IS-IS GR 技术白皮书

Copyright © 2021 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
1.2 技术优点 ····· 1
2 IS-IS GR 技术详细介绍 ····· 1
2.1 相关术语 ····· 1
2.2 Restart TLV ····· 2
2.3 定时器 ····· 3
2.4 IS-IS GR 运行过程 ····· 3
3 典型组网应用 ····· 5
4 参考文献 ····· 5

1 概述

GR（Graceful Restart，平滑重启）是一种在主备切换或协议重启时保证转发业务不中断的机制。其核心在于：设备进行协议重启时，能够通知其周边设备，使到该设备的邻居关系和路由在一定时间内保持稳定。在协议重启完毕后，周边设备协助其进行信息（包括支持 GR 的相关协议所维护的各种拓扑、路由和会话信息）同步，在尽量短的时间内恢复到重启前的状态。在协议重启过程中不会产生路由震荡，报文转发路径也没有任何改变，整个系统可以实现不间断运行。

IS-IS GR 可以保证运行 IS-IS 协议的路由器在进行主备切换或 IS-IS 协议重启时，转发业务正常进行。

1.1 产生背景

一台路由器的 IS-IS 协议重启之后，会发送 Hello 报文以发现邻居，而邻居路由器因为之前已经和该路由器建立了邻居关系，因此收到该 Hello 报文之后就会把该路由器从邻居列表中删除，断开与该路由器的邻居关系，并通知其他路由器。当该路由器与邻居路由器重新建立 IS-IS 邻居关系后，会重新同步所有的路由信息数据，而周边路由器也需要重新进行路由计算，这样就会引起网络的路由震荡以及转发中断，这对于一个可靠性要求较高的网络来说是不可接受的。

如何能使协议重启而不引起网络震荡和转发中断呢？由于分布式设备的控制与转发是分开的，主控板负责整个设备的控制与管理，包括协议运行和路由计算，而接口板则负责数据转发。这样当发生主备倒换或协议重启时，数据转发仍然可以不中断进行。

同时，如果在重启期间周边设备能维持邻居关系不变并保持路由稳定，并且在设备重启后能协助设备进行路由信息同步，在尽量短的时间内使得本设备的路由信息恢复到重启前的状态，那么就可以保持网络拓扑稳定，不引起网络路由震荡。

为了实现这个目的，IETF 针对 IS-IS 路由协议提出了增强协议，即 IS-IS GR。通过此协议，可以避免网络的路由震荡及转发中断。

1.2 技术优点

- 保证协议重启或主备切换过程中转发业务不中断
- 减少协议重启或主备切换时路由震荡对全网的影响
- 减少单点故障，提高整个网络的可靠性

2 IS-IS GR 技术详细介绍

2.1 相关术语

IS-IS GR 的基本术语：

- GR Restarter：发生协议重启事件且具有 GR 能力的设备。
- GR Helper：和 GR Restarter 具有邻居关系，协助完成 GR 流程的设备。

- GR Session：IS-IS 邻居建立时进行关于 GR 能力的协商，一般把 GR 能力协商过程称为 GR Session。协商的内容包括双方是否都具备 GR 能力等。一旦 GR 能力协商通过，当协议重启时就可以进入 GR 流程。

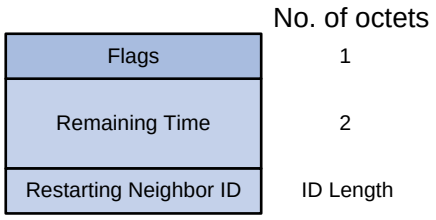
说明

分布式设备可以充当 GR Restarter 和 GR Helper；而集中式设备只能充当 GR Helper，协助 GR Restarter 完成 GR 流程。

2.2 Restart TLV

为了能够在 GR Restarter 重启时顺利通知 GR Helper，IS-IS GR 增加了一个 Type 为 211 的 Restart TLV。Length 根据 TLV 填写的具体情况而定，但必须在 1 到 3＋ID Length 的范围内，Value 的具体内容如图 1 所示。

图1 Restart TLV 结构图



1. Flags

Flags 记录了一些必要的状态标志位，长度为 1 字节，具体格式如图 2 所示。

图2 Restart TLV 中 Flags 字段结构图

目前只使用了最后三位作为相应标志位，具体含义如下：

- RR/RA
  - RR：Restart 请求标志位，当 RR 位为 1 时表示该路由器刚刚发生了重启。
  - RA：Restart 确认标志位，当 RA 位为 1 时表示是对重启路由器的应答。

  当 GR Restarter 重启后，在每个接口上发的第一个 Hello 报文中将 RR 标志位置 1，通知 GR Helper 本设备正在重启；当 GR Helper 收到 GR Restarter 发来带有 RR 标志位的 Hello 报文时，立即回复一个将 RA 标志位置 1 的 Hello 报文作为对对方请求的确认。
- SA

  SA 表示抑制邻接标志位，是一个可选项，其主要目的是为了避免出现路由黑洞。例如，在 GR Restarter 重启时，如果 GR Helper 将报文发送到 GR Restarter 来进行转发，将产生黑洞，造成严重的丢包现象。在这种情况下，GR Restarter 发送的 Hello 报文中必须将 SA 位置 1，而 GR Helper 接收到这种 SA 位被置 1 的 Hello 报文后就不会将发送该 Hello 报文的 GR

Restarter 放入 LSP 扩散出去，即 GR Restarter 将在网络上被屏蔽一段时间，所有设备都不会将报文送到 GR Restarter 上来进行转发，这样就可以有效地避免路由黑洞问题。

2. Remaining Time

Remaining Time 表示邻居老化的剩余时间，即邻居设备进入 GR Helper 处理流程的最长保持时间。如果超出这个时间，则 GR Restarter 和 GR Helper 的邻居关系结束。当 GR Helper 收到 GR Restarter 发送的带有 RR 标志位的 Hello 报文后，会立即回复一个将 RA 标志位置 1 的 Hello 报文作为确认，在这个确认报文中，需要将对应邻居（GR Restarter）距离老化时间的剩余秒数填入 Remaining Time 字段。

3. Restarting Neighbor ID

Restarting Neighbor ID 的内容是 GR Restarter 的 System ID。当 GR Helper 收到带有 RR 标志位的 Hello 报文时，将报文中的 System ID 字段值填入 Hello 确认报文的 Restarting Neighbor ID 字段中，并发送此确认报文。这样就严格指定了该 Hello 确认报文的目的设备。当多个 GR Restarter 同时收到该 Hello 确认报文时，比较该报文中的 Restarting Neighbor ID 与本设备的 System ID，只有 Restarting Neighbor ID 与本设备的 System ID 相同时，GR Restarter 才会处理收到的 Hello 确认报文。

2.3 定时器

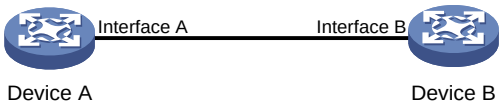
IS-IS GR 定义了 T1、T2 和 T3 三种定时器：

- T1 定时器类似于 IS-IS 协议中的 IIH 定时器，每个接口都有一个，它定义了发送带 RR 标志位的 Hello 报文的重传时间。当设备重启时在每一个接口上都会创建 T1 定时器，并周期性地发送带 RR 标志位的 Hello 报文，直到在对应接口上收到带 RA 标志位的 Hello 确认报文以及全部 CSNP 报文后，该接口上的 T1 定时器才会被取消。当接口上没有邻居或者没有支持 GR 特性的邻居时，该接口就一直无法收到带 RA 标志位的 Hello 确认报文，因此 T1 定时器就会永远得不到撤销。为了避免这种情况发生，IS-IS GR 限制了 T1 定时器的最大超时次数，当 T1 定时器超时次数超过这个最大值时就自动撤销该 T1 定时器。
- T2 定时器定义了设备重启后 LSDB 同步的最大等待时间。每个 LSDB 数据库都有一个定时器，例如对于 Level-1-2 路由器来说，就需要有两个 T2 定时器，一个为 Level-1 LSDB 同步的最大等待时间，另外一个为 Level-2 LSDB 同步的最大等待时间。当某个 Level 的 LSDB 同步完成之后，相应 Level 的 T2 定时器就会被取消。如果 T2 定时器超时后 LSDB 还没有同步完成，则撤销 T2 定时器，GR 失败。
- T3 定时器定义了设备重启过程的最大持续时间。整个 IS-IS 路由器只有一个 T3 定时器。T3 定时器初始化为 65535 秒，但是在各个接口上收到带 RA 标志位的 Hello 确认报文后会根据这些报文中的 Remaining Time 的最小值来重新设定 T3 定时器的超时时间。如果 T3 定时器超时后 LSDB 同步还没有结束，T3 定时器被撤销，GR 失败。

2.4 IS-IS GR运行过程

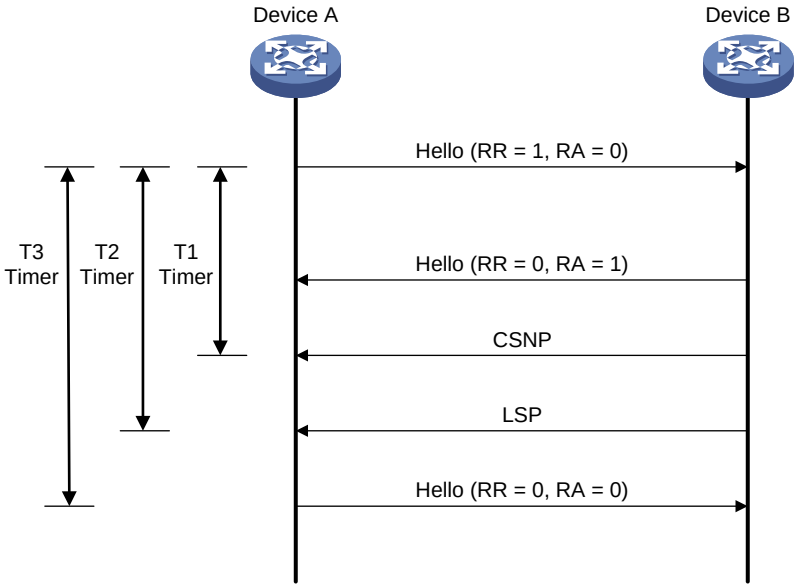
下面以一个简单的组网模型来介绍 IS-IS GR 的运行过程。如图 3 所示，Device A 和 Device B 通过接口 Interface A 和 Interface B 相连，两台路由器在接口 Interface A 和 Interface B 都使能了 IS-IS 并正常运行。

图3 IS-IS 组网图



假设 Device A 和 Device B 原来有稳定的 IS-IS 邻居关系，并且 Device A 使能了 GR 能力。Device A 重启后，Device A 和 Device B 将按照如图 4 所示的流程进行路由信息交互。

图4 IS-IS GR 协议流程图



具体工作流程如下：

(1) 当 Device A 的 IS-IS 协议被重新全局使能时，启动 T2 和 T3 定时器。当 Device A 的接口 Interface A 重新使能协议时，在接口 Interface A 上启动 T1 定时器，并且将接口 Interface A 上发出的 Hello 报文 Restart TLV 中 Flags 字段的 RR 标志位置为 1。

(2) 当 Device B 收到 Device A 发出的带有 RR 标志位的 Hello 报文后，保持与 Device A 的邻居状态不变，并立即回复一个带有 RA 标志位的 Hello 报文。之后，Device B 发送 CSNP 报文和 LSP 报文给 Device A 以协助其进行 LSDB 同步。

(3) 当 Device A 在接口 Interface A 上收到了带有 RA 标志位的 Hello 报文并接收到全部 CSNP 报文后就可以取消 T1 定时器。否则，Device A 周期性发送带有 RR 标志位的 Hello 报文，直到收到带有 RA 标志位的 Hello 报文和全部 CSNP 报文或者 T1 定时器达到最大超时次数才取消该接口的 T1 定时器。

(4) 当 LSDB 同步完成之后，Device A 取消 T2 定时器。

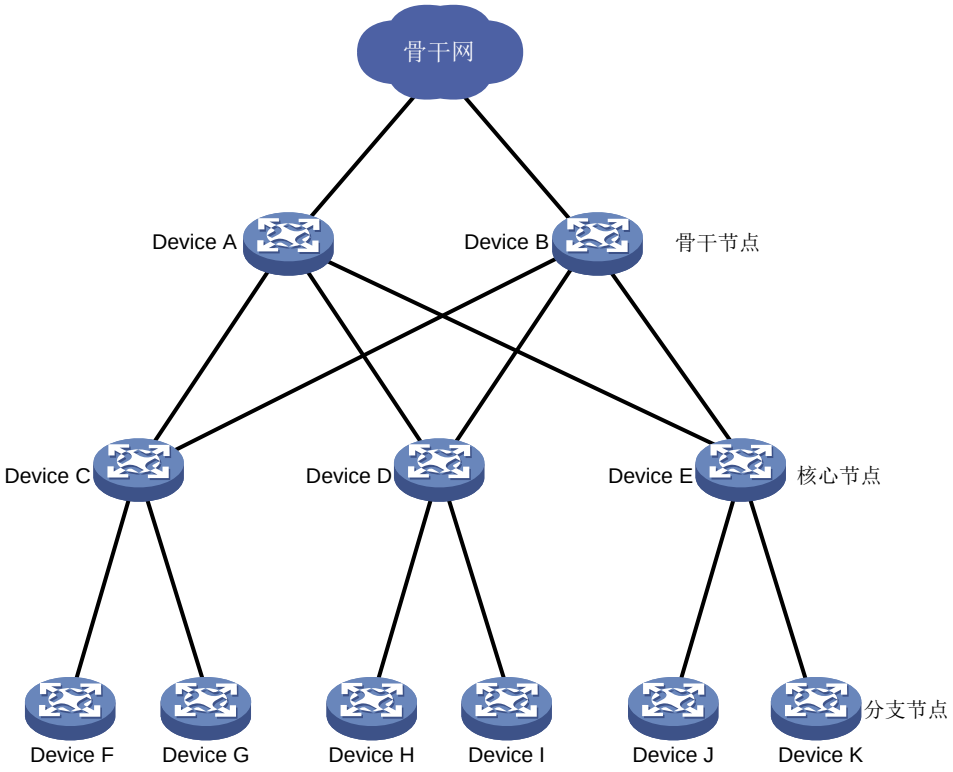
(5) 当所有 T2 定时器都取消之后就可以取消 T3 定时器，GR 流程结束，进入 IS-IS 的正常流程。此时需要在所有接口上启动 IIH 定时器，以后就周期性地发送正常的 Hello 报文（Restart TLV 中所有字段为 0 的 Hello 报文）。

(6) Device A 在恢复所有路由信息后重新进行路由计算，重新刷新 FIB 表。

3 典型组网应用

如图 5 所示，Device A～Device K 均运行 IS-IS 协议，分支节点 Device F～Device K 通过核心节点 Device C、Device D、Device E 与骨干节点 Device A、Device B 相连，通过骨干节点连接到骨干网上。骨干节点和核心节点作为 GR Restarter（同时缺省也作为 GR Helper），分支节点作为 GR Helper。当骨干节点发生主备切换或重启 IS-IS 进程时，核心节点可以作为 GR Helper 协助其进行 LSDB 重同步，并且保持转发不中断；当核心节点发生主备切换或重启 IS-IS 进程时，骨干节点和分支节点都可以作为 GR Helper 协助其进行 LSDB 重同步，并且保持转发不中断。

图5 IS-IS GR 典型应用组网图



4 参考文献

- ISO 10589：ISO IS-IS Routing Protocol
- RFC 1195：Use of OSI IS-IS for Routing in TCP/IP and Dual Environments
- RFC 3847：Restart Signaling for Intermediate System to Intermediate System (IS-IS)