Warning: the link aggregation of port GigabitEthernet 0/2 may not match with its neighbor.
switchA(config-if-range)#Apr 16 09:26:58: %LLDP-4-ERRDETECT: Link aggregation for the port GigabitEthernet 0/2 may not match with one for the neighbor port.
*Apr 16 09:27:00: %LINK-3-UPDOWN: Interface AggregatePort 1, changed state to up.
*Apr 16 09:27:00: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface AggregatePort 1, changed state to up.

switchA(config-if-range)#exit
switchA(config)#show aggregateport 1 summary
AggregatePort MaxPorts SwitchPort Mode Ports
-----
Ag1            8      Enabled    TRUNK Gi0/1      ,Gi0/2
switchA(config)#
```

```
switchB(config)#vlan 10
switchB(config-vlan)#name sales
switchB(config-vlan)#exit
switchB(config)#interface gigabitethernet 0/5
switchB(config-if-GigabitEthernet 0/5)#switchport access vlan 10
switchB(config-if-GigabitEthernet 0/5)#exit
switchB(config)#show vlan id 10
VLAN Name                Status    Ports
-----
10 sales                STATIC    Gi0/5
```

```
switchB(config)#interface aggregateport 1
switchB(config-if-AggregatePort 1)#switchport mode trunk
switchB(config-if-AggregatePort 1)#exit
switchB(config)#interface range gigabitethernet 0/1-2
switchB(config-if-range)#port-group 1
switchB(config-if-range)#exit*Apr 16 09:22:45: %LINK-3-UPDOWN: Interface AggregatePort 1, changed state to up.
*Apr 16 09:22:45: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface AggregatePort 1, changed state to up.

switchB(config)#show aggregateport 1 summary
AggregatePort MaxPorts SwitchPort Mode Ports
-----
Ag1            8      Enabled    TRUNK Gi0/1      ,Gi0/2
```

可以看到，端口 0/1 和 0/2 实现了端口聚合

步骤六：

1) PC1 往 PC2 发送文件包

19	1.843033	192.168.10.20	192.168.10.10	SMB2	182 Close Response
20	1.843415	192.168.10.10	192.168.10.20	SMB2	162 SetInfo Request FILE_INFO/SMB2_FILE_ENDOFFILE_INFO File: fff.rar
21	1.843539	192.168.10.20	192.168.10.10	SMB2	124 SetInfo Response
22	1.847109	192.168.10.10	192.168.10.20	TCP	1514 32164 → 445 [ACK] Seq=1898 Ack=2139 Win=2052 Len=1460 [TCP segment of a reassembled PDU]
23	1.847109	192.168.10.10	192.168.10.20	TCP	1514 32164 → 445 [ACK] Seq=3358 Ack=2139 Win=2052 Len=1460 [TCP segment of a reassembled PDU]
24	1.847109	192.168.10.10	192.168.10.20	TCP	1514 32164 → 445 [ACK] Seq=4818 Ack=2139 Win=2052 Len=1460 [TCP segment of a reassembled PDU]
1413	50.609527	192.168.10.10	192.168.10.20	TCP	1514 32164 → 445 [ACK] Seq=2263987354 Ack=182823 Win=2051 Len=1460 [TCP segment of a reassembled PDU]
1415	50.609327	192.168.10.10	192.168.10.20	TCP	1514 32164 → 445 [ACK] Seq=2263988814 Ack=182823 Win=2051 Len=1460 [TCP segment of a reassembled PDU]
1415	50.609327	192.168.10.10	192.168.10.20	SMB2	222 Write Request Len:911092 Off:2262827008 File: fff.rar
1415	50.609344	192.168.10.20	192.168.10.10	TCP	54 445 → 32164 [ACK] Seq=182907 Ack=2263990442 Win=9740 Len=0
1415	50.608972	192.168.10.20	192.168.10.10	SMB2	138 Write Response
1415	50.609238	192.168.10.10	192.168.10.20	TCP	60 32164 → 445 [ACK] Seq=2263990442 Ack=182991 Win=2050 Len=0

可以看到，发送了大约 141w 个包，发送时间大约为 48.8 秒，与步骤 1 比较，可以看到发送包的数量差不多，但是发送时间多花了 5 秒，所以链路聚合的带宽没有增大。

2) 判断哪条链路正在传输数据

```
Interface : GigabitEthernet 0/1
5 minutes input rate :26509 bits/sec, 44 packets/sec
5 minutes output rate :5990043 bits/sec, 492 packets/sec
```

```
Interface : GigabitEthernet 0/2
5 minutes input rate :65 bits/sec, 0 packets/sec
5 minutes output rate :1479 bits/sec, 0 packets/sec
```

可以看到端口 0/1 的发送数据速度明显比 0/2 快数倍，可以判断端口 0/1 在传输数据

3) 当交换机之间一条链路断开时，PC1 与 PC2 仍能互相 ping 通



可以看到，传输速度在交替拔线过程中变化波动较大。

> Frame 1646906: 1

可以看到，无交替拔线时，发送了大约 144w 个包，而现在发了大约 164w 个包，查看 wireshark，多出来的包都是 nbss 和 smb2 协议的包，发送时间大幅增长。

1539...	61.434381	192.168.10.10	192.168.10.20	NBSS	1514 NBSS Continuation Message
1539...	61.434381	192.168.10.10	192.168.10.20	NBSS	1514 NBSS Continuation Message
1539...	61.434381	192.168.10.10	192.168.10.20	NBSS	1514 NBSS Continuation Message
1539...	61.434381	192.168.10.10	192.168.10.20	NBSS	1514 NBSS Continuation Message
1539...	61.434381	192.168.10.10	192.168.10.20	NBSS	1514 NBSS Continuation Message
1539...	61.434381	192.168.10.10	192.168.10.20	NBSS	1514 NBSS Continuation Message
1539...	61.434381	192.168.10.10	192.168.10.20	NBSS	1514 NBSS Continuation Message
1539...	61.434381	192.168.10.10	192.168.10.20	NBSS	1514 NBSS Continuation Message
1539...	61.434381	192.168.10.10	192.168.10.20	NBSS	1514 NBSS Continuation Message
1539...	61.434614	192.168.10.10	192.168.10.20	NBSS	1514 NBSS Continuation Message
1539...	61.434614	192.168.10.10	192.168.10.20	NBSS	466 NBSS Continuation Message
1540...	61.446917	192.168.10.10	192.168.10.20	SMB2	466 Write Request Len:1048576 Off:2119172096 File: fff.rar
1540...	61.447179	192.168.10.20	192.168.10.10	SMB2	138 Write Response
1540...	61.458791	192.168.10.20	192.168.10.10	SMB2	138 Write Response
1540...	61.460104	192.168.10.10	192.168.10.20	SMB2	466 Write Request Len:1048576 Off:2120220672 File: fff.rar
1541...	61.470414	192.168.10.20	192.168.10.10	SMB2	138 Write Response
1541...	61.472383	192.168.10.10	192.168.10.20	SMB2	466 Write Request Len:1048576 Off:2121269248 File: fff.rar

5) 查看聚合端口 1

```
switchB(config)#show interfaces aggregateport 1
Index(dec):29 (hex):1d
AggregatePort 1 is UP , line protocol is UP
Hardware is Aggregate Link AggregatePort
Interface address is: no ip address
MTU 1500 bytes, BW 2000000 Kbit
Encapsulation protocol is Bridge, loopback not set
Keepalive interval is 10 sec , set
Carrier delay is 2 sec
Rxload is 1/255, Txload is 1/255
Switchport attributes:
  interface's description: ""
  admin medium-type is Copper, oper medium-type is Copper
  lastchange time: 0 Day: 0 Hour:50 Minute: 6 Second
  current status duration: 0 Day: 0 Hour: 3 Minute: 2 Second
  Priority is 0
  admin duplex mode is AUTO, oper duplex is Full
  admin speed is AUTO, oper speed is 1000M
  flow control admin status is OFF, flow control oper status is OFF
  admin negotiation mode is OFF, oper negotiation state is OFF
  Storm Control: Broadcast is ON, Multicast is OFF, Unicast is ON
Port-type: trunk
Native vlan: 1
Allowed vlan lists: 1-4094
Active vlan lists: 1,10
Aggregate Port Informations:
  Aggregate Number: 1
  Name: "AggregatePort 1"
  Refs: 2
  Members: (count=2)
    GigabitEthernet 0/1      Link Status: Up
    GigabitEthernet 0/2      Link Status: Up
  5 minutes input rate 26915 bits/sec, 41 packets/sec
  5 minutes output rate 6227312 bits/sec, 506 packets/sec
  688236 packets input, 48260611 bytes, 0 no buffer, 0 dropped
  Received 328 broadcasts, 0 runts, 0 giants
  1 input errors, 1 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 abort
  8119401 packets output, 12351247238 bytes, 0 underruns , 0 dropped
  0 output errors, 0 collisions, 0 interface resets
```

6) 查看端口 0/1 的状态



```
switchB(config)#show interfaces gigabitethernet 0/1
Index(dec):1 (hex):1
GigabitEthernet 0/1 is UP, line protocol is UP
Hardware is Broadcom 5464 GigabitEthernet
Interface address is: no ip address
MTU 1500 bytes, BW 1000000 Kbit
Encapsulation protocol is Bridge, loopback not set
Keepalive interval is 10 sec , set
Carrier delay is 2 sec
Rxload is 1/255, Txload is 1/255
Switchport attributes:
  interface's description:""
  admin medium-type is Copper, oper medium-type is Copper
  lastchange time: 0 Day: 0 Hour: 1 Minute:24 Second
  current status duration: 0 Day: 0 Hour:52 Minute:26 Second
  Priority is 0
  admin duplex mode is AUTO, oper duplex is Full
  admin speed is AUTO, oper speed is 1000M
  flow control admin status is OFF, flow control oper status is OFF
  admin negotiation mode is OFF, oper negotiation state is ON
  Storm Control: Broadcast is ON, Multicast is OFF, Unicast is ON
  5 minutes input rate 1468 bits/sec, 0 packets/sec
  5 minutes output rate 60 bits/sec, 0 packets/sec
  242334 packets input, 17381899 bytes, 0 no buffer, 0 dropped
  Received 404 broadcasts, 0 runts, 0 giants
  0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 abort
  2838527 packets output, 4316964100 bytes, 0 underruns , 0 dropped
  0 output errors, 0 collisions, 0 interface resets
```

7) 查看所有端口状态，可以看到 0/1 和 0/2 端口理论速度为 1000m/s，聚合端口 1 的理论速度也是 1000m/s

```
switchB(config)#show interfaces status
```

Interface	Status	Vlan	Duplex	Speed	Type
GigabitEthernet 0/1	up	1	Full	1000M	copper
GigabitEthernet 0/2	up	1	Full	1000M	copper
GigabitEthernet 0/3	down	1	Unknown	Unknown	copper
GigabitEthernet 0/4	down	1	Unknown	Unknown	copper
GigabitEthernet 0/5	up	10	Full	1000M	copper
GigabitEthernet 0/6	down	1	Unknown	Unknown	copper
GigabitEthernet 0/7	down	1	Unknown	Unknown	copper
GigabitEthernet 0/8	down	1	Unknown	Unknown	copper
GigabitEthernet 0/9	down	1	Unknown	Unknown	copper
GigabitEthernet 0/10	down	1	Unknown	Unknown	copper
GigabitEthernet 0/11	down	1	Unknown	Unknown	copper
GigabitEthernet 0/12	down	1	Unknown	Unknown	copper
GigabitEthernet 0/13	down	1	Unknown	Unknown	copper
GigabitEthernet 0/14	down	1	Unknown	Unknown	copper
GigabitEthernet 0/15	down	1	Unknown	Unknown	copper
GigabitEthernet 0/16	down	1	Unknown	Unknown	copper
GigabitEthernet 0/17	down	1	Unknown	Unknown	copper
GigabitEthernet 0/18	down	1	Unknown	Unknown	copper
GigabitEthernet 0/19	down	1	Unknown	Unknown	copper
GigabitEthernet 0/20	down	1	Unknown	Unknown	copper
GigabitEthernet 0/21	down	1	Unknown	Unknown	copper
GigabitEthernet 0/22	down	1	Unknown	Unknown	copper
GigabitEthernet 0/23	down	1	Unknown	Unknown	copper
GigabitEthernet 0/24	down	1	Unknown	Unknown	copper
GigabitEthernet 0/25	down	1	Unknown	Unknown	fiber
GigabitEthernet 0/26	down	1	Unknown	Unknown	fiber
GigabitEthernet 0/27	down	1	Unknown	Unknown	fiber
GigabitEthernet 0/28	down	1	Unknown	Unknown	fiber
AggregatePort 1	up	1	Full	1000M	copper

8) 查看成员端口的速率流量



```
Interface : GigabitEthernet 0/1
5 minutes input rate :26509 bits/sec, 44 packets/sec
5 minutes output rate :5990043 bits/sec, 492 packets/sec
```

```
Interface : GigabitEthernet 0/2
5 minutes input rate :65 bits/sec, 0 packets/sec
5 minutes output rate :1479 bits/sec, 0 packets/sec
```

	端口聚合前	端口聚合后
端口速度	1000m/s	1000m/s
聚合端口理论最大传输速度	1000m/s	1000m/s
聚合端口实际最大传输速度	31,963 包/秒	28,893 包/秒
传输时间	43.8 秒	48.8 秒
聚合端口的流量平衡模式		

【实验思考】

2) 如何验证聚合端口的流量平衡模式？

可以通过指令 `show aggregateport load-balance` 验证。

3) 链路聚合会在什么情况下起分流作用？

链路端口会根据设定的负载平衡方式进行分流，流量的分配方式有报文的源 mac 地址、报文的源 ip 地址、报文的源 mac 地址+目的 mac 地址、报文的源 ip 地址+目的 ip 地址、报文的源 ip 地址+目的 ip 地址等。在负载分担模式下，链路聚合会起到分流的作用。

(2) 端口聚合和生成树都可以实现冗余链路，这两种方式有什么不同？

a. 生成树协议使用的是算法，使其链路结构不存在环，原理是将部分端口阻塞，冗余的链路用作备用链路。

b. 端口聚合是把多个链路捆绑成一个，而将其中任一条断开，不影响其他链路的数据传输，冗余链路一同进行传输。

(3) 你认为本实验能实现负载平衡吗？如果不能，请讨论原因并设计方法，进行实验验证。

我认为能。可以用四台 PC 分别连接两台交换机来验证聚合端口流量。两台交换机之间通过两条链路

相连，将一个较大的文件（2G）同时从 A 交换机所连的两台 PC 分别传输到 B 交换机连接的两台 PC，

使用 Wireshark 进行抓包，若两个传输速率基本相同，则验证负载平衡。

学号	学生	自评分
19335118	梁冠轩	100
19335258	余世龍	100



【交实验报告】

上传实验报告：

截止日期（不迟于）：1 周之内

上传包括两个文件：

（1）小组实验报告。上传文件名格式：小组号_Ftp 协议分析实验.pdf （由组长负责上传）

例如：文件名“10_Ftp 协议分析实验.pdf”表示第 10 组的 Ftp 协议分析实验报告

（2）小组成员实验体会。每个同学单独交一份只填写了实验体会的实验报告。只需填写自己的学号和姓名。

文件名格式：小组号_学号_姓名_Ftp 协议分析实验.pdf （由组员自行上传）

例如：文件名“10_05373092_张三_Ftp 协议分析实验.pdf”表示第 10 组的 Ftp 协议分析实验报告。