



- 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	行政45	<u>E</u>	组长	李钰
学号	19335112		19335134 19335156				
学生	李钰		林雁纯		毛羽翎		
	实验分工						
毛羽翎		全程参与,负责 PC1 和交换机 A,和实		李钰	全程参与,负责 PC2 和交换机 B,和		
		验思考题			实验思考题		
林雁纯 全程参与		全程参与,主要负责对	参与,主要负责对实验中遇到的问				
		题解决办法的查询、截	办法的查询、截图资料整理以及				
实验内容(2)(3)的回答							

### 【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。

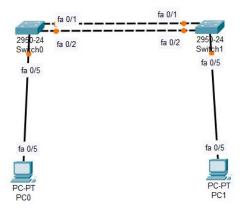
### 【实验要求】

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,)

### 实验一 6-5

### 实验拓扑图



【注意】2 台交换机都配置完端口聚合后再将 2 台交换机连接起来。如果先连线再配置会造成广播风暴,影响交换机正常工作。



用 netdh 命令为两台主机配置 IP 地址: 192.168.10.10 和 192.168.10.20

# 实验过程

步骤 1 按图 6-20 所示连接好网络拓扑,注意 2 台交换机之间只接 1 根跳线(如端口 0/1)

实验前的带宽验证:在 PC2 上建立一个共享目录(如 d: \share),并启动 Wireshark 抓包软件,选中监控对象,将界面停留在 Capture Interfaces 窗口上(如图 6-21 所示),观察此时数据包的传输情况。

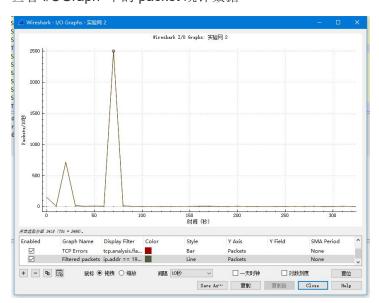
先在 PC2 上建立共享文件夹



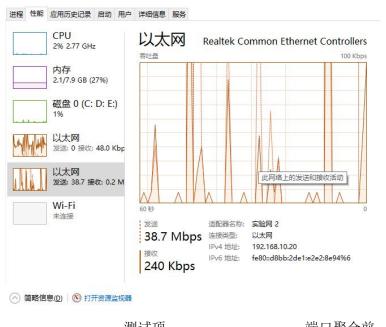
在 PC1 上选择一个文件包(文件大小一般需较大,如视频文件),在"开始"中"搜索程序和文件"的对话框中输入"\\192. 168. 10. 20\myshare",输入用户名/口令,即可进入共享文件夹。将文件包复制到 PC2 的共享文件夹中,注意观察包数量的变化,记录 Packets.Packets/s 的代表值。如果要计算传送时间,可以单击"Start"按钮,通过记录传送第一帧的开始时间以及最后一帧的结束时间的差,计算传送文件所用时间,填入表 6-1 中"端口聚合前"的相应列中,以便与实验后的数据进行比较。

发送文件之后,分组数一下子激增至 分组: 3418 · 已显示: 3402 (99.5%)

查看 I/OGraph 中的 packet 统计数据







测试项 端口聚合前 端口聚合后

端口速度 38.7MB/s

聚合端口理论最大传输速度(包/秒)

聚合端口实测最大传输速度(包/秒) 250

传输时间 20s

聚合端口的流量平衡模式 Source Mac and Destination Mac

### 步骤 2 交换机 A 的基本配置

```
9-S5750-1>enable 14

Password:
9-S5750-1#config terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
9-S5750-1(config)#vlan
% Incomplete command.

9-S5750-1(config-vlan)#name sales
9-S5750-1(config-vlan)#exit
9-S5750-1(config-vlan)#exit
9-S5750-1(config-vlan)#exit
9-S5750-1(config-vlan)#exit
9-S5750-1(config-vlan)#exit
```

步骤 3 在交换机 A 上配置聚合端口



```
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
9-S5750-1(config)#vlan
% Incomplete command.

9-S5750-1(config)#vlan 10
9-S5750-1(config-vlan)#name sales
9-S5750-1(config-vlan)#exit
9-S5750-1(config)#interface gigabitethernet 0/5
9-S5750-1(config)#interface gigabitethernet 0/5/9-S5750-1(config-if-GigabitEthernet 0/5)#exit
9-S5750-1(config-if-GigabitEthernet 0/5)#exit
9-S5750-1(config)#interface aggregateport 1
9-S5750-1(config-if-AggregatePort 1)#switchport mode trunk
9-S5750-1(config-if-AggregatePort 1)#exit
9-S5750-1(config)#interface range gigabitethernet 0/1-2
9-S5750-1(config-if-range)#port-group 1
%warning: the link aggregation of port GigabitEthernet 0/1 may not match wit s neighbor.
```

### 测试: 验证端口 0/1 和端口 0/2 属于 AG1

### 步骤 4 交换机 B 的基本配置

```
9-S5750-2#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
9-S5750-2(config)#vlan 10
9-S5750-2(config-vlan)#name sales
9-S5750-2(config-vlan)#exit
9-S5750-2(config)#interface gigabitethernet 0/5
9-S5750-2(config-if-GigabitEthernet 0/5)#switchport access vlan 1*Apr 21 17:25:4
2: %LLDP-4-ERRDETECT: Link aggregation for the port GigabitEthernet 0/1 may not match with one for the neighbor port.
0
9-S5750-2(config-if-GigabitEthernet 0/5)#
```

### 测试: 验证已在交换机 B上创建了 VLAN, 并已将端口 0 / 5 划分到 VLAN 1 0 中。

```
9-55750-2(config-if-GigabitEthernet 0/5)#show vlan id 10
VLAN Name
Status Ports
10 sales STATIC Gi0/5
9-55750-2(config-if-GigabitEthernet 0/5)#
```

### 步骤 5 在交换机 B 上配置聚合端口

```
9-S5750-2(config-if-GigabitEthernet 0/5)#exit
9-S5750-2(config)#interface aggregateport 1
9-S5750-2(config-if-AggregatePort 1)#switchport mode trunk
9-S5750-2(config-if-AggregatePort 1)#exit
9-S5750-2(config)#interface range gigabitethernet 0/1-2
9-S5750-2(config-if-range)#port-group 1
9-S5750-2(config-if-range)#*Apr 21 17:28:42: %LINK-3-UPDOWN: Interface Aggregate
Port 1, changed state to up.
*Apr 21 17:28:42: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface AggregatePort
1, changed state to up.
```

### 测试: 验证端口 0/1 和端口 0/2 属于 AG1

按网络拓扑图,连接2台交换机之间的另一根跳线(如端口0/2)。

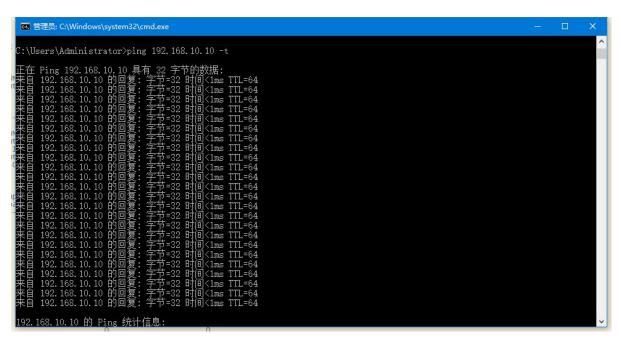


### 步骤6 验证

(1) 如同步骤 1, 在 PCI 上传送文件包, 注意观察包数量的变化, 记录数据传送时间, 填入表 6-1 中并回答: 链路聚合的带宽是否增大?如果没有增大, 分析原因并提出解决办法。

测试项	端口聚合前	端口聚合后
端口速度	38.7MB/s	20Mbps
聚合端口理论最大传输速度		
聚合端口实测最大传输速度	250	235
传输时间	20s	20s
聚合端口的流量平衡模式	Source Mac and	Source Mac and
	Destination Mac	Destination Mac

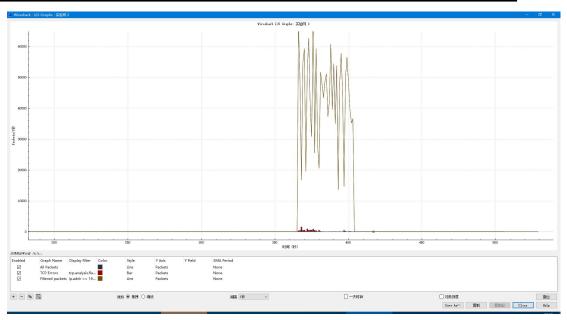
- (2) 在本实验中,如何判断哪条链路正在传输数据?
  - 答: 我们通过观察交换机上端口指示灯的闪烁情况发现两条链路都在传输
- (3) 链路聚合的动态备份: 当交换机之间的一条链路断开时, PC1 与 PC2 仍能互相通信。 将两根跳线中的任何一根拔掉后, 发现计算机间还可以正常通信, 此现象是否说明链 路聚合的动态备份有效?拔线过程中有无丢包现象?



- 答: 拔线时以及拔线后都可以 ping 通,无丢包情况,说明链路聚合的动态备份有效
- (4) 重做步骤 5 验证(1),监控窗口停留在如图 6-21 所示上,在数据传送过程中,交替拔. 掉端口1(或2)的线,观察 Packets 与 Packets/s 是否有变化?







答:上图为传输过程中交替拔线的 packets/s 情况,两根线都链接时是峰值,拔掉一根线时数值会下降。

# 〈以下以交换机 B 为例〉

(5) 查看聚合端口: show interfaces aggregateport 1.

```
9-55750-2(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: 1 Hour:24 Minute:59 Second
current status duration: 0 Day: 0 Hour:16 Minute:47 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
Link Status: Up
                  GigabitEthernet 0/2
    5 minutes input rate 1999 bits/sec, 0 packets/sec
    5 minutes input rate 1999 bits/sec, 0 packets/sec
5 minutes output rate 260 bits/sec, 0 packets/sec
2360 packets input, 2754583 bytes, 0 no buffer, 0 dropped
Received 170 broadcasts, 0 runts, 0 giants
0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 abort
1319 packets output, 779085 bytes, 0 underruns, 0 dropped
0 output errors, 0 collisions, 0 interface resets
```



## (6) 查看成员端口: show interfaces gigabitethernet 0/1

```
9-S5750-2(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: 5 Minute:34 Second
    current status duration: 0 Day: 1 Hour:37 Minute:21 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 273 bits/sec, 0 packets/sec
    11041 packets input, 10117826 bytes, 0 no buffer, 0 dropped
    Received 836 broadcasts, 0 runts, 0 giants
    0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 abort
    11759 packets output, 10944976 bytes, 0 underruns, 0 dropped
    0 output errors, 0 collisions, 0 interface resets
```

## (7) 查看端口状态: show interfaces status.

nterface	Status	vlan	Duplex	Speed	Туре
igabitEthernet 0/1	up	1	Full	1000M	copper
igabitEthernet 0/2	up	1	Full	1000M	copper
igabitEthernet 0/3	down	1	Unknown	Unknown	copper
igabitEthernet 0/4	down	1	Unknown	Unknown	copper
igabitEthernet 0/5	up	10	Full	1000M	copper
igabitEthernet 0/6	down	1	Unknown	Unknown	copper
igabitEthernet 0/7	down	1	Unknown	Unknown	copper
igabitEthernet 0/8	down	1	Unknown	Unknown	copper
igabitEthernet 0/9	down	1	Unknown	Unknown	copper
igabitEthernet 0/10	down	1	Unknown	Unknown	copper
igabitEthernet 0/11	down	1	Unknown	Unknown	copper
igabitEthernet 0/12	down	1	Unknown	Unknown	copper
igabitEthernet 0/13	down	1	Unknown	Unknown	copper
igabitEthernet 0/14	down	1	Unknown	Unknown	copper
sigabitEthernet 0/15	down	1	Unknown	Unknown	copper
igabitEthernet 0/16	down	1	Unknown	Unknown	copper
igabitEthernet 0/17	down	1	Unknown	Unknown	copper
igabitEthernet 0/18	down	1	Unknown	Unknown	copper
igabitEthernet 0/19	down	1	Unknown	Unknown	copper
igabitEthernet 0/20	down	1	Unknown	Unknown	copper
igabitEthernet 0/21	down	1	Unknown	Unknown	copper
igabitEthernet 0/22	down	1	Unknown	Unknown	copper
sigabitEthernet 0/23	down	1	Unknown	Unknown	copper
igabitEthernet 0/24	down	1	Unknown	Unknown	copper
igabitEthernet 0/25	down	1	Unknown	Unknown	fiber
igabitEthernet 0/26	down	1	Unknown	Unknown	fiber
igabitEthernet 0/27	down	1	Unknown	Unknown	fiber
igabitEthernet 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: show interfaces counters rate/summary





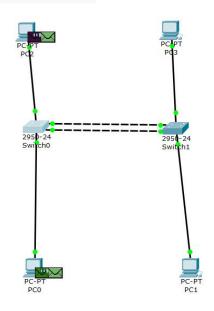
Password: 9-S5750-1#sho Interface	ow interfaces counters Sampling Time	rate Input Rate (bits/sec)	Input Rate (packets/sec)	Output Rate (bits/sec)
G10/3 G10/4 G10/5 G10/6 G10/7 G10/8 G10/10 G10/11 G10/12 G10/13 G10/14 G10/15 G10/16 G10/17 G10/18 G10/19 G10/20	5 seconds	167 157 0 0 1560 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	000000000000000000000000000000000000000	103 1597 0 0 297 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

## PC2

nterface	Sampling Time	Input Rate (bits/sec)	<pre>input Rate (packets/sec)</pre>	Output Rate (bits/sec)	Output Rate (packets/sec)
i0/1	5 seconds	155	0	180	0
10/2	5 seconds	1613	0	80	0
i0/3	5 seconds	0	0	0	0
i0/4	5 seconds	0	0	0	0
i0/5	5 seconds	113	0	1716	0
i0/6	5 seconds	0	Ō	0	0
i0/7	5 seconds	0	0	0	0
i0/8	5 seconds	0	Ō	0	0
i0/9	5 seconds	0	Ō	0	0
i0/10	5 seconds	0	0	0	0
i0/11	5 seconds	0	Ō	0	0
i0/12	5 seconds	0	0	0	0
i0/13	5 seconds	0	0	0	0
i0/14	5 seconds	0	Ō	0	0
10/15	5 seconds	0	Ō	0	0
10/16	5 seconds	0	Ō	0	0
i0/17	5 seconds	0	0	0	0
i0/18	5 seconds	0	0	0	0
i0/19	5 seconds	0	0	0	0
i0/20	5 seconds	0	0	0	0
i0/21	5 seconds	0	0	0	0

## 【实验思考】

- (1) 在 2 台交换机上各增加 1 台计算机 (PC3, PC4), 然后让 PC1 与 PC2, PC3 与 PC4 同时传输数据, 观察聚合端口的流量平衡情况。
  - ① 拓扑图, PC3 的 IP 地址设置为 192.168.10.30, PC4 的 IP 地址设置为 192.168.10.40





② 将 PC3、PC4 所连端口 0\7 划分入 VLAN 10

S5750-20-1#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
S5750-20-1(config)#interface gigabitethernet 0/7
S5750-20-1(config-if-GigabitEthernet 0/7)#switchport access vlan 10

- ③ PC3 创建共享文件夹
- ④ 在同一时刻,让 PC1 向 PC2 传输数据, PC4 向 PC3 传输数据;同时,在 PC2 和 PC3 上用 show aggregateport load-balance 命令验证聚合端口的流量平衡模式;
- ⑤ 结果如下: 流量平衡模式为 Source Mac and Destination Mac

20-S5750-2#show aggregateport load-balance Load-balance : Source MAC and Destination MAC

55750-20-1#show aggregateport load-balance Load-balance : Source MAC and Destination MAC

- (2) 如何验证聚合端口的流量平衡模式? 如上图
- (3) 链路聚合会在什么情况下起分流作用?

答: AP 可以根据报文的源 MAC 地址、目的 MAC 地址,源 MAC 地址+目的 MAC 地址、源 IP 地址,目的 IP 地址以及源 IP 地址+目的 IP 地址等特征值把流量平均地分配到 AP 的成员链路中。使用不同的平衡模式,链路聚合进行分流的情形不同:

### A. Src-mac 模式

当 ICMP 报文来自不同的源 mac 时,转发报文的成员链路不相同,此时链路聚合发生分流。

### B. Dst-mac 模式

当 ICMP 报文发往不同的目的 mac 时,转发报文的成员链路不相同,此时链路聚合发生分流。

### C. Src-dst-mac 模式

当 ICMP 报文来自不同的源 mac 或者发往不同的目的 mac 时,转发报文的成员链路不相同,此时链路聚合发生分流。

### D. Src-ip 模式

当 ICMP 报文来自不同的源 ip 时,转发报文的成员链路不相同,此时链路聚合发生分流。

### E. Dst-ip 模式

当 ICMP 报文发往不同的目的 ip 时,转发报文的成员链路不相同,此时链路聚合发生分流。

# F. Src-dst-ip 模式

当 ICMP 报文来自不同的源 ip 或者发往不同的目的 ip 时,转发报文的成员链路不相同,此时链路聚合发生分流





### 实验二

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? 答:

- 1. **端口聚合:** 是指两台交换机之间在物理上将多个端口连接起来,将多条链路聚合成一条逻辑链路,从而增大链路带宽,解决交换网络中因带宽引起的网络瓶颈问题。多条物理链路之间能够相互**冗余备份**,其中任意一条链路断开,不会影响其他链路的正常转发数据。
- 2. **生成树协议:** 是利用 SPA 算法(生成树算法)在存在交换环路的网络中生成一个没有环路的树形网络。运用该算法将交换网络冗余的备份链路逻辑上断开,当主要链路出现故障时,能够自动的**切换到备份链路**,保证数据的正常转发。这种方法不能让链路的带宽增加。
- 3. **两者有明显的区别:**在一条链路断开时,聚合端口链路不会发生丢包现象,而生成树会,因为距和端口是利用冗余链路进行数据备份同时发送数据,而生成树需要一定的时间切换链路,在此期间会造成丢包。端口聚合还会增加带宽。

### 实验三

**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**。 答:本实验不能实现负载平衡。 当两台交换机上接 N 条线作为聚合链路时,实现交换 机负载平衡的方法有两种:

- 1. 可根据报文的源 MAC 地址、目的 MAC 地址、源 MAC+目的 MAC 地址、源 IP 地址、目的 IP 地址以及源 IP 地址+目的 IP 地址等特征值把流量平均分配到 AP 的成员链路中。如果验证实验结果,需要有多台 PC 之间相互通信时才能体现出来,而在实验过程中,我们用到了两台 PC,因此这种方法并不能实现。
- 2. 轮询:轮询是基站为终端分配带宽的一种处理流程,这种分配可以是针对单个终端或是一组终端的。为单个终端和一组终端连接分配带宽,实际上是定义带宽请求竞争机制。比如说,让第一个包走链路 1,第二个包走链路 2,以此类推,这样就达到了平均。

### 【实验过程中遇到的问题】

(1) 传输文件时在 cmd 窗口直接输入指令, 会出现



\\192.168.10.20 无法访问。你可能没有权限使用网络资源。请与这台服务器的管理员联系以音明你是否有访问权限。

用户帐户限制阻止了此用户进行登录。例如:不允许使用空密码,登录次数的限制,或强制实施的某个等略限制。

确定

需要进入文件资源管理器的映射网络驱动器, 勾选使用其他凭证连接



#### 请为连接指定驱动器号,以及你要连接的文件夹:

驱动器(D):	Z: ~		
文件夹(O):	\\192.168.10.20\myshare	~	浏览(B)
	示例: \\server\share		
	☑ 登录时重新连接(R)		
	☑ 使用其他凭据连接(C)		
	连接到可用于存储文档和图片的网站。		

## 确定后弹出窗口,把 pc2 设置的用户名和密码填入



进入到共享文件夹里,将要共享的文件传进去



## 【实验心得】

通过本次实验我掌握了路聚合的配置及原理,和上一次实验做对比,我还体会到了端口聚合和生成树协议二者生成的冗余链路的不同之处,以及两种办法在数据传输上的的优点与缺点。

## 【自评】

学号	学生	自评分
19335112	李钰	99
19335134	林雁纯	99
19335156	毛羽翎	99