

OSPF路由协议实验

金舒原

jinshuyuan@mail.sysu.edu.cn

计算机学院

1

本章内容

- OSPF协议简介
- OSPF的基本概念
- OSPF运行过程
- OSPF支持单个AS中的层次结构-区域的划分
- OSPF常见的五种LSA
- OSPF的配置命令

2

OSPF协议简介

- OSPF路由协议 (Open Shortest Path First, 开放最短路径优先), 是一个链路状态协议, 无路由环路。
- 使用洪泛链路状态信息, 每一台路由器拥有整个拓扑结构
- 采用Dijkstra最低开销路径算法计算到达目的地的最低开销
- OSPF报文直接由IP承载, 协议号是89



- 目前共有三个版本:
 - OSPFv1 测试版本, 仅在实验平台使用
 - OSPFv2 [RFC2328], 在使用的版本
 - OSPFv3 测试版本, 提供对IPv6的路由支持

3

OSPF协议的特点

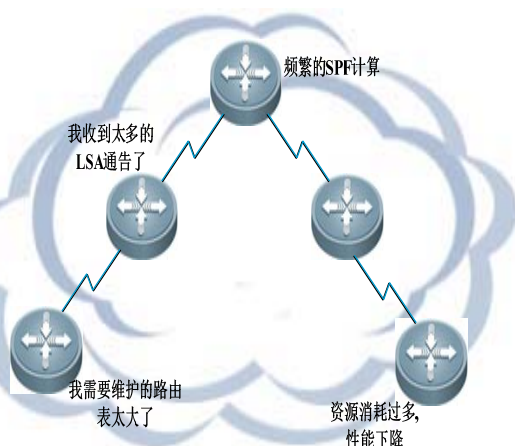
- 可适应大规模网络
- 路由变化收敛速度快
- 无路由自环
- 支持变长子网掩码VLSM
- 支持等值路由
- 支持在单个自治系统中的层次结构-区域划分
- 提供路由分级管理
- 支持验证
- 支持以组播地址发送协议报文

4

OSPF支持单个AS中的层次结构

● 单区域存在的问题

- 每台路由器都需要维护的路由表越来越大，单区域内路由无法汇总
- 收到的LSA通告太多了
- 内部动荡会引起全网路由器的完全SPF计算
- 资源消耗过多，性能下降，影响数据转发



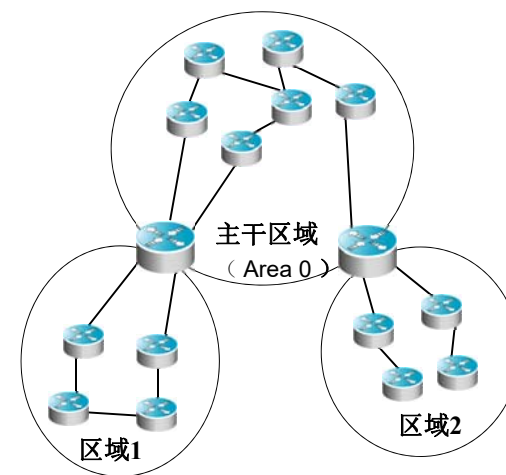
5

OSPF划分多区域后的好处

OSPF支持在一个AS内层次化地配置多个区域，将大型网络分隔为多个较小的、可管理的单元 - 区域 (area)

● 划分区域的好处

- 在区域边界可以做路由汇总，减小了路由表
- 减少了LSA洪泛的范围，有效地把拓扑变化控制在区域内，提高了网络的稳定性
- 拓扑的变化影响可以只限制涉及本区域
- 多区域提高了网络的扩展性，有利于组建大规模的网络



6

OSPF多区域设计规定

- 每个区域都有自己独立的链路状态数据库，且路由计算独立进行
- LSA洪泛和LSDB同步只在区域内进行
- OSPF主干区域Area0 (Backbone Area, 主干区域) 只有1个，总是包含本AS中的所有区域边界路由器，并且可能还包括一些非边界路由器
- 其它区域必须和主干区域直接连接；其它区域之间不能直接交换路由信息；区域间的路由交换必须通过Area 0
- 形成OSPF邻居关系的接口必须在同一区域，不同OSPF区域的接口不能形成邻居
- 区域边界路由器把区域内的路由转换成区域间路由，传播到其它区域

7

OSPF的基本概念

OSPF协议中的广播网络和非广播多路访问网络需要**选举DR和BDR**，以**减小多路访问网络中OSPF流量**

● DR (Designated Router): 指定路由器

邻居关系的协调者，它负责收集和分发来自其他路由器的LSA更新信息，然后将这些信息汇总并向其他路由器传递，以减少LSA更新的数量，提高网络的效率。

● BDR (Backup Designated Router): 备份指定路由器

BDR保持与其他路由器的邻居关系，但在正常情况下不传输LSA信息。当DR失效时，BDR会接替DR的角色，成为新的DR。

● DROther (DR Other): 非指定路由器

- 除DR和BDR之外的其他路由器，是普通路由器的角色。
- 与DR和BDR建立完全邻接关系 (full)，不参与LSA信息传输和维护。
- DROther之间的邻居关系是2-WAY状态 (双向邻居状态)，在2-WAY状态下不能同步数据库

8

OSPF的DR、BDR选举原则

- 先比较路由器接口优先级。优先级最高的为DR，次高的为BDR

接口优先级是一个介于0和255之间的整数，默认值为1。数值越高，优先级越高。接口优先级默认为1,可以通过设置命令来指定；端口优先级设为0时，OSPF路由器将不能再成为DR/BDR，只能是DROther。

- 如果接口优先级相同，则再比较RID，RID最高者为DR
RID即路由器ID，在OSPF域中唯一的标识符，通常是路由器的最高IP地址，最高者为DR,次高者为BDR

- DR和BDR一旦选举出来，为了OSPF的稳定性，新加入一台路由器就算优先级比当前DR和BDR都高也没有用，除非OSPF协议重收敛，即没有抢占性

9

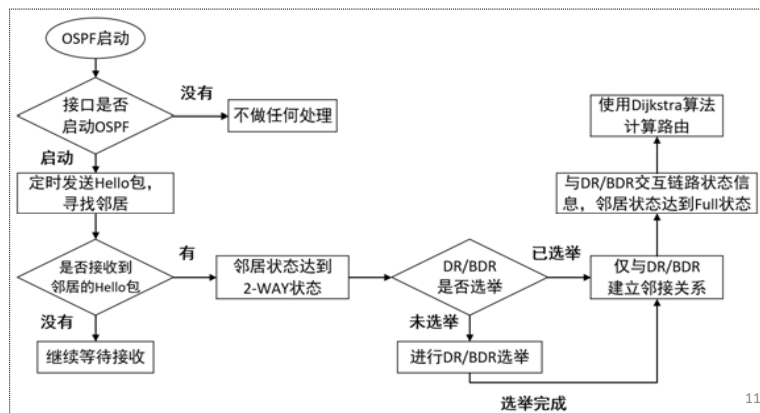
OSPF中的RID

- RID（Router ID）是一台路由器的唯一标识，在整个自治系统内唯一，是一个32比特的无符号整数
- RID可以手工指定或者自动选举
 - 若指定了RID则首先用该指定的
 - 若自动选举则优先使用回环接口的IP地址
 - 若有多个回环接口则选择数值最大的IP地址
 - 若没有回环接口则选择物理接口IP地址数值最大的那个作为自己的RID
 - 用作路由器ID的接口不一定非要运行OSPF协议

10

OSPF协议工作过程

主要包括：邻居发现、建立邻接关系、同步LSDB、优选路径计算、OSPF路由计算



11

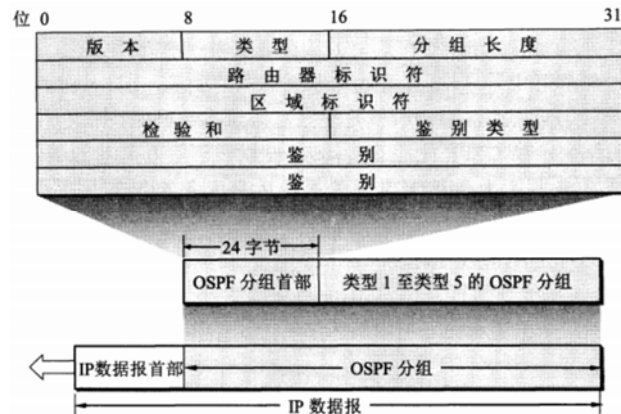
OSPF的基本概念

- OSPF协议定义了4种网络类型
 - Broadcast（MA）网络
以组播交换协议报文，组播地址（224.0.0.5），需要选举DR、BDR；所有的OSPF路由器都会侦听224.0.0.5这个组播地址；224.0.0.6。DR和BDR必须准备接收发送到该地址的包
优点：在MA网络中选举DR、BDR可以减少网络中邻接的数量，减少LSA的泛洪，并提高冗余
 - P2P网络
LSA通过组播地址224.0.0.5来发送的，无需选举DR、BDR。
优点：收敛快，不需要选举DR、BDR
 - P2MP网络
点到多点，不需要选举DR、BDR，以组播形式发送Hello报文，以单播形式发送DBD、LSR、LSU、LSAck
 - NBMA网络（非广播-多路访问网络）
需要手动指定邻居，选举DR、BDR，以单播形式发送协议报文（Hello、DBD、LSR、LSU、LSAck）

12

OSPF协议的报文格式

OSPF直接用IP数据报传送，其中IP数据报首部的协议字段值为89。OSPF 构成的数据报很短，这样做可减少路由信息通信量。



13

OSPF常见的五种LSA

- 路由器LSA (Router LSA)
 - 由OSPF路由器产生，列出一台路由器连接的网络或者接口信息、接口的状态、每一条链路出站的cost、自身是自治系统边界路由器还是区域边界路由器；只在本区域内洪泛
- 网络LSA (Network LSA)
 - 由DR产生，主要描述所有已经与DR建立邻接关系的路由器的状态信息，包括DR本身，及其接口的IP地址；只在本区域内洪泛
- 网络汇总LSA (Network Summary LSA)
 - 由ABR产生，用于描述到同一个AS中不同区域之间的链路状态；每一条该类型的LSA都对应一条路由；在整个OSPF自治系统中洪泛
- ASBR汇总LSA (ASBR Summary LSA)
 - 由ASBR产生，用于描述不同AS的链路状态信息。在整个OSPF自治系统中洪泛
- 自治系统外部LSA (AS External LSA)
 - 由ASBR产生，用于描述到AS外的目的地的路由信息，在整个OSPF AS中洪泛

14

OSPF的配置命令

- 创建loopback接口（即回环接口），定义RID

```
routerA(config)#interface loopback 0
routerA(config)#ip address 192.168.100.1 255.255.255.0
```
- 开启OSPF进程

```
routerA(config)#router ospf 10
```

 - 10代表进程编号，只具有本地意义
- 主干区域配置

```
routerA(config-router)#network 192.168.0.0 0.0.0.255 area 0
```

 - 配置了该路由器上参与到OSPF路由协议中的网络段
 - 192.168.0.0/24是运行在OSPF的主干区域内

注意反掩码和区域号

15

查看OSPF配置信息

- 验证 OSPF的配置

```
Router#show ip ospf
```
- 显示路由表的信息

```
Router#show ip route
```
- 清除 IP路由表的信息

```
Router#clear ip route
```
- 在控制台显示 OSPF的工作状态

```
Router#debug ip ospf
```

16

OSPF路由协议实验

- 实验目的
 - 掌握OSPF路由协议基本概念
 - 掌握OSPF数据包类型和工作过程
 - 了解OSPF基本配置命令
 - 通过在路由器上配置OSPF多区域，实现不同网络的互联

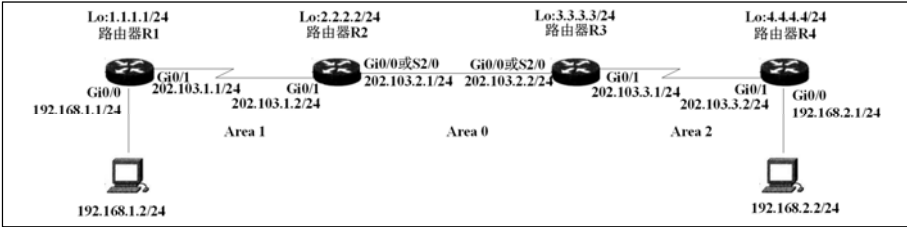
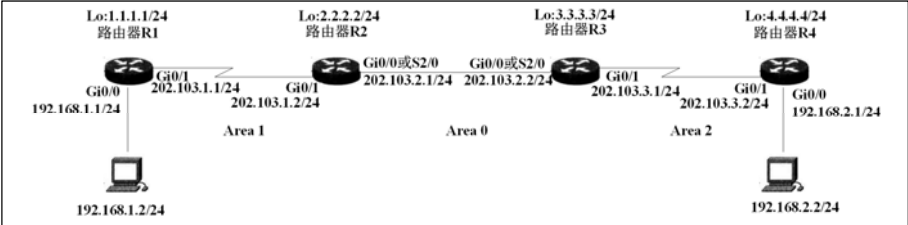


图1 实验拓扑图

OSPF路由协议实验



实验内容

1. 阅读实验教程P246-247,掌握OSPF路由协议基本概念。
2. 阅读实验教程P247-P250,掌握OSPF数据包类型和工作过程。
3. 阅读实验教程P251-P252,了解OSPF基本配置命令。
4. 按上图（两组组队）完成OSPF路由协议实验。具体实验步骤请参考(但不完全一致)教材P255的实验7-4。教材实验7-4步骤1、步骤7和步骤8的问题。

两组组队：每2组合并为1大组，使用4台路由器来完成实验

- 如第2&3为一组， 4&5， 6&7，, 16&17, ... , 26&27

单独组队：第1组、第14组和第15组，使用PacketTracer来完成实验