



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	计算机科学与技术 1 班
学号	21307035		
学生	邓栩瀛		

【实验题目】OSPF 单区域

【实验目的】

掌握在路由器上配置 OSPF 单区域

【技术原理】

OSPF 协议是目前网络中应用最广泛的路由协议之一，属于内部网关路由协议，能够适应各种规模的网络环境，是典型的链路状态协议。

OSPF 路由协议通过向全网扩散本设备的链路状态信息，使网络中的每台设备最终同步到具有全网链路状态的数据库；然后路由器采用 SPF 算法，以自己为根，计算到达其他网络的最短路径，最终形成全网路由信息。

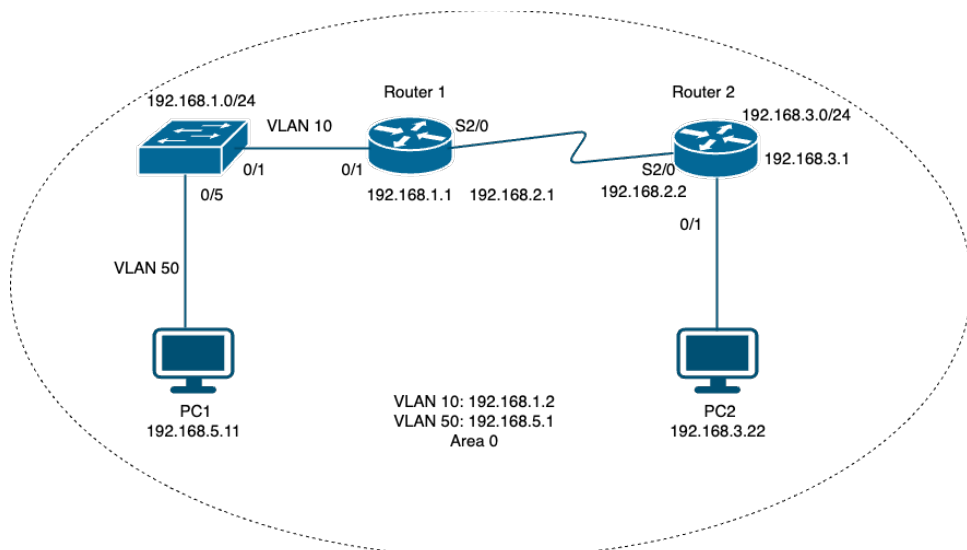
OSPF 属于无类别路由协议，支持 VLSM，以组播形式进行链路状态通告。

在大规模的网络环境中，OSPF 支持区域的划分以将网络进行合理规划。划分区域时必须存在骨干区域。其他区域和骨干区域直接相连或者通过虚拟链路方式连接。

【实验设备】

交换机 1 台，路由器 2 台

【实验拓扑】





【实验步骤】

分析：本实验的预期目标是通过配置动态路由协议 OSPF，自动学习网段的路由信息，在区域内实现网络的互连互通。

步骤 1:

(1) 按照拓扑图配置 PC1 和 PC2 的 IP 地址、子网掩码、网关，并测试它们的连通性。

	PC1	PC2
IP 地址	192.168.5.11	192.168.3.22
子网掩码	255.255.255.0	255.255.255.0
网关	192.168.5.1	192.168.3.1

测试连通性：

```
C:\Users\D502>ping 192.168.3.22

正在 Ping 192.168.3.22 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.5.11 的回复: 无法访问目标主机。
请求超时。
来自 192.168.5.11 的回复: 无法访问目标主机。
请求超时。

192.168.3.22 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 2, 丢失 = 2 (50% 丢失),

C:\Users\D502>ping 192.168.5.11

正在 Ping 192.168.5.11 具有 32 字节的数据:
请求超时。
请求超时。
请求超时。
请求超时。

192.168.5.11 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 0, 丢失 = 4 (100% 丢失),
```

PC1 和 PC2 之间不能连通

(2) 在路由器 R1（或 R2）上执行 show ip route 命令，记录路由表信息。

```
11-RSR20-1#show ip route

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, B - BGP
        O - OSPF, IA - OSPF inter area
        N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
        E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
        i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
        ia - IS-IS inter area, * - candidate default

Gateway of last resort is no set

11-RSR20-2#show ip route

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, B - BGP
        O - OSPF, IA - OSPF inter area
        N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
        E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
        i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
        ia - IS-IS inter area, * - candidate default

Gateway of last resort is no set
```



路由表初始信息为空

步骤 2: 三层交换机的基本配置

```
11-S5750-1(config)#vlan 10
11-S5750-1(config-vlan)#exit
11-S5750-1(config)#vlan 50
11-S5750-1(config-vlan)#exit
11-S5750-1(config)#interface gigabitethernet 0/1
11-S5750-1(config-if-GigabitEthernet 0/1)#switchport access vlan 10
11-S5750-1(config-if-GigabitEthernet 0/1)#exit
11-S5750-1(config)#interface gigabitethernet 0/5
11-S5750-1(config-if-GigabitEthernet 0/5)#switchport access vlan 50
11-S5750-1(config-if-GigabitEthernet 0/5)#exit
11-S5750-1(config)#interface vlan 10
11-S5750-1(config-if-VLAN 10)#Nov 19 13:26:13: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface VLAN 10, changed state to up.

11-S5750-1(config-if-VLAN 10)#ip address 192.168.1.2 255.255.255.0
11-S5750-1(config-if-VLAN 10)#no shutdown
11-S5750-1(config-if-VLAN 10)#exit
11-S5750-1(config)#interface vlan 50
11-S5750-1(config-if-VLAN 50)#Nov 19 13:26:45: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface VLAN 50, changed state to up.

11-S5750-1(config-if-VLAN 50)#ip address 192.168.5.1 255.255.255.0
11-S5750-1(config-if-VLAN 50)#no shutdown
11-S5750-1(config-if-VLAN 50)#exit
```

步骤 3: 路由器 R1 的基本配置

```
11-RSR20-1(config)#interface gigabitethernet 0/1
11-RSR20-1(config-if-GigabitEthernet 0/1)#no shutdown
11-RSR20-1(config-if-GigabitEthernet 0/1)#exit
11-RSR20-1(config)#interface serial 2/0
11-RSR20-1(config-if-Serial 2/0)#ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
11-RSR20-1(config-if-Serial 2/0)#no shutdown
```

步骤 4: 路由器 R2 的基本配置

```
11-RSR20-2(config)#interface gigabitethernet 0/1
11-RSR20-2(config-if-GigabitEthernet 0/1)#ip address 192.168.3.1 255.255.255.0
11-RSR20-2(config-if-GigabitEthernet 0/1)#no shutdown
11-RSR20-2(config-if-GigabitEthernet 0/1)#exit
11-RSR20-2(config)#interface serial 2/0

11-RSR20-2(config-if-Serial 2/0)#ip address 192.168.2.2 255.255.255.0
11-RSR20-2(config-if-Serial 2/0)#no shutdown
```

步骤 5: 配置 OSPF 路由协议, 交换机 S5750 配置 OSPF

```
11-S5750-1(config)#router ospf 1
11-S5750-1(config-router)#network 192.168.5.0 0.0.0.255 area 0
11-S5750-1(config-router)#network 192.168.1.0 0.0.0.255 area 0
11-S5750-1(config-router)#end
```

步骤 6: 路由器 R1 配置 OSPF

```
11-RSR20-1(config)#router ospf 1
11-RSR20-1(config-router)#network 192.168.1.0 0.0.0.255 area 0
11-RSR20-1(config-router)#network 192.168.2.0 0.0.0.255 area 0
11-RSR20-1(config-router)#end
```

步骤 7: 路由器 R2 配置 OSPF

```
11-RSR20-2(config)#router ospf 1
11-RSR20-2(config-router)#network 192.168.2.0 0.0.0.255 area 0
11-RSR20-2(config-router)#*Aug 12 18:45:46: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.2.1-Serial 2/0 from Down to Init, HelloReceived.
*Aug 12 18:45:46: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.2.1-Serial 2/0 from Loading to Full, LoadingDone.

11-RSR20-2(config-router)#network 192.168.3.0 0.0.0.255 area 0
11-RSR20-2(config-router)#end
```

步骤 8: 查看 3 台路由设备的路由表是否自动学习了其他网段的路由信息, 请注意路由

条目 0 项。



show ip route

交换机

```
11-S5750-1#show ip route

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, B - BGP
        O - OSPF, IA - OSPF inter area
        N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
        E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
        i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
        ia - IS-IS inter area, * - candidate default

Gateway of last resort is no set
C    192.168.1.0/24 is directly connected, VLAN 10
C    192.168.1.2/32 is local host.
O    192.168.2.0/24 [110/51] via 192.168.1.1, 00:02:22, VLAN 10
O    192.168.3.0/24 [110/52] via 192.168.1.1, 00:01:21, VLAN 10
C    192.168.5.0/24 is directly connected, VLAN 50
C    192.168.5.1/32 is local host.
```

新增的条目处理配置的连接[C]以外，还增加了两条路由条目[O]，内容分别是网段 192.168.2.0 和 192.168.3.0 这两个需要通过 VLAN10 的 192.168.1.1，这是通过 OSPF 自动学习获得的。

路由器 R1

```
11-RSR20-1#show ip route

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, B - BGP
        O - OSPF, IA - OSPF inter area
        N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
        E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
        i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
        ia - IS-IS inter area, * - candidate default

Gateway of last resort is no set
C    192.168.1.0/24 is directly connected, GigabitEthernet 0/1
C    192.168.1.1/32 is local host.
C    192.168.2.0/24 is directly connected, Serial 2/0
C    192.168.2.1/32 is local host.
O    192.168.3.0/24 [110/51] via 192.168.2.2, 00:01:09, Serial 2/0
O    192.168.5.0/24 [110/2] via 192.168.1.2, 00:04:46, GigabitEthernet 0/1
```

新增的条目处理配置的连接[C]以外，还增加了两条 OSPF 路由条目[O]，内容分别是网段 192.168.3.0 和 192.168.5.0 的，这两个网段需要分别通过 Serial 2/0 的 192.168.2.2 和 Gi0/1 的 192.168.1.2 (VLAN10)，这是通过 OSPF 自动学习获得的。

路由器 2

```
11-RSR20-2#show ip route

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, B - BGP
        O - OSPF, IA - OSPF inter area
        N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
        E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
        i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
        ia - IS-IS inter area, * - candidate default

Gateway of last resort is no set
O    192.168.1.0/24 [110/51] via 192.168.2.1, 00:01:01, Serial 2/0
C    192.168.2.0/24 is directly connected, Serial 2/0
C    192.168.2.2/32 is local host.
C    192.168.3.0/24 is directly connected, GigabitEthernet 0/1
C    192.168.3.1/32 is local host.
O    192.168.5.0/24 [110/52] via 192.168.2.1, 00:01:01, Serial 2/0
```

新增的条目除了配置的连接[C]以外，还增加了两条 OSPF 路由条目[O]，内容分别是网段



192.168.1.0 和 192.168.3.0 的，这两个网段都需要通过 Serial2/0 的 192.168.2.1，这是通过 OSPF 自动学习获得的。

步骤 9: 测试网络的连通性

```
C:\Users\D502>ping 192.168.3.22

正在 Ping 192.168.3.22 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.3.22 的回复: 字节=32 时间=38ms TTL=125
来自 192.168.3.22 的回复: 字节=32 时间=36ms TTL=125
来自 192.168.3.22 的回复: 字节=32 时间=38ms TTL=125
来自 192.168.3.22 的回复: 字节=32 时间=40ms TTL=125

192.168.3.22 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 丢失 = 0 (0% 丢失),
往返行程的估计时间(以毫秒为单位):
    最短 = 36ms, 最长 = 40ms, 平均 = 38ms

C:\Users\D502>ping 192.168.5.11

正在 Ping 192.168.5.11 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.5.11 的回复: 字节=32 时间=39ms TTL=125
来自 192.168.5.11 的回复: 字节=32 时间=37ms TTL=125
来自 192.168.5.11 的回复: 字节=32 时间=39ms TTL=125
来自 192.168.5.11 的回复: 字节=32 时间=37ms TTL=125

192.168.5.11 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 丢失 = 0 (0% 丢失),
往返行程的估计时间(以毫秒为单位):
    最短 = 37ms, 最长 = 39ms, 平均 = 38ms
```

PC1 和 PC2 之间可以连通

(1) 将此时的路由表与步骤 1 的路由表进行比较，有什么结论？

相比较步骤 1 的三个空路由表，这三个路由表极影涵盖了子网的其他设备的路由信息，表明 OSPF 配置成功，成功学习了该网络的所有路由信息并进行了交换机和路由器的路由配置。

(2) 分析 tracert PC1（或 PC2）的执行结果。

```
C:\Users\D502>tracert 192.168.3.22

通过最多 30 个跃点跟踪
到 D52_32 [192.168.3.22] 的路由:

 1  <1 毫秒  <1 毫秒  <1 毫秒  192.168.5.1
 2  <1 毫秒  <1 毫秒  <1 毫秒  192.168.1.1
 3  43 ms    44 ms    41 ms    192.168.2.2
 4  46 ms    49 ms    48 ms    D52_32 [192.168.3.22]

跟踪完成。
```

PC1→192.168.5.1→192.168.1.1→192.168.2.2→PC2

```
C:\Users\D502>tracert 192.168.5.11

通过最多 30 个跃点跟踪
到 D52_33 [192.168.5.11] 的路由:

 1  <1 毫秒  <1 毫秒  <1 毫秒  192.168.3.1
 2  42 ms    41 ms    43 ms    192.168.2.1
 3  48 ms    49 ms    49 ms    192.168.1.2
 4  47 ms    47 ms    46 ms    D52_33 [192.168.5.11]

跟踪完成。
```

PC2→192.168.3.1→192.168.2.1→192.168.1.2→PC1



(3) 捕获数据包，分析 OSPF 头部结构。OSPF 包在 PC1 或 PC2 上能捕获到吗？如果希望 2 台主机都能捕获到，请描述方法。

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
2	4.522764	192.168.5.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
18	14.522874	192.168.5.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
30	23.522915	192.168.5.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
53	34.523378	192.168.5.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
81	44.523868	192.168.5.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
114	53.524026	192.168.5.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	192.168.3.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
19	10.000338	192.168.3.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
49	20.000386	192.168.3.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
62	30.000376	192.168.3.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
74	40.000777	192.168.3.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet
100	50.000961	192.168.3.1	224.0.0.5	OSPF	82	Hello Packet

从上图可以看出，PC1 和 PC2 都能捕获到 OSPF 数据包

```
> Frame 81: 82 bytes on wire (656 bits), 82 bytes captured (656 bits) on interface \Device\NPF_{31
> Ethernet II, Src: RuijieNe_15:55:13 (58:69:6c:15:55:13), Dst: IPv4mcast_05 (01:00:5e:00:00:05)
> Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.5.1, Dst: 224.0.0.5
< Open Shortest Path First
  < OSPF Header
    Version: 2
    Message Type: Hello Packet (1)
    Packet Length: 44
    Source OSPF Router: 192.168.5.1
    Area ID: 0.0.0.0 (Backbone)
    Checksum: 0x714b [correct]
    Auth Type: Null (0)
    Auth Data (none): 0000000000000000
  < OSPF Hello Packet
    Network Mask: 255.255.255.0
    Hello Interval [sec]: 10
    > Options: 0x02, (E) External Routing
    Router Priority: 1
    Router Dead Interval [sec]: 40
    Designated Router: 192.168.5.1
    Backup Designated Router: 0.0.0.0
```

OSPF 由一个 Header（首部）和 Message（Hello Packet）组成，是一个多播报文（目的 IP 为 224.0.0.5），首部包含 Message 类型（1）和源路由器 IP（192.168.5.1），Hello Packet 包含网络掩码、路由器优先级、生存周期、DR、BDR 等信息。该包反应 DR 为 192.168.5.1，BDR 还未选出，为 0.0.0.0。

(4) 使用 `#debug ip ospf` 命令显示上述 OSPF 协议的运行情况，观察并保存路由器 R1 发送和接收的 Update 分组（可以通过改变链路状态触发），注意其中 LSA 类型；观察有无 224.0.0.5、224.0.0.6 的 IP 地址，如有请说明这两个地址的作用。

从 Wireshark 抓包分析中可以发现，可以捕获到发往 224.0.0.5 的包，但是不能捕获到发往 224.0.0.6 的包。224.0.0.6 只带一个多路访问网络中 DR 和 BDR 的组播接收地址，224.0.0.5 指代在任意网络中所有运行 OSPF 进程的接口都属于该组，于是接收所有 224.0.0.5 的组播数据包。当 OSPF 路由器要发报文给所有路由器时，目标 IP 就填入



224.0.0.5。当 OSPF 路由器要发送报文给 DR、BDR 的时候，目标 IP 的地址就填入 224.0.0.6。
224.0.0.5 的组播地址为 OSPF 所有设备的预留 IP 组播地址；224.0.0.6 的组播地址为
OSPF DR/BDR 的预留 IP 组播地址。

```
*Aug 6 12:13:24: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.5.1-GigabitEthernet 0/1 from Full to Down, KillNbr.
*Aug 6 12:13:24: %7: NFSM[192.168.5.1-GigabitEthernet 0/1]: Status change Full -> Down
*Aug 6 12:13:24: %7: NFSM[192.168.5.1-GigabitEthernet 0/1]: Change state to inactive
*Aug 6 12:13:24: %7: OS[GigabitEthernet 0/1:192.168.1.1]: Leave from AllDRouters Multicast group
*Aug 6 12:13:24: %7: OS[GigabitEthernet 0/1:192.168.1.1]: Leave from AllSPFRouters Multicast group
*Aug 6 12:13:24: %7: IFSM[GigabitEthernet 0/1:192.168.1.1]: BDR (InterfaceDown)
*Aug 6 12:13:24: %7: IFSM[GigabitEthernet 0/1:192.168.1.1]: Status change BDR -> Down
*Aug 6 12:13:24: %7: OSPF[1]: LSA refresh timer expire
*Aug 6 12:13:24: %7: SPF[0.0.0.0]: Calculation timer scheduled (delay 1.000000 secs)
*Aug 6 12:13:24: %7: LSA[0.0.0.0:Type:192.168.2.1:(self)]: Install router-LSA
*Aug 6 12:13:24: %7: LSA[0.0.0.0:Type:192.168.2.1:(self)]: LSA refresh scheduled at LS age 1743
*Aug 6 12:13:24: %7: LSA[0.0.0.0:Type:192.168.2.1:(self)]: Flooding via interface[GigabitEthernet 0/1:192.168.1.1]
*Aug 6 12:13:24: %7: LSA[0.0.0.0:Type:192.168.2.1:(self)]: Flooding via interface[Serial 2/0:192.168.2.1]
*Aug 6 12:13:24: %7: LSA[0.0.0.0:Type:192.168.2.1:(self)]: Flooding to neighbor[192.168.3.1]
*Aug 6 12:13:24: %7: LSA[0.0.0.0:Type:192.168.2.1:(self)]: Added to neighbor[192.168.3.1]'s retransmit-list
*Aug 6 12:13:24: %7: LSA[0.0.0.0:Type:192.168.2.1:(self)]: Sending update to interface[Serial 2/0:192.168.2.1]
*Aug 6 12:13:24: %7: LSA[0.0.0.0:Type:192.168.2.1:(self)]: router-LSA refreshed
*Aug 6 12:13:24: %7: LSA Header
*Aug 6 12:13:24: %7: LS age 0
*Aug 6 12:13:24: %7: Options 0x2
*Aug 6 12:13:24: %7: LS type 1 (router-LSA)
*Aug 6 12:13:24: %7: Link State ID 192.168.2.1
*Aug 6 12:13:24: %7: Advertising Router 192.168.2.1
*Aug 6 12:13:24: %7: LS sequence number 0x8000000a
*Aug 6 12:13:24: %7: LS checksum 0x2f8a
*Aug 6 12:13:24: %7: length 48
*Aug 6 12:13:24: %7: ospf[1]: LSA refresh completed [0.010000 sec], count: 1
*Aug 6 12:13:24: %7: SEND[LS-Upd]: 1 LSAs to destination 224.0.0.5
*Aug 6 12:13:24: %7: SEND[LS-Upd]: To 224.0.0.5 via Serial 2/0:192.168.2.1, length 76
*Aug 6 12:13:24: %7: -----
*Aug 6 12:13:24: %7: Header
*Aug 6 12:13:24: %7: Version 2
*Aug 6 12:13:24: %7: Type 4 (Link State Update)
*Aug 6 12:13:24: %7: Packet Len 76
*Aug 6 12:13:24: %7: Router ID 192.168.2.1
*Aug 6 12:13:24: %7: Area ID 0.0.0.0
*Aug 6 12:13:24: %7: Checksum 0xb787
*Aug 6 12:13:24: %7: AuType 0
*Aug 6 12:13:24: %7: Link State Update
*Aug 6 12:13:24: %7: # LSAs 1
*Aug 6 12:13:24: %7: LSA Header
*Aug 6 12:13:24: %7: LS age 1
*Aug 6 12:13:24: %7: Options 0x2
*Aug 6 12:13:24: %7: LS type 1 (router-LSA)
*Aug 6 12:13:24: %7: Link State ID 192.168.2.1
*Aug 6 12:13:24: %7: Advertising Router 192.168.2.1
*Aug 6 12:13:24: %7: LS sequence number 0x8000000a
*Aug 6 12:13:24: %7: LS checksum 0x2f8a
*Aug 6 12:13:24: %7: length 48
*Aug 6 12:13:24: %7: Router-LSA
*Aug 6 12:13:24: %7: flags -|-|
*Aug 6 12:13:24: %7: # links 2
*Aug 6 12:13:24: %7: Link ID 192.168.3.1
*Aug 6 12:13:24: %7: Link Data 192.168.2.1
```

在测试时进行了拔线处理以改变链路状态，图中出现连接断开的情况，NSM 做出相应的信息。同时，出现了一个 Update 分组的首部，源地址为 192.168.2.1，包含更新内容。

最新路由表信息

```
LSA[Refresh]: timer expired
SPF[0.0.0.0]: SPF calculation (1st STAGE) for 192.168.2.1
SPF[0.0.0.0]: Vertex[192.168.2.1] Router(root)
SPF[0.0.0.0]: Link #0 (192.168.1.0): Stub Network
SPF[0.0.0.0]: Link #1 (192.168.3.1): Point-to-Point
SPF[0.0.0.0]: Calculate nexthop for (192.168.3.1)
SPF[0.0.0.0]: Root: If_id[2], Nbr_id[192.168.2.2]
SPF[0.0.0.0]: Link #2 (192.168.2.0): Stub Network
SPF[0.0.0.0]: Vertex[192.168.3.1] Router
SPF[0.0.0.0]: Link #0 (192.168.2.1): Point-to-Point
SPF[0.0.0.0]: LSA[Type:0.0.0.0:Type:192.168.2.1:(self)] is already in SPF tree
SPF[0.0.0.0]: Link #1 (192.168.2.0): Stub Network
SPF[0.0.0.0]: Link #2 (192.168.3.0): Stub Network
SPF[0.0.0.0]: SPF calculation (2nd STAGE) for 192.168.2.1
SPF[0.0.0.0]: Calculating stub network for (192.168.3.1)
```

OSPF 确认包，由 192.168.3.1 发送



```
Header
  Version 2
  Type 5 (Link State Acknowledgment)
  Packet Len 44
  Router ID 192.168.3.1
  Area ID 0.0.0.0
  Checksum 0xf18b
  AuType 0
Link State Acknowledgment
  # LSA Headers 1
  LSA Header
    LS age 1
    Options 0x2
    LS type 1 (router-LSA)
    Link State ID 192.168.2.1
    Advertising Router 192.168.2.1
    LS sequence number 0x8000000c
    LS checksum 0x40fb
    length 60
```

(5) 本实验有没有 DR/BDR（指派路由器/备份指派路由器）？如果有，请指出 DR 与 BDR 分别是哪个设备，讨论 DR/BDR 的选举规则和更新方法（通过拔线改变拓扑，观察 DR/BDR 的变化情况）；如果有，请说明原因。

通过前面 Wireshark 捕获截图，我们从数据包中发现 192.168.5.1 是 DR，BDR 为 0.0.0.0，说明未被特殊指定。在 OSPF 中，DR 是必须有的，但 BDR 是可以没有的。在这个实验中，由于只有一条链路且没有可以选择的备用路由器，因此是没有 BDR 的。

DR 为指定路由，负责在 MA 网络建立和维护邻接关系并负责 LSA 的同步，DR 与其他所有的路由器形成邻接关系并交换链路状态信息，其他路由器之间不直接交换链路状态信息，这样就大大减少了 MA 网络中的邻接关系数据及交换链路状态信息消耗的资源。DR 一旦出现故障，其与其他路由器之间的邻接关系将全部失效，链路状态数据库也无法同步，此时就需要重新选举 DR、再与非 DR 路由器建立邻接关系，完成 LSA 的同步，为了规避单点故障风险，通过选举备份指定路由器 BDR，在 DR 失效时快速接管 DR 的工作。

DR 与 BDR 的选举规则：DR/BDR 的选举是基于接口的，接口的 DR 优先级越大越优先。接口的 DR 优先级相等时，router ID 越大越优先。接口 DR 优先级相等时，router ID 越大越优先，接口 DR 优先级为 0，表示不参与选举。默认情况下，OSPF 进行 DR 选举时的优先级默认为 1，正如我们在 Wireshark 抓包里所观察到的情况一致。

【实验总结】

1、在实验过程中，深入了解了 OSPF 协议的工作原理和特点。OSPF 是一种内部网关路由协议，通过链路状态信息的交换和最短路径优先算法，实现了网络中路由器之间的动态路由选择。

2、在实验过程中，还遇到了一些挑战和问题。首先，配置 OSPF 需要确保每个区域的区域号正确设置，并且区域之间的连接配置正确。此外，还需要注意网络中可能存在的环路和冗余路径，以避免产生不必要的路由循环。为了解决这些问题，需要仔细分析了网



中山大學
SUN YAT-SEN UNIVERSITY

计算机网络实验报告

络拓扑，并进行了适当的调整和优化。

3、通过完成本次实验，成功地配置了 OSPF 单区域，并实现了网络中各个路由器之间的互联互通。我观察到路由器之间开始交换链路状态信息，并根据 SPF 算法计算出最短路径。网络中的数据包可以通过最优路径进行转发，实现了高效的数据传输。