

OSPF 协议的教学设计与实践

章丽玲,雷建军

(湖北第二师范学院 计算机学院 武汉 430205)

摘 要: 为了使學生熟练地掌握 OSPF 协议的路由设计原理及相关的组网配置技巧,本文对 OSPF 协议进行教学设计,采用对照法、理论和实践相结合法及归纳总结法进行教学,并创新设计出 OSPF 的单域和多域路由配置实验,通过教学实践,大大提高了学生关于 OSPF 协议的理论水平和实践动手能力。

关键词: OSPF; 教学设计; 多域

中图分类号: G642

文献标识码: A

文章编号: 1674-344X(2019)8-0075-04

OSPF(Open Shortest Path First)是计算机网络互连协议中最重要、最复杂的协议之一,其设计非常巧妙,协议中采用的算法和机制非常典型,传统的 OSPF 协议教学侧重于各个知识点的讲解,不注重理论与实践相结合,更不重视知识点的总结,导致学生不能很好理解 OSPF 协议的相关概念,动手实践能力相对较弱,基于此,本文采用三种方法对 OSPF 协议进行教学,设计出 OSPF 的单域和多域路由配置实验,通过教学实践,真正提高了学生关于 OSPF 协议的理论水平和实践动手能力。

1 用对照法讲解 OSPF 协议的基本原理

开放最短路径优先协议(OSPF)是为了克服 RIP(Routing Information Protocol)协议的缺点在 1989 年开发出来的。因此,在讲解 OSPF 原理之前,首先必须引导学生复习总结 RIP 协议的弊端,RIP 典型的缺陷有三点:1:网络应用规模小;2 存在路由自环问题;3:信息收敛慢。针对这三个典型缺陷,引出 OSPF 协议设计思路,用对照法比较 RIP 协议和 OSPF 协议路由更新算法的三要素,如表 1。

OSPF 采用链路状态路由选择算法,为了使学

生能够快速掌握该算法,我用四个词来描述他的过程:(1)识别,每个 OSPF 路由器使用 Hello 协议识别邻居路由器并与邻居路由器建立邻接关系;(2)交换,具有邻接关系的 OSPF 路由器通过洪泛的方式交换 LSA(链路状态信息);(3)构建,构建链路状态数据库(LSDB),OSPF 路由器收到 LSA 后,会基于此 LSA 构建链路状态数据库,位于同一区域内的每个 OSPF 路由器会维持一个相同的 LSDB;(4)计算,在 LSDB 的基础上,每个 OSPF 路由器以自己为根,利用最短路径优先(SPF)算法计算到每个目的网络的最短路径,得到一颗 SPF 树,然后使用通向每个网络的最佳路由填充路由表。

表 1 RIP 和 OSPF 协议三要素对照表

协议三要素	RIP	OSPF
Who: 同谁交换信息	相邻路由器	自治系统所有路由器
What: 信息的内容是什么	自己的全部路由信息	相邻路由器的链路状态信息(部分路由信息)
When: 什么时候交换信息	每隔 30 秒交换一次	当链路状态发生变化时才交换

至此,学生能清楚地理解 OSPF 协议的基本

收稿日期:2019-06-19

作者简介:章丽玲(1975-),女,湖北咸宁人,讲师,硕士,研究方向为网络安全和网络应用。

雷建军(1969-),男,湖北武汉人,教授,研究方向为网络应用。

原理和其主要的特点。如何让学生在企业网中熟练地配置该协议呢?最好的方法是采用理论与实践相结合的方法,本文采用 cisco Packet Tracer7.2 模拟仿真平台,从简单到复杂,循序渐进的设计相关的实验,让学生深入地理解和灵活地配置 OSPF 协议。

2 用理论与实践相结合的方法讲解 OSPF 规划与部署

从上节我们知道,OSPF 协议适合多种网络,具有信息收敛快、没有自环等特点,那么,OSPF 协议是如何做到的呢,OSPF 采用区域划分的方法,把洪泛的 LSA 信息限定在一个小的区域内,这样大大减少了网络中的通信量,提高了信息收敛的速度,对于小型网络,可采用单域的 OSPF 协议进行部署,而多域 OSPF 则适合大中型网络。

2.1 单域 OSPF 的规划与配置

对于单域 OSPF 网络来说,所有的 OSPF 路由器都属于同一个网络,即骨干区域(area 0),OSPF 协议根据数据链路层协议类型将网络分为点到点网络(PTP)、广播式多路访问网络(BMA)和非广播式多路访问网络(NBMA)。

理论讲解重点:

①DR 与 BDR 的选择:在 BMA 网络和 NBMA 网络中,需要选取 DR 和 BDR 路由器,以减少链路状态信息的流量,选取的规则为:选取网络中路由器性能较好的,并设置其优先级,优先级最高的 OSPF 路由器被选择为 DR,次高的 OSPF 路由器被选择为 BDR;如果路由器的优先级相同,则根据 OSPF 路由器 ID 选择 DR 与 BDR,路由器 ID 值最大的 OSPF 路由器被选择为 DR,路由器 ID 值次之的 OSPF 路由器被选择为 BDR。

②路由器 ID 的配置:为了保证 OSPF 路由进程的稳定性,采用环回接口作为路由器 ID。

③安全认证规划,为了提高网络的安全性,OSPF 协议支持安全认证,OSPF 有两种认证方式,基于区域的认证和基于接口的认证,两者进一步分为明文认证和 MD5 密文认证。

④路由汇总和路由过滤,路由汇总的目的是减少 LSA 通告量、减少路由器路由表条目数量以优化 OSPF 路由。路由过滤是过滤掉不想要的路由更新信息,提高网络性能。通常是将相关的接口配置成被动接口,被动接口禁止向外通告路由协议的所有路由更新信息。

• 76 •

实践设计:

在 Cisco Packet Tracer7.2 模拟仿真平台上,设计如图 1 所示的单域 OSPF 网络拓扑图,假定路由器 R2 的性能高于路由器 R1 的性能,因此,路由器 R2 设置为 DR。

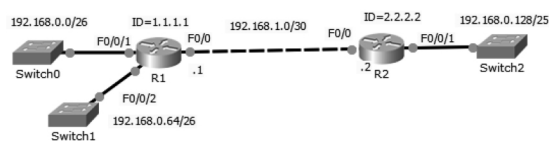


图 1 单域 OSPF 网络拓扑图

路由器的配置步骤如下:

- (1) 在 F0/0 端口上配置明文认证
- (2) 配置端口的优先级
- (3) 启动 OSPF 进程
- (4) 使用 "router - id" 命令配置路由器 ID
- (5) 配置其他三个接口参与到 OSPF 进程中
- (6) 配置 F0/0/1 和 F0/0/2 为被动接口

表 1 为路由器 R1 的配置实例,路由器 R2 的配置实例跟这类似,只是需要将 OSPF 的优先级设置为 10。

```
R1( config) #interface f0/0
R1( config - if) #ip ospf authentication
R1 ( config - if) # ip ospf authentication -
key networkpassword
R1( config - if) #ip ospf priority 2
R1( config) #router ospf 1
R1( config - router) #network 192. 168. 0. 0 0. 0.
0. 63 area 0
R1( config - router) #network 192. 168. 0. 64 0. 0.
0. 63 area 0
R1( config - router) #network 192. 168. 1. 0 0. 0.
0. 63 area 0
R1( config - router) #passive - interface f0/0/1
R1( config - router) #passive - interface f0/0/2
```

2.2 多域 OSPF 的规划与配置

多域 OSPF 分为骨干区域和非骨干区域,而非骨干区域进一步可以分为标准区域、末节区域、完全末节区域、次末节区域和完全次末节区域五种类型。不同区域的不同配置主要体现在 ABR (边缘区域路由器) 上,而每个区域内部路由器 (IR) 配置与单域 OSPF 的路由器配置基本相同。

理论讲解重点:

①划分区域的原因、区域的类型、不同区域类型的特点、区域类型的选择等。

②如果区域的路由器性能较差,为减少路由器上 LSDB(链路状态数据库)的大小和路由条目,可以将其规划为末节区域或完全末节区域。

③一个区域满足只有一个出口、不需要作为虚拟链路的转接链路过渡区域,并且没有 ASBR 条件时才能被设计为末节区域或完全末节区域。如果非骨干区域存在 ASBR 路由器,则该区域需要被设计为次末节区域或完全次末节区域。

④当某个非骨干区域没有与骨干区域直接相连时,需要设置相应的虚链路使他们相连。

⑤同单域的规划一样,进行 DR 与 BDR 的选择。

⑥路由汇总和路由过滤规划。

⑦安全认证规划。

实践设计:

在 Cisco Packet Tracer7.2 模拟仿真平台上,设计如图 2 所示的多域 OSPF 网络拓扑图,包括骨干区域、标准区域、完全末节区域和次末节区域。图中标注了各区域的 IP 编址方案。详细规划思路如下:

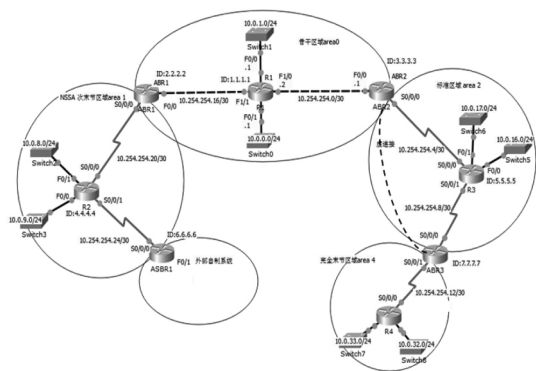


图 2 多域 OSPF 网络拓扑图

A: OSPF 各区域的规划: 区域 0 为骨干区域, 区域 1 为 NSSA 次末节区域, 区域 2 为标准区域, 区域 4 为完全末节区域, 由于区域 4 与骨干区域 0 没有直接相连, 而是通过区域 2 与骨干相连, 为了实现网络互联, 需要在路由器 ABR2 与 ABR3 直接创建一条虚链路, 为了减少区域 4 中路由器保存的链路状态数据库大小, 节省路由器内存等资源, 将区域 4 规划为完全末节区域。区域 1 中路由器 ASBR 有一个接口连接到外部自制系统

(使用静态路由连接到外部网络), 为了实现互联互通, 将区域 1 规划为 NSSA 次末节区域。

B: DR 和 BDR 的规划, 从拓扑图上看, 只有区域 0 属于广播式多路访问网络(BMA)。

C: 安全认证规划, 由于区域 1 跟外部区域相连, 为了保证安全性, 采用基于区域的 MD5 认证来避免引入有害路由信息, 自定义认证密码。

D: 提高网络性能规划, 可将路由器 R1、R2、R3、R4 的 F0/0 和 F0/1 接口分别设置为被动接口, 提高网络的性能。

表 1 给出路由器 ABR2 的详细配置步骤。

表 1

```
ABR2( config) #router ospf 1
ABR2( config - router) #router - id 3.3.3.3
ABR2( config - router) #network 10.254.254.0 0.0.0.3
area 0
ABR2( config - router) #network 10.254.254.4 0.0.0.3
area 2
ABR2( config - router) #area 2 range 10.0.16.0 255.255.
254.0
ABR2( config - router) #area 2 virtual - link 7.7.7.7
```

3 用归纳总结方法进行知识点的总结

通过上面的学习后, 接下来需要引导学生进行各知识点的总结与归纳, 这样, 所学的知识才能转变为自己的能力。

①OSPF 协议原理总结。

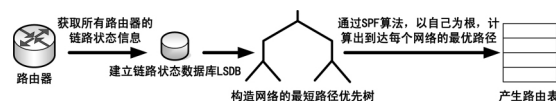


图 3 OSPF 协议原理图

②OSPF 区域及区域中允许洪泛的 LSA 类型

表 2 OSPF 区域与 LSA 类型对照表

区域类型	1 类 LSA	2 类 LSA	3 类 LSA	4 类 LSA	5 类 LSA	7 类 LSA
骨干	✓	✓	✓	✓	✓	×
标准	✓	✓	✓	✓	✓	×
末节	✓	✓	✓	×	×	×
完全末节	✓	✓	×	×	×	×
次末节	✓	✓	✓	×	×	✓
完全次末节	✓	✓	×	×	×	✓

③典型的配置命令总结:

* 配置端口的优先级

Router(config - if) # ip ospf priority number
number 的范围为(0 ~ 255) ,默认为 1 ,只有
优先级大于 0 点路由器才有资格具备被选为 DR
和 BDR 的资格。

* 配置 OSPF 安全认证方式

区域认证

Router(config - router) # area 1 authentication
Router (config - router) # area 1 authentication
message - digest //密文验证

接口认证

Router(config - if) # ip ospf authentication
Router(config - if) # ip ospf authentication - key
password // 设置明文验证密码

Router(config - if) # ip ospf authentication
message - digest // 密文验证

Router(config - if) # ip ospf message - digest -
key key - id md5 key //设置密文验证密码

* 对区域 area - id 进行路由汇总

Router(config - router) # area area - id range
address mask // address 为汇总后路由条目的网
络地址 ,mask 为汇总后路由条目的子网掩码

* 配置区域类型

Router(config - router) # area area - id stub //
指定区域号为 area - id 区域为末节区域

Router(config - router) # area area - id stub no
- summary //完全末节区域

Router(config - router) # area area - id nssa //
次末节区域

Router(config - router) # area area - id nssa no
- summary //完全次末节区域

* 配置虚连接

Router(config - router) # area area - id virtual
- link neighbor - ID

* 配置路由重分发 ,例如 ,可以将 OSPF 路由
信息发布到 RIP 路由器上 ,或反之 ,可以把静态路
由发布到 OSPF 路由器上。

Router (config - router) # redistribute
static subnets

* 路由测试的相关命令有:

Router# show ip route //查看路由表

Router# show ip ospf interface //查看接口的
OSPF 信息

Router# show ip ospf neighbor //查看 OSPF 邻
居路由器列表

Router# show ip ospf database //查看 OSPF 链
路状态数据库信息

Router# show ip ospf //查看 OSPF 信息

4 总结

通过教学实践 ,学生对 OSPF 协议的典型特
点、工作原理、相关术语等都有了非常深刻的理
解 ,借助 Cisco Packet Tracer7.2 模拟仿真平台 ,学
生可以自主搭建不同企业网络环境 ,开展创新实
验 ,自主地把所学的知识应用到实践中。

参考文献:

- [1]罗俊星. 基于 Packet Tracer 的 OSPF 特殊区域网络设计研究[J]. 长沙通信职业技术学院学报 2013(3) .
- [2]肖涛,何怀文,等. 基于虚拟仿真的 OSPF 动态路由协议中 LSA 类型的实验教学设计[J]. 实验室科学 ,2018 (6) .
- [3]孙光懿. 基于 GNS3 的 OSPF 路由设计与实现[J]. 新疆师范大学学报(自然科学版) 2018(5) .
- [4]张纯容,施晓秋,等. 网络互联技术[M]. 北京: 中国工信出版集团 2015.
- [5]谢希仁. 计算机网络(第 7 版) [M]. 北京: 中国工信出版集团 2017.

Teaching Design and Practice of OSPF Protocol

ZHANG Li-ling , LEI Jian-jun

(School of Computer Science and Engineering , Hubei University of Education , Wuhan 430205 , China)

Abstract: In order to make students master the routing design principle of OSPF protocol and related networking configuration skills , this paper aims at teaching design of OSPF protocol. The teaching is conducted through comparison , combination of theory with practice and induction. The single-domain and multi-domain routing configuration experiments of OSPF are designed with innovation. Through teaching practice , student' s theoretical level and practical ability on OSPF protocol are greatly improved.

Key words: OSPF; instructional design; multi-domain