OSPF 支持 Hub-And-Spke 组网技术白皮书

Copyright © 2019 紫光恒越技术有限公司 版权所有，保留一切权利。
非经本公司书面许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本文档内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。
除紫光恒越技术有限公司的商标外，本手册中出现的其它公司的商标、产品标识及商品名称，由各自权利人拥有。本文中的内容为通用性技术信息，某些信息可能不适用于您所购买的产品。

目 录

1 概述 1
1.1 产生背景 1
1.1.1 Hub-And-Spoke 组网简介 1
1.1.2 OSPF 在 Hub-And-Spoke 组网中的问题和对策 1
1.2 技术优点 2
2 技术实现 2
2.1 概念介绍 2
2.2 技术细节 2
2.2.1 优先接收和处理 Hello 报文 2
2.2.2 限制并发建立邻居数目 2
2.2.3 保证报文平缓发送 3
2.2.4 控制 LSA 的生成 3
2.2.5 控制进行 SPF 计算的时间间隔 3
3 参考文献 3

1 概述

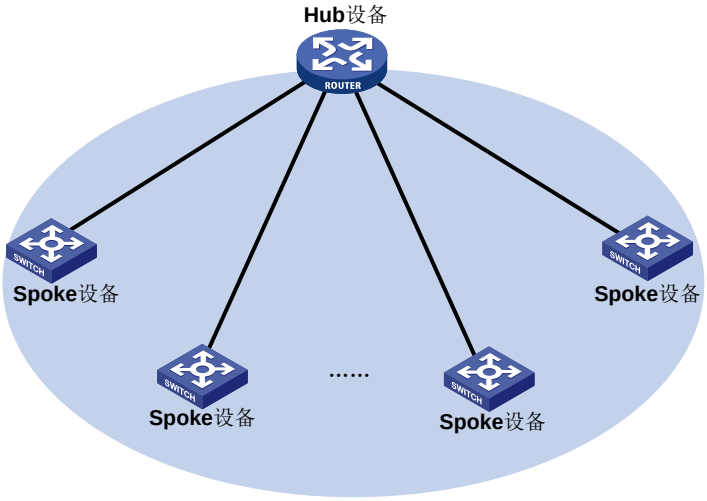
1.1 产生背景

1.1.1 Hub-And-Spoke 组网简介

目前部分行业的组网应用开始出现网络扁平化趋势，Hub-And-Spoke 组网就是一种典型的扁平化组网方式。和传统的“核心层+汇聚层+接入层”组网相比，Hub-And-Spoke 组网省略了汇聚层，核心层设备（Hub 设备）直接和多个接入层设备（Spoke 设备）相连，如图 1 所示。这样可以减少中间层网络设备数量，简化网络管理和方便网络维护。

另外，此组网还具有高扩展性的特点，在今后网络规模扩大时只需要把核心层下移作为汇聚层，同时增加新的核心层设备即可实现完整的三层体系结构，原有的网络配置可以最大限度得到保留，实现网络平滑扩容。

图1 Hub-And-Spoke 组网示意图



1.1.2 OSPF 在 Hub-And-Spoke 组网中的问题和对策

在 Hub-And-Spoke 这种组网中使用 OSPF 协议进行路由时，通常将 Hub 设备与所有 Spoke 设备规划在同一个 OSPF 区域内，让 Hub 设备与所有 Spoke 设备之间维持 OSPF 邻居关系。此时，Hub 设备邻居数量众多，需要解决下面的问题：

- 如何保证邻居关系能够稳定维持

  能够建立并维持稳定的 OSPF 邻居关系，这是协议工作的基础。如果 Hub 设备 Hello 报文接收和处理不及时，则在 Spoke 设备上会有邻居超时，需要重新建立邻居关系。

- 如何保证网络稳定所需时间尽量短

  Hub 设备邻居数量众多，网络收敛达到稳定需要时间比较长。这就要求 Hub 设备能够用尽量短的时间建立数量众多的邻居，并把变化的路由信息尽快通告给所有的邻居。

- 如何保证不影响其它业务的开展

Hub 设备在支持大量 OSPF 邻居的情况下，还需要运行一些其它业务，比如其它路由协议等，不能因为OSPF 消耗大量系统资源而影响其它业务的运行。

针对上面的问题，UNIS 对 OSPF 进行了优化，使之可以有效支持Hub-And-Spoke 组网：

- 优先接收和处理 Hello 报文
- 限制并发建立邻居数目
- 保证报文平缓发送
- 控制 LSA 的生成
- 控制进行 SPF 计算的时间间隔

1.2 技术优点

OSPF 支持 Hub-And-Spke 组网技术具有如下优势：

- 大幅度提高了 OSPF 支持的邻居数目，并提高了邻居建立以及 LSDB 同步的效率，合理使用系统资源。
- 只需要在 Hub 设备进行配置，实现简单、方便维护。

2 技术实现

2.1 概念介绍

Hub 设备：是 Hub-And-Spoke 组网中的中心设备，与数量众多的 Spoke 设备相连。除了支持 OSPF 基本功能保证网络层互通外，需要进行针对 Hub-And-Spoke 组网的处理。

Spoke 设备：是 Hub-And-Spoke 组网中的边缘设备，与用户网络相连。只需要支持 OSPF 基本功能保证网络层互通。

2.2 技术细节

2.2.1 优先接收和处理 Hello 报文

OSPF 创建独立线程优先接收 Hello 报文，这样就避免了同其它报文竞争系统资源，不受其它类型 OSPF 协议报文和其它协议（比如 BGP、IS-IS 等）报文的影响。OSPF 协议也会优先处理 Hello 报文，使得 Hello 报文能够得到最大限度的及时处理，优先维持邻居关系。

2.2.2 限制并发建立邻居数目

邻居建立过程中，处于 Exchange 或 Loading 状态的邻居需要交互 DD、LSR、LSU、LSAck 等大量报文，如果并发建立的邻居数很多，这时交互报文数量非常多，而系统资源是有限的，会导致大量报文被丢弃或不能及时处理。

UNIS 对OSPF 协议进行优化，对处于Exchange 和Loading 状态的邻居数目进行限制。如果总数超过限制值，则不再允许新邻居状态向上进入到这两个状态，暂时将这些邻居状态停留在Exstart。当总数恢复到限制值以下时，才继续允许邻居进入这两个状态。这样可以减少交互报文数量及减少报文数，使得邻居快速地分批达到 Full 状态，建立一批稳定一批。

2.2.3 保证报文平缓发送

在 Hub-And-Spoke 组网中，每个 Spoke 设备的链路状态信息都要借助 Hub 设备通告给其它 Spoke 设备。此外，Hub 设备的链路状态信息也要通告给所有 Spoke 设备。当 Spoke 设备很多时，邻居状态改变、定期刷新 LSA 或者路由震荡将引发 Hub 设备发送大量的报文。这些报文是并发发送的，远远超过系统的处理能力，从而影响邻居建立的数量和效率，并且还会影响到其他业务的运行。

为了解决上面的问题，UNIS 实现了报文平缓发送功能，通过配置来降低每个接口 LSU 报文的发送速率，从而减轻对系统资源的消耗，避免一些无谓的重传，提高邻居建立的数量和效率，并使得多业务可以顺利开展。

2.2.4 控制 LSA 的生成

OSPF 的 Router LSA 用来描述设备在区域内的接口、邻居等信息，每个区域只能有一个，它的长度与接口、邻居的个数成正比。当接口、邻居很多时生成的 Router LSA 长度很大。当每个邻居状态到 Full 时，都会引起 Router LSA 改变，就需要向每个邻居发送。而且这个 LSA 是随着邻居建立不断变化的，直到最终邻居状态全部达到 Full 才稳定下来。如果不加以限制，大量的处理时间被用来向邻居发送属于中间过程的 Router LSA，浪费了系统资源，影响邻居建立的数量和效率。

通过命令行配置，系统就可以根据网络拓扑变化的频繁程度自动调节 LSA 生成时间间隔。LSA 生成时间间隔在指定的最小时间间隔和最大时间间隔之间变化，变化的规律为“惩罚增量”按照二的幂次递增，即随着 LSA 反复生成的次数增多，其生成间隔就会越大，直到到达“最大间隔”为止。当时间间隔连续三次达到最大，则下一次的时间间隔又会被重置为最小时间间隔，开始新一轮的惩罚抑制功能。在 Hub-And-Spoke 组网中，当 Hub 设备和 Spoke 设备开始建立邻居时，LSA 生成的次数不断增多，这个时候 LSA 生成时间间隔会逐步变大，这样可以减少邻居建立过程中的报文数量；当邻居都已成功建立达到稳定后，LSA 生成的次数比较稳定，LSA 的生成时间间隔就会保持在最小时间间隔，使路由信息的交互更快捷。

2.2.5 控制进行 SPF 计算的时间间隔

当 LSDB 发生改变时，需要通过 SPF 算法重新计算最短路径。对于 Hub-And-Spoke 这种有大量邻居的组网情况，如果频繁进行 SPF 计算，将会占用大量系统资源，Hub 设备将不能及时处理 Spoke 设备发送的大量报文，从而使大量报文超时需要重传，而重传报文还是得不到及时处理会被丢弃，从而不得不依靠新一轮的重传。

通过命令行配置，系统就可以根据网络拓扑变化的频繁程度自动调节 SPF 计算的时间间隔。SPF 计算的时间间隔在指定的最小时间间隔和最大时间间隔之间变化，变化的规律为“惩罚增量”按照二的幂次递增，即随着 SPF 计算次数不断增多，其计算间隔就会越大，直到到达“最大间隔”为止。当时间间隔连续三次达到最大，则下一次的时间间隔又会被重置为最小时间间隔，开始新一轮的惩罚抑制功能。在 Hub-And-Spoke 组网中，当 SPF 计算的次数不断增多时（比如 Hub 设备和众多 Spoke 设备开始建立邻居关系），SPF 计算的时间间隔会逐步变大，这样可以使 Hub 设备能够及时处理 Spoke 设备发送的报文；当网络趋于稳定后，SPF 计算的时间间隔就会保持在最小时间间隔，一旦 LSDB 发生变化立刻进行 SPF 计算，更新路由信息。

3 参考文献

- RFC 2328：OSPF Version 2

- RFC 4222：Prioritized Treatment of Specific OSPF Version 2 Packets and Congestion Avoidance