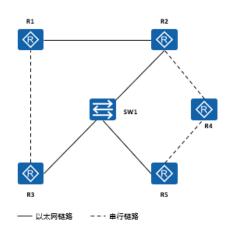
OSPF 路由计算

- 同一区域内的 OSPF 路由器拥有完全一致的 LSDB,在 区域内部,OSPF 采用 SPF 算法完成路由计算。
- 随着网络规模不断扩大,路由器为了完成路由计算所消耗的内存、CPU资源也越来越多。通过区域划分可以在一定程度上缓解路由器的压力。
- 在大规模网络中除了 OSPF 之外,还可能存在其它路由协议, OSPF 支持外部路由引入,从而使得 OSPF 路由器知晓到达域外的路由。
- 本课程主要介绍 OSPF 路由计算原理,包括区域内部路由、区域间路由及外部路由的计算过程。

课程回顾

同一个区域中的所有路由器拥有完全一致的LSDB,如R2的LSDB所示,该网络中有多个LSA。



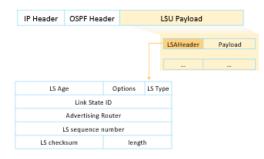
R2>display	ospf Isdb					
OSPF Process 1 with Router ID 10.0.2.2 Link State Database						
		Area: 0.0.0.	.0			
Туре	LinkState ID	AdvRouter	Age	Len	Sequence	Metric
Router	10.0.4.4	10.0.4.4	662	72	80000006	48
Router	10.0.2.2	10.0.2.2	625	72	8000000C	1
Router	10.0.1.1	10.0.1.1	638	60	80000007	1
Router	10.0.5.5	10.0.5.5	634	60	8000000B	1
Router	10.0.3.3	10.0.3.3	639	60	80000009	1
Network	10.0.235.5	10.0.5.5	634	36	80000005	0
Network	10.0.12.2	10.0.2.2	629	32	80000003	0

每一条LSA都包含了哪些信息呢?根据这些信息,路由器如何 完成路由计算呢?



LSA的基本概念

- · LSA是OSPF进行路由计算的关键依据。
- · OSPF的LSU报文可以携带多种不同类型的LSA。
- 各种类型的LSA拥有相同的报文头部。



重要字段解释

- L5 Age (链路状态老化时间): 此字段表示LSA已经生存的时间,单位是
 秒。
- Options (可选项): 每一个bit都对应了OSPF所支持的某种特性。
- · LS Type (链路状态类型): 指示本LSA的类型。
- · Link State ID (链路状态ID): 不同的LSA,对该字段的定义不同。
- · Advertising Router (通告路由器) : 产生该LSA的路由器的Router ID。
- LS Sequence Number (链路状态序列号): 当LSA每次有新的实例产生时, 序列号就会增加。
- · LS Checksum (校验和): 用于保证数据的完整性和准确性。
- Length: 是一个包含LSA头部在内的LSA的总长度值。
- 链路状态类型、链路状态ID、通告路由器三元组唯一地标识了一个LSA。链路状态老化时间、链路状态序列号、校验和用于判断LSA的新旧
- LS Age: 当 LSA 被始发时,该字段为 0,随着 LSA 在网络中被泛洪,该时间逐渐累加,当到达 MaxAge(缺省值为 3 600s)时,LSA 不再用于路由计算。
- LS Sequence Number:该字段用于判断 LSA 的新旧或是否存在重复的实例。序列号范围是 0x80000001-0x7FFFFF FF,路由器始发一个 LSA,序列号为 0x80000001,之后每次更新序列号加 1,当 LSA 达到最大序列号时,重新产生该 LSA,并且把序列号设置为 0x80000001。



常见LSA的类型

类型	名称	描述
1	路由器LSA (Router LSA)	每个设备都会产生,描述了设备的链路状态和开销,该LSA只能在接口所属的区域内泛洪
2	网络LSA (Network LSA)	由DR产生,描述该DR所接入的MA网络中所有与之形成邻接关系的路由器,以及DR自己。该L5A只能在接口所属区域内泛洪
3	网络汇总LSA (Network Summary LSA)	由ABR产生,描述区域内某个网段的路由,该类LSA主要用于区域间路由的传递
4	ASBR)仁总LSA (ASBR Summary LSA)	由ABR产生,描述到ASBR的路由,逼告给除ASBR所在区域的其他相关区域。
5	AS外部LSA (AS External LSA)	由ASBR产生,用于描述到达OSPF域外的路由
7	非完全末梢区域LSA (NSSA LSA)	由ASBR产生,用于描述到达OSPF核外的路由。NSSA LSA与AS外部LSA功能类似,但是泛洪范围不同。NSSA LSA只能在始发的NSSA内泛洪,并且不能直接进入Area0。NSSA的ABR会将7类LSA转换成5类LSA注入到Area0

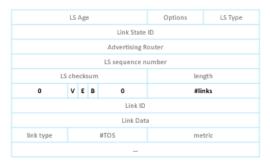
• 在许多场合中,我们习惯使用类型值来称呼对应的 LSA,

例如 1 类 LSA 等同于 Router LSA, 2 类 LSA 等同于 Network LSA, 以此类推。



Router LSA详解 (1)

- Router LSA(1类LSA):每台OSPF路由器都会产生。它描述了该路由器直连接口的信息。
- · Router LSA只能在所属的区域内泛洪。



- V(Virtual Link): 如果产生此LSA的路由器是處连接的端点, 则置为1。
- E(External): 如果产生此LSA的路由器是ASBR,则置为1。
- B (Border): 如果产生此LSA的路由器是ABR,则置为1。
- links: LSA中的Link(链路)数量。Router LSA使用Link来承载路由器直连接口的信息。



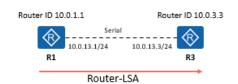
Router LSA详解 (2)

- · Router LSA使用Link来承载路由器直连接口的信息。
- 每条Link均包含"链路类型"、"链路ID"、"链路数据"以及"度量值"这几个关键信息。
- 路由器可能会采用一个或者多个Link来描述某个接口。

	LS Age				Options	LS Type
	Link State ID					
	Advertising Router					
	LS sequence number					
LS	LS checksum length					
0	0 V E B 0		0	Mlinks		
	Link ID					
	Link Data					
link type	link type #TOS metric					

Link Type	Link ID	Link Data
Point-to-Point(P2P):描述一个从本路由體到邻居路由體之间的点到点链路,属于拓扑信息	邻居路由器的 Router ID	宣告该Router LSA的路 由器接口的IP地址
TransNet: 描述一个从本路由體到一个Transit网段(例如MA或者NBMA网段)的连接,属于拓扑信息	DR的接口IP地 址	宣告该Router LSA的路 由器接口的IP地址
StubNet:描述一个从本路由體到一个 Stub网段(例如Loopback接口)的達 接,属于网段信息	宣告该Router LSA的路由器接 口的网络IP地址	该Stub网络的网络掩码

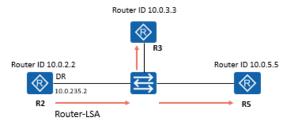
• 度量值(Metric): Cost 值。



R1向R3发送Router-LSA,携带拓扑和网段信息。



○ Router LSA描述TransNet



R2向R3和R5发送Router-LSA,携带拓扑信息。



缺乏网络掩码信息,在TransNet网络中,如何完整地描述网段信息呢?



- Network LSA(2类LSA):由DR产生,描述本网段的链路状态,在所属的区域内传播。
- Network LSA 记录了该网段内所有与DR建立了邻接关系的OSPF路由器,同时携带了该网段的网络掩码。



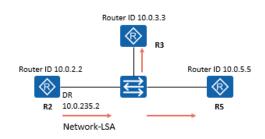
• Link State ID: DR的接口IP地址。

• Network Mask: MA网络的子网捷码。

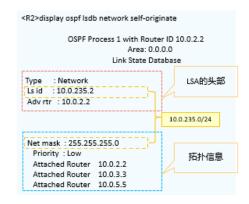
Attached Router: 连接到该MA网络的路由器的Router-ID (与该DR建立了邻接关系的邻居的Router-ID,以及DR自己的Router-ID),如果有多台路由器接入该MA网络,则使用多个字段描述。



Network LSA描述MA网络



R2向R3和R5发送Network-LSA,携带拓扑和网段信息。

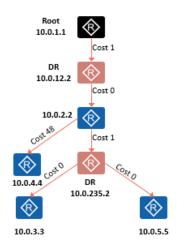




SPF算法 (1)

Phase 1:构建SPF树。

- 路由器将自己作为最短路径树的树根,根据 Router-LSA和Network-LSA中的拓扑信息,依次将 Cost值最小的路由器添加到SPF树中。路由器以 Router ID或者DR标识。
- · 广播网络中DR和其所连接路由器的Cost值为0。
- SPF树中只有单向的最短路径,保证了OSPF区域内路由计算不会出现环路。

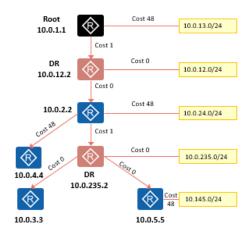




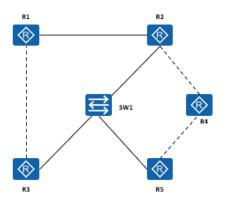
SPF算法 (2)

Phase 2: 计算最优路由。

- 将Router-LSA、Network-LSA中的路由信息以叶子 节点形式附加在对应的OSPF路由器上,计算最 优路由。
- · 已经出现的路由信息不会再添加到SPF树干上。



○ SPF算法举例



以R1为例说明OSPF拓扑和路由的计算过程。





构建SPF树 (1)



- 注意:
- 候选总开销为本 LSA 中描述的 Metric 值和父节点到达根 节点开销之和。
- 候选列表本质上记录的是邻居列表。



构建SPF树 (2)

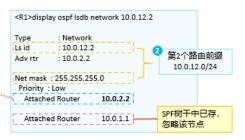
3. 继续查询DR产生的Network LSA。将描述的拓扑信息添加到候选列 表。如果LSA中所描述的分节点在最短路径树上已经存在,则忽略 该分节点。

候选列表	候选总开销	根/父节点
10.0.3.3	48	10.0.1.1
10.0.2.2	1+0	10.0.12.2

4. R1将候选总路径开销最小的邻居移到最短路径树上,并从候选列 表中删除。



候选列表	候选总开销	根/父节点
10.0.3.3	48	10.0.1.1
10.0.2.2	1+0	10.0.12.2







构建SPF树 (3)

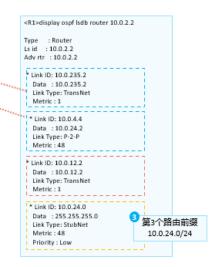
5. 根据R2产生的Router LSA,将邻居信息记录在候选列表。

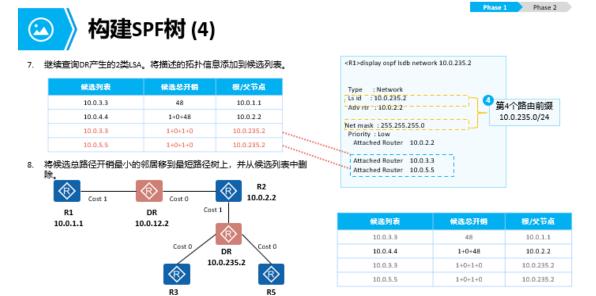
候选列表	候选总开销	模/父节点
10.0.3.3	48	10.0.1.1
10.0.235.2	1+0+1	10.0.2.2
10.0.4.4	1+0+48	10.0.2.2

6. 将候选总路径开销最小的邻居移到最短路径树上,并从候选列表中删除。



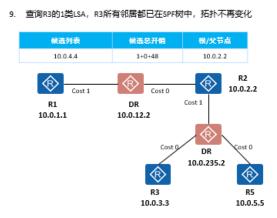
候选列表	候选总开销	模/父节点
10.0.3.3	48	10.0.1.1
10.0.235.2	1+0+1	10.0.2.2
10.0.4.4	1+0+48	10.0.2.2





R3 在候选列表中存在两个不同的 Cost 值,分别为 48 和
 2 , 因此将 Cost 值较小的添加到最短路径树,并从候选列表中删除。







Phase 1 Phase 2



10. 查询R5的1类LSA,将R4加入SPF树,并从候选列表删除。

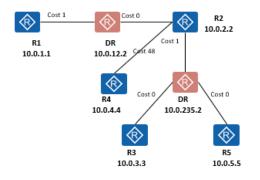


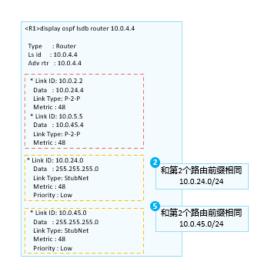




构建SPF树 (7)

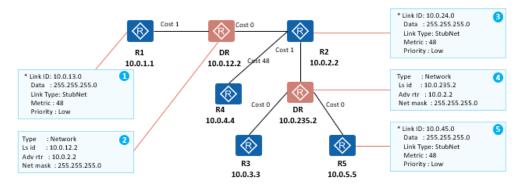
11. 查询R4的1类LSA,发现所有邻居已在SPF树干中。并且已计算完 全部的LSA, SPF树构建完成。





□ 计算最优路由

- 从根节点开始依次添加各节点LSA中的路由信息。
- 添加顺序为各节点加入SPF树的顺序,已经出现的忽略。



- 第二阶段根据 Router LSA 中的 Stub、Network LSA 中的路由信息,完成最优路由的计算。
- 从根节点开始,依次添加 LSA 中的路由信息(添加顺序按照每个节点加入 SPF 树的顺序):
- 10.0.1.1(R1)的Router LSA中,共1个Stub连接,
 网络号/子网掩码 10.0.13.0/24, Metric=48;
- 10.0.12.2(DR)的 Network LSA 中,网络号/子网掩码 10.0.12.0/24,Metric=1+0=1;
- 10.0.2.2(R2)的Router LSA中,共1个Stub连接,
 网络号/子网掩码 10.0.24.0/24, Metric=1+0+48=49;
- 10.0.235.2 (DR)的 Network LSA 中,网络号/子网掩码
 10.0.235.0/24, Metric=1+0+1=2;
- 10.0.3.3(R3)的Router LSA中,共1个Stub连接, 网络号/子网掩码10.0.13.0/24,已在R1上,忽略;
- 10.0.5.5(R5)的 Router LSA 中,共 1 个 Stub 连接, 网络号/子网掩码 10.0.45.0/24,Metric=1+0+0+1+48=50;
- 10.0.4.4(R4)的 Router LSA 中,共 2 个 Stub 连接, 网络号/子网掩码 10.0.24.0/24,已在 R2 上,忽略;网络号/子 网掩码 10.0.45.0/24,已在 R5 上,忽略。



<R1>display ospf routing OSPF Process 1 with Router ID 10.0.1.1 Routing Tables Routing for Network Destination Cost Type NextHop AdvRouter 0.0.0.0 10.0.12.0/24 1 Transit 10.0.12.1 10.0.1.1 10.0.13.0/24 48 Stub 10.0.24.0/24 49 Stub 10.0.13.1 10.0.12.2 10.0.2.2 0.0.0.0 10.0.45.0/24 50 Stub 10.0.12.2 10.0.5.5 0.0.0.0 10.0.235.0/24 2 Transit 10.0.12.2 10.0.5.5 0.0.0.0

 <R1>display ip routing-table

 Destination/Mask
 Proto
 Pre
 Cost
 NextHop

 10.0.12.0/24
 Direct
 0
 10.0.12.1

 10.0.13.0/24
 Direct
 0
 10.0.13.1

 10.0.24.0/24
 OSPF
 10
 49
 10.0.12.2

 10.0.45.0/24
 OSPF
 10
 50
 10.0.12.2

 10.0.235.0/24
 OSPF
 10
 2
 10.0.12.2

R1的OSPF路由表

R1的全局路由表

思考:为什么R1的OSPF路由表中的路由没有全部出现在全局路由表中?

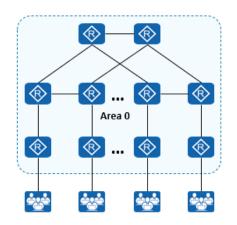
lacktriangle

本意小结

- OSPF 根据 LSDB 计算路由表,LSDB 中可能存在多种类型的 LSA,并且所有的 LSA 有相同的报文头部格式。
- 同一区域的 OSPF 路由器拥有完全一致的 LSDB。在只有一个区域的情况下,区域内部主要存在两种类型的 LSA,即 Router-LSA 和 Network-LSA。
- 每台路由器都会产生 Router-LSA,描述了路由器的直连接口信息。
- 在 MA 网络中,DR 会产生 Network-LSA 来描述接入该 MA 网络的所有路由器的 Router-ID(其中包括 DR 自身),以及这个网络的掩码。



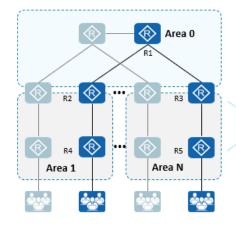
大型网络中,单区域OSPF存在的问题



- 一系列连续的OSPF路由器构成的网络称为OSPF域(Domain)。
- · OSPF要求网络内的路由器同步LSDB,实现对于网络的一致认知。
- 当网络规模越来越大时,LSDB将变得非常臃肿,设备基于该LSDB进行路由计算,其负担也极大地增加了,此外路由器的路由表规模也变大了,这些无疑都将加大路由器的性能损耗。
- 当网络拓扑发生变更时,这些变更需要被扩散到整个网络,并可能引发整网的路由重计算。
- 单区域的设计,使得OSPF无法部署路由汇总。



区域划分



• Router LSA和Network LSA只在区域内泛洪,因此通过区域划分在一定程度上降低网络设备的内存及CPU的消耗。

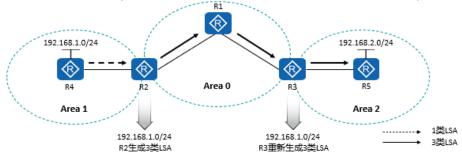


- 划分区域后,路由器可以分为两种角色:
 - 。 区域内部路由器(Internal Router):该类设备的所有接口都属于同一个OSPF区域。如R1、R4、R5。
 - 区域边界路由器(Area Border Router):该类设备接口分别连接两个及两个以上的不同区域。如R2、R3。



区域间路由信息传递

- OSPF区域间路由信息传递是通过ABR产生的Network Summary LSA(3类LSA)实现的。
- 以192.168.1.0/24路由信息为例:
 - R2依据Area 1内所泛洪的Router LSA及Network LSA计算得出192.168.1.0/24路由(区域内路由),并将该路由通过Network Summary LSA通告到Area 0。R3根据该LSA可计算出到达192.168.1.0/24的区域间路由。
 - 。 R3重新生成一份Network Summary LSA通告到Area 2中,至此所有OSPF区域都能学习到去往192.168.1.0/24的路由。





Network Summary LSA详解

Network Summary LSA (3类LSA) 由ABR产生,用于向一个区域通告到达另一个区域的路由。

LS /	Age	Options	LS Type			
	Link State ID					
	Advertising Router					
	LS sequence number					
LS che	LS checksum Length					
	Network Mask					
0	0 metric					

重要字段解释

。LS Type:取值3,代表Network Summary LSA。

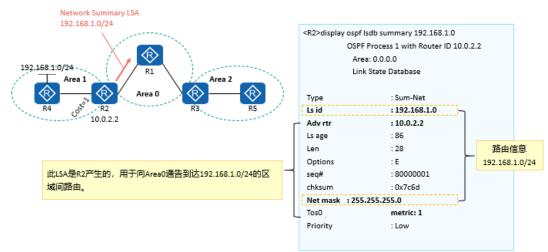
· Link State ID: 路由的目的网络地址。

• Advertising Router: 生成LSA的Router ID。

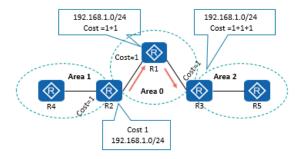
· Network Mask: 路由的网络掩码。

· metric: 到目的地址的路由开销。





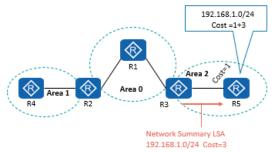
📃 🔪 R1和R3的路由计算



R2自己到192.168.1.0/24的Cost为1, 因此它向Area0所通告的192.168.1.0/24路由的Cost为1。

- 1. 通过区域内SPF的计算,R1到达R2的Cost值为1,R3到达R2的Cost值为2。
- 2. R1和R3根据收到的Network Summary LSA进行路由计 管:
 - R1将到达R2和Cost值和Network Summary LSA所携带的 Cost值相加,因此R1到达192.168.1.0/24的Cost值为2。
 - R3将到达R2和Cost值和Network Summary LSA所携带的 Cost值相加,因此R3到达192.168.1.0/24的Cost值为3。

■ R5的路由计算

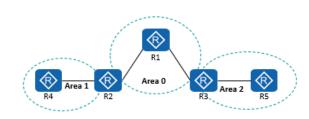


R3自己到192.168.1.0/24的Cost为3,因此它向Area2所通告的192.168.1.0/24路由的Cost为3。

- 1. R3作为ABR,它通过Area O内泛洪的Network Summary LSA计算出到达192.168.1.0/24的路由,然后重新向Area 2 注入到达该网段的Network Summary LSA,其中包含自己到达该网段的Cost(值为3)。
- 2. R5在SPF中计算得知到达R3的Cost为1,因此R5到达192.168.1.0/24的Cost为4。



区域间路由计算结果验证



<R1>display ip routing-table

Destination/Mask Proto Pre Cost
192.168.1..0/24 OSPF 10 2

<R3>display ip routing-table

Destination/Mask Proto Pre Cost
192.168.1..0/24 OSPF 10 3

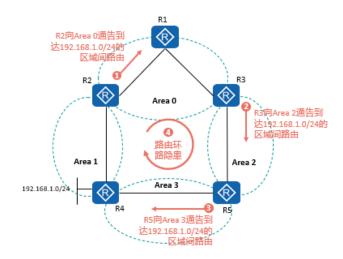
<R5>display ip routing-table

Destination/Mask Proto Pre Cost
192.168.1..0/24 OSPF 10 4

分别在R1、R3、R5上查看路由表。



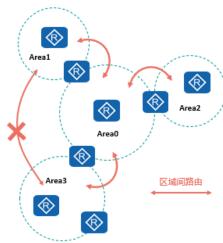
域间路由环路的产生



- OSPF区域间路由的传播过程与距离矢量路由协议的路由传播过程非常相似。
- 对于区域间路由的传递, OSPF也需要一 定的防环机制。



区域间路由的防环机制 (1)

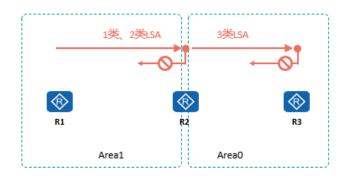


- OSPF要求所有的非骨干区域必须与Area0直接相连,区域 间路由需经由Area0中转。
- 区域间的路由传递不能发生在两个非骨干区域之间,这使得OSPF的区域架构在逻辑上形成了一个类似星型的拓扑。

• 注意:OSPF 要求 ABR 设备至少有一个接口属于骨干区域。



区域间路由的防环机制 (2)

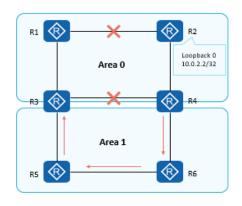


ABR不会将描述到达某个区域内网段路由的3类LSA再注入回该区域。



区域间路由的防环机制 (3)

ABR从非骨干区域收到的3类LSA不能用于区域间路由的计算。



R1和R2、R3和R4之间的链路中断导致骨干区域不连续。

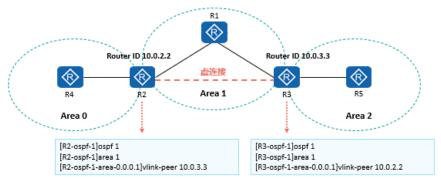
- R4将10.0.2.2/32路由以3类LSA的形式发送到Area 1。
- R5和R6可以根据上述3类LSA计算出10.0.2.2/32路由。
- R3从非骨干区域收到3类LSA,不进行路由计算,也不会将此3 类LSA发送到其他区域。
- 此时, R1和R3都无法和10.0.2.2/32通信。

如何解决骨干区域不连续的问题?



虚连接的作用及配置

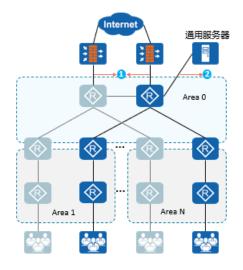
- OSPF要求骨干区域必须是连续的,但是并不要求物理上连续,可以使用虚连接使骨干区域在逻辑上连续。
- 虚连接可以在任意两个ABR上建立,但是要求这两个ABR都有端口连接到一个相同的非骨干区域。



• 注意:虚连接的创建使 OSPF 协议可以通过非骨干区域通信,违背了 OSPF 区域间的防环规则,在某些场景下会导致路由环路的产生,因此不建议部署 OSPF 虚连接。



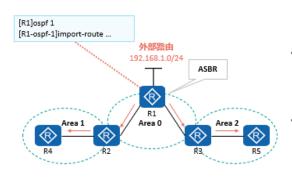
OSPF外部路由引入背景



网络中存在部分链路未开启OSPF协议如:

- · 路由器连接外部网络使用静态路由或者BGP协议;
- · 服务器直连的链路未开启OSPF协议。

📃 〉外部路由引入的基本概念



- ASBR (AS Boundary Router): 自治系统边界路 由器。只要一台OSPF设备引入了外部路由,它 就成为了ASBR。如图中的R1。
- · ASBR将外部路由信息以AS-external LSA (5类 LSA) 的形式在OSPF网络内泛洪。
- 在 OSPF 进程下,通过如下命令引入外部路由。设备支持引入 BGP、ISIS、OSPF、直连以及静态路由。

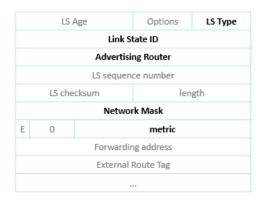
→ 5禁LSA

import-route { limit limit-number | { bgp [
permit-ibgp] | direct | unr | rip [process-id-rip] |
static | isis [process-id-isis] | ospf [process-id-ospf
] } [cost cost | type type | tag tag | route-policy
route-policy-name] * }



AS-external LSA详解

AS-external LSA(5类LSA):由ASBR产生,描述到达AS外部的路由,该LSA会被通告到所有的区域(除了Stub区域和NSSA区域)。



重要字段解释

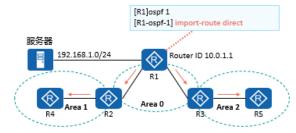
- · LS Type: 取值5,代表AS-external-LSA。
- · Link State ID: 外部路由的目的网络地址。
- · Advertising Router: 生成该LSA的Router ID。
- · Network Mask: 网络掩码。
- · E: 该外部路由所使用的度量值类型
- 0: 度量值类型为Metric-Type-1
- 1: 度量值类型为Metric-Type-2
- · metric: 到目的网络的路由开销。
- Forwarding Address (FA): 到所通告的目的地址的报文将被转发到这个地址。
- Forwarding Address: 当 FA 为 0.0.0.0 时,则到达该外部网段的流量会被发往引入这条外部路由的 ASBR。而如果 FA 不为 0.0.0.0,则流量会被发往这个转发地址。FA 这一概念的引入,使得 OSPF 在某些特殊的场景中得以规避次优路径

问题。

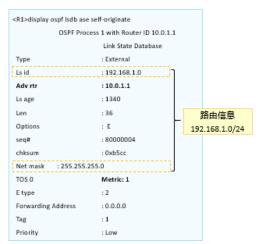
• External Route Tag(外部路由标记):这是一个只有外部路由才能够携带的标记,常被用于部署路由策略。



AS-external LSA示例

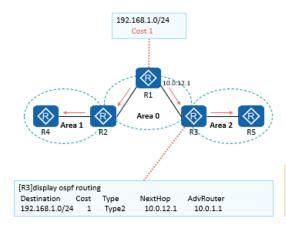


R1与服务器直连的网段为192.168.1.0/24,在R1上将直连路由引入OSPF,此时R1会向OSPF注入用于描述192.168.1.0/24路由的ASexternal-LSA,该LSA将在整个OSPF域内泛洪。





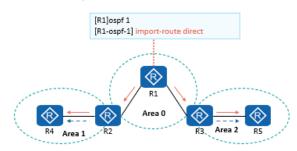
R3的路由计算过程



- 1. 外部路由信息以叶子节点形式挂载在R1上。
- 根据5类LSA的Advertising Router, R3判断到达外部路由, 需要先经过R1。
- R3经过区域内SPF计算,已经将R1添加到SPF树干,R3 将到达外部路由的下一跳路由器设置为R1。
- 4. R2的计算方式和R3类似。
- R3与ASBR R1同处一个区域,因此它能够根据区域内所泛洪的 Router LSA及Network LSA计算出到达ASBR的路由。
- R5和R1不在同一区域,那么R5如何计算外部路由呢?



ASBR-Summary LSA(4类LSA):由ABR产生,描述到ASBR的路由,通告给除ASBR所在区域的其他相关区域。



R2及R3各自产生4类LSA,并分别通告到Area 1及Area 2。



LS Age		Options	LS Type	
Link State ID				
Advertising Router				
LS sequence number				
LS checksum length				
Network Mask				
0	metric			

重要字段解释

。 LS Type: 取值4,代表ASBR-Summary LSA。

。 Link State ID: ASBR的Router ID。

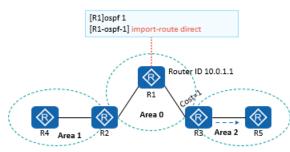
Advertising Router:生成LSA的Router ID。

• Network Mask: 仅保留,无意义。

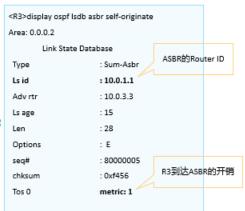
· metric: 到目的地址的路由开销。



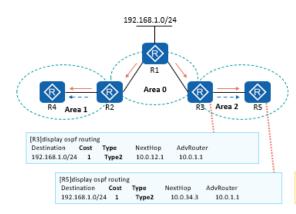
ASBR-Summary LSA示例



以R3向Area 2通告的ASBR-Summary LSA为例。



■ R5的路由计算过程



- 1. 外部路由信息以叶子节点形式挂载在R1上。
- 2. 根据5类LSA的Advertising Router, R5判断5类LSA是由R1 产生的,但是在R5的SPF树干中并不存在R1。
- 3. 根据R3产生的4类LSA, R5将到达外部网络的下一跳路由设置为R3。
- 4. R4的路由计算方式和R5类似。

从物理组网上,R3和R5到达外部路由的Cost值不同,但是并未在路由表中真实体现。

注: 图中所有设备接口的Cost均为1



区分OSPF外部路由的2种度量值类型 (1)

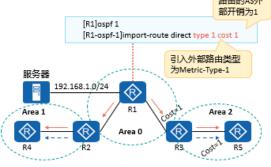
- Metric-Type-1
 - 当外部路由的开销与自治系统内部的路由开销相当,并且和OSPF自身路由的开销具有可比性时,可以认为这类路由的可信程度较高,将其配置成Metric-Type-1。
 - · Metric-Type-1外部路由的开销为AS内部开销(路由器到ASBR的开销)与AS外部开销之和。
- Metric-Type-2
 - · 当ASBR到AS之外的开销远远大于在AS之内到达ASBR的开销时,可以认为这类路由的可信程度较低,将其配置成Metric-Type-2。
 - · Metric-Type-2外部路由的开销等于AS外部开销。





区分OSPF外部路由的2种度量值类型 (2)

Туре	描述	开销计算
Metric-Type-1	可信程度高	AS内部开销+AS外部开销
Metric-Type-2 (缺省)	可信程度低,AS外部开销远大于AS内部开销	AS外部开销
	路由的AS外 部开销为1	



| R3]display ospf routing
| Destination | Cost | Type | Tag | NextHop | AdvRouter |
| 192.168.1.0/24 | 2 | Type1 | 1 | 10.0.12.1 | 10.0.1.1 |

外部路由类型为Metric-Type-1,因此在R3的路由表中,192.168.1.0/24路由 的开销为该路由的外部开销加上R3自己到达ASBR R1的内部开销。

| RSjdisplay ospf routing | Destination | Cost | Type | Tag | NextHop | AdvRouter | 192.168.1.0/24 | 3 | Type1 | 1 | 10.0.34.3 | 10.0.1.1

192.168.1.0/24路由在R5的路由表中的开销等于该路由的外部开销加上R5到 达ASBR R1的内部开销。

思考题:

- (多选题)Router-LSA 中主要包含哪几种链路类型?()
- P2P
- TransNet
- StubNet
- Vlink
- (判断题)经过 SPF 算法计算后,被认为是最优的 OSP F 路由一定会被放入路由器的路由表。()

答案:

ABCD

错

思考题:

- (判断题)一条 Network Summary LSA 只能描述一条路由信息。
- (简答题)OSPF 如何避免区域间的路由环路?

答案:

- 对
- OSPF 划分了骨干区域和非骨干区域,所有非骨干区域 均直接和骨干区域相连,且骨干区域只有一个;非骨干区域之 间的通信都要通过骨干区域中转;并规定从骨干区域传来的三 类 LSA 不再传回骨干区域。

思考题:

- (多选题)ABR可能会产生以下哪些类型的LSA?(
- ASBR-Summary LSA
- AS-external-LSA
- Router-LSA
- Network Summary LSA
- (单选题)对于同一个路由前缀,以下哪种优先级最高?()
- 区域内路由
- 区域间路由
- 第一类外部路由
- 第二类外部路由

答案:

- ABCD
- A

•