

GMPLS RSVP-TE 中的连接处理过程分析

王志松

(华中科技大学,湖北 武汉 430074)

摘要:文章介绍了通用多协议标签交换(GMPLS)资源预留—流量工程(RSVP-TE)协议,它主要用于非 IP 网络,尤其是在光网络中动态地完成连接的建立、保持和删除。文中介绍了除 RSVP-TE 协议中的对象以外新引入的一些对象和消息,并通过实例阐述了在光网络中利用 GMPLS RSVP-TE 进行连接建立、删除以及控制平面重启的过程。最后对 GMPLS RSVP-TE 中的连接建立过程和 RSVP-TE 中的连接建立过程进行了比较总结。

关键词:通用多协议标签交换;资源预留协议;信令

中图分类号:TN915

文献标识码:A

文章编号:1005—8788(2006)01—0038—04

Analysis of connection process in GMPLS RSVP-TE

WANG Zhi-song

(Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: This paper goes through the basic details of GMPLS extensions to RSVP-TE, which is mainly used to dynamically establish/maintain/delete connection in non-IP network, especially in optical network. The new objects and message not covered by RSVP-TE are introduced in this paper. The connection establishment/deletion and the restart of controlling plan procedure in optical network are also described with the aid of some examples. It also compares and summarizes the difference of connection establishment procedure between RSVP-TE and GMPLS RSVP-TE.

Key words: GMPLS; RSVP; signaling

通用多协议标签交换(GMPLS)信令协议主要用于非 IP 网络,尤其是在光网络中动态地完成连接的建立、保持和删除。协议中采用的消息,如标签请求、响应等,已经在多协议标签交换—流量工程(MPLS-TE)协议(资源预留—流量工程(RSVP-TE)、基于约束路由的标签分发(CR-LDP))中定义,但 GMPLS 增加了新的信息单元(对象)和相应的处理规则。尽管这里提到了两个协议,但我们更关注 RSVP-TE 协议,因为它基于软控制状态,容错性强,支持厂家多,应用更广泛;而 CR-LDP 基于硬控制状态,容错性差。目前 IETF 已停止了对 CR-LDP 的继续开发。本文将在介绍 GMPLS RSVP-TE 协议中新增对象的基础上,详细分析 GMPLS RSVP-TE 协议的连接处理过程。

1 GMPLS RSVP-TE 中的新对象

(1) 通用标签请求:这个对象承载于 Path 消息中,用于代替 RSVP-TE 中的标签请求对象。它包括 3 个连接参数,即标签交换路径(LSP)编码类型:指示连接类型,如 SONET/SDH、PDH 等;交叉类型:指示每个接口中连接的交叉类型,如分组、TDM 和光纤等;通用协议 ID(G-PID):指示连接携带的净荷类型,如 Packet over SDH 等。

(2) 通用标签:在 GMPLS RSVP-TE 中,通用

标签对象在预留(Resv)消息中代替标签对象。在标签域中包含不同标签类型,包括 MPLS 标签和 SONET/SDH 标签。

(3) 建议标签:它承载于 Path 消息中。通常在响应阶段,网元(NE)从它的下游邻居接收标签,据此设置交叉连接,并为上游邻居分配标签。在全光系统中,建立一个交叉连接有几十 ms 的延迟。建议标签允许 NE 向下游邻居建议响应阶段所采用的通用标签,如果一个 NE 可以在请求阶段选择标签并完成交叉连接,就消除了响应阶段的延迟。

(4) 上游标签:上游标签在 Path 消息中携带,建立双向连接时使用此对象。如前所述,下游 NE 在建立连接的响应阶段为前向连接(从源到宿)分配标签,这是 Resv 消息中的通用标签。而上游标签则是由上游选择的为反向连接(从宿到源)分配的标签,它和通用标签的格式一致。

(5) 标签集:标签集携带在 Path 消息中,它被上游 NE 用来控制下游 NE 选择标签。也就是说,NE 在请求消息中指定可接受的标签集,下游 NE 必须从中选择标签。

(6) 可接受标签集:该标签集携带在一些路径错误(PathErr)(如预留错误(ResvErr)和通知(Notification))消息中,当一个 NE 不能接受指定的标签时,它会产生一个带有可接受标签集的错误消息。

(7) 保护信息:保护信息携带在 Path 消息中,这一对象指定了连接路径中每一个链路的保护期望。当为端到端保护连接建立工作和保护路径时,使用此对象。

(8) 管理状态:管理状态对象在信令消息中被管理系统用于对连接进行关闭、删除或测试。GMPLS 信令提供了一种方法去表示这些管理行为,这样使得连接路径中的 NE 不会将管理行为误认为是失效事件并触发保护。

(9) 接口标识:在 MPLS-TE 中,信令消息和数据流在同一链路中发送,因此分配的标签与收到信令消息的接口一一对应。而在 GMPLS 中,传送信令消息的控制信道可能和数据信道不同,因此,信令消息必须清楚地标识将要分配标签的数据链路,这由接口标识对象来实现。

(10) 通知请求:通知请求对象可以在 Path 消息中出现,这个对象指示了失效相关通知发往的 IP 地址。每个处理 Path 消息的 NE 都会了解这个通知发放的相关信息。

2 通知消息

通知消息是 GMPLS RSVP-TE 中引入的新消息。它被一个 NE 用来通知远端 NE(通常是入口或出口 NE)与连接相关的事件。如果一个 NE 在 Path 消息中收到了通知请求对象,它将会产生通知

消息。通知消息和 PathErr 以及 ResvErr 不同,它可以被定位到一个并非相邻上游或下游节点的节点,并在选路时独立于连接路径。通知消息并不取代错误消息,它包含了一个错误代码和消息标识对象。对通知消息的接收由接收者送回 Ack 消息确认,它是一个带有消息标识 Ack 对象的通知消息。

3 GMPLS RSVP-TE 中的连接建立

GMPLS RSVP-TE 中连接的建立与 RSVP-TE 中 LSP 隧道的建立过程基本相同,但是仍有一些差别,表现为在 MPLS 网络中采用 RSVP-TE 建立 LSP,而在光网络中采用 GMPLS RSVP-TE 建立连接。

RSVP-TE 信令与相应的 LSP 采用的是同一链路,而在 GMPLS RSVP-TE 对等实体中采用的是单独的信令控制链路。控制链路通过数据通信网(DCN)实现,可以是带内(SONET/SDH 开销),也可以是带外(Ethernet)。在 GMPLS RSVP-TE 中,通常采用的是可靠消息传送机制。在 GMPLS RSVP-TE 中采用控制平面重启动过程。

GMPLS RSVP-TE 中连接建立的过程如图 1 和 2 所示。图 1 和图 2 表示了由 4 个 NE 构成的一个网络,每个 NE 都有一个 IP 地址,假设所有的链路都是 OC-48 链路。除数据链路外,NE 间的控制链路以虚线表示,每个控制链路接口通过相应 NE 的 IP 地址和接口 ID(LIH)标识。

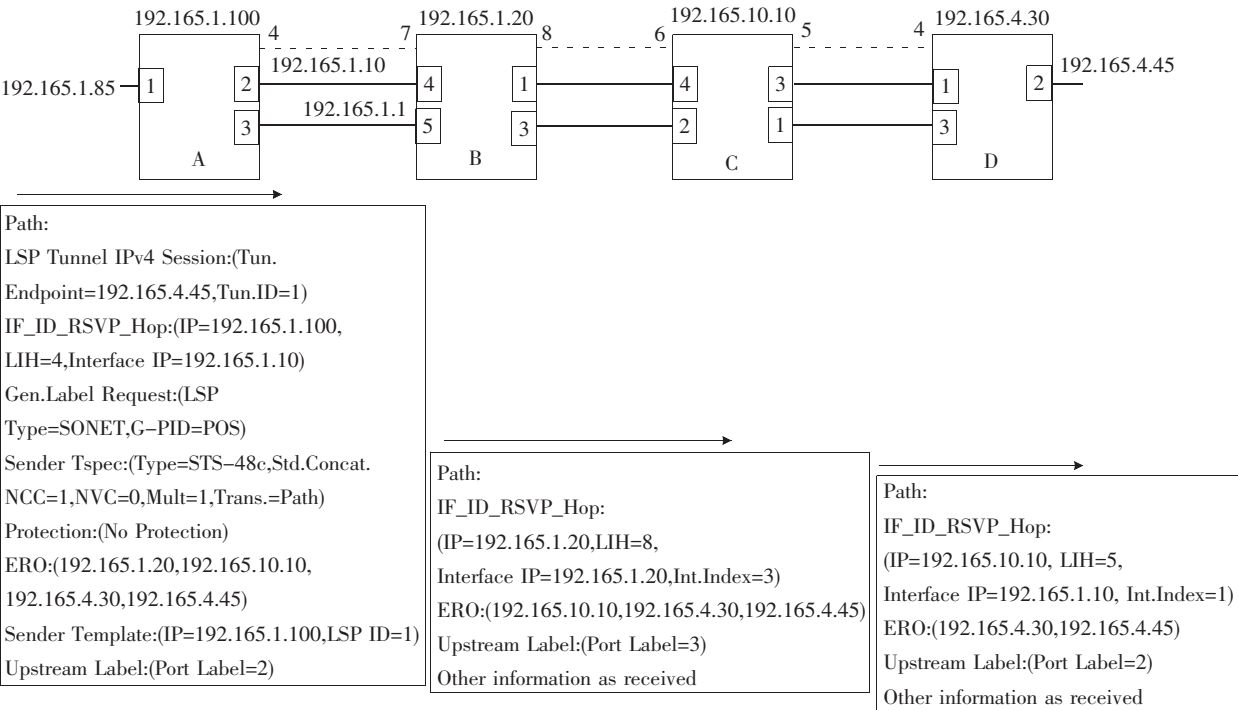


图 1 GMPLS RSVP-TE 中的 Path 消息

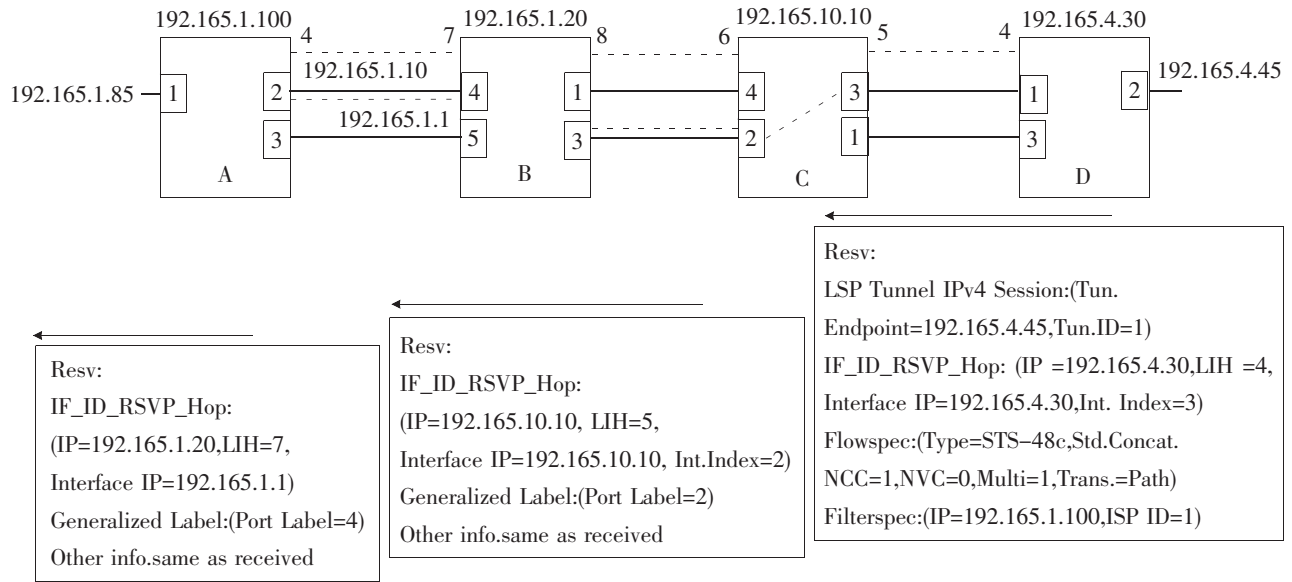


图 2 GMPLS RSVP-TE 中的 Resv 消息

在图 1 中,网元 A 收到了一个触发请求,建立一条从它的接口 1(IP 地址:192. 165. 1. 85)到网元 D 接口 2(IP 地址:192. 165. 4. 45)的 STS- 48c 的双向连接。根据已有的路由信息,网元 A 计算出一条经由网元 B、C、D 的显式路由,在本例中,建立连接时每个 NE 将负责选择到下一个 NE 的实际链路。

图 1 中给出了由网元 A 生成的 Path 消息,在这条消息中,LSP 隧道 IPv4 会话对象用于指示远端目的地和本地分配的隧道 ID,ERO 列出了路径中的网元 IP 地址,接口标签对象(IF_ID_RSVP_HOP)指示了控制信道 ID 和数据链路 ID,通用标签对象指示 LSP 类型为 SONET 以及通用协议 ID 为 Packet over SONET,SONET 业务参数在发送者业务属性(Sender Tspec)中给出,发送者模板对象给出了 NE A 的 IP 地址和本地分配的 LSP ID。最后上游标签对象指示了从 D 到 A 方向连接分配的标签,由于链路为 OC- 48,仅能提供一个 STS- 48c 的连接,所以标签类型在这里是端口标签而不是 SONET 标签。

在处理 Path 消息的过程中,每个中间网元产生自己的本地状态,并且在更新 ERO、上游标签信息和接口标签信息后,将 Path 消息发往下一个网元,消息最终到达网元 D,网元 D 发现它就是目的地因而终结这一消息。

相对应的 Resv 消息在图 2 中给出。由网元 D 产生的 Resv 消息包括从 C 到 D 连接段的(端口)标签,流属性信息反应了在业务属性中收到的业务参数。图 2 中给出了对 Resv 消息的处理过程。每个

网元设置相应的交叉连接以建立双向的连接,当网元 A 收到了 Resv 消息并设置交叉连接后,连接建立完成。在图 2 中端到端的连接如虚线部分所示。

4 GMPLS RSVP-TE 中的连接删除

在 RSVP-TE 中,源通过发出路径拆除(Path-Tear)来删除 LSP 隧道,中间的标签交换路由器(LSR)仅简单移去本地 Path/Resv 状态。而在光网络中并不是这样,一旦上游网元删除它的本地状态(包括交叉连接),下游网元可能会检测到连接失效而采取保护倒换并发送不必要的告警,因此,在 GMPLS RSVP-TE 中,连接删除采用了额外的过程使得路径中的网元在真正的删除开始前知道将要开始进行删除,并在这一过程中使用了管理状态对象。

由网元 A 发起的连接删除消息序列如图 3 所示。网元 A 首先发起一个 Path 消息请求删除连接,除了包含一个 R 和 D 比特设为 1 的管理状态对象之外,它和通常的 Path 消息类似。每个中间网元收到此消息后知道这条连接将要被删除(因此当出现连接失效后不会采取保护倒换)。当目的网元 D 收到这个消息时,它会发一个 Resv 响应,由于收到的管理状态对象中 R 为 1,在 Resv 消息中,网元 D 将此对象中的 R 设为 0,D 设为 1 并反射回去。当网元 A 收到带有管理状态对象的 Resv 消息后,它发出常规的 Path Tear 消息,然后每个连接路径中的网元分别删除本地 Path/Resv 状态。

由目的网元发起的连接删除过程是:由网元 D 首先发送带有管理状态对象的 Resv 消息,对象中

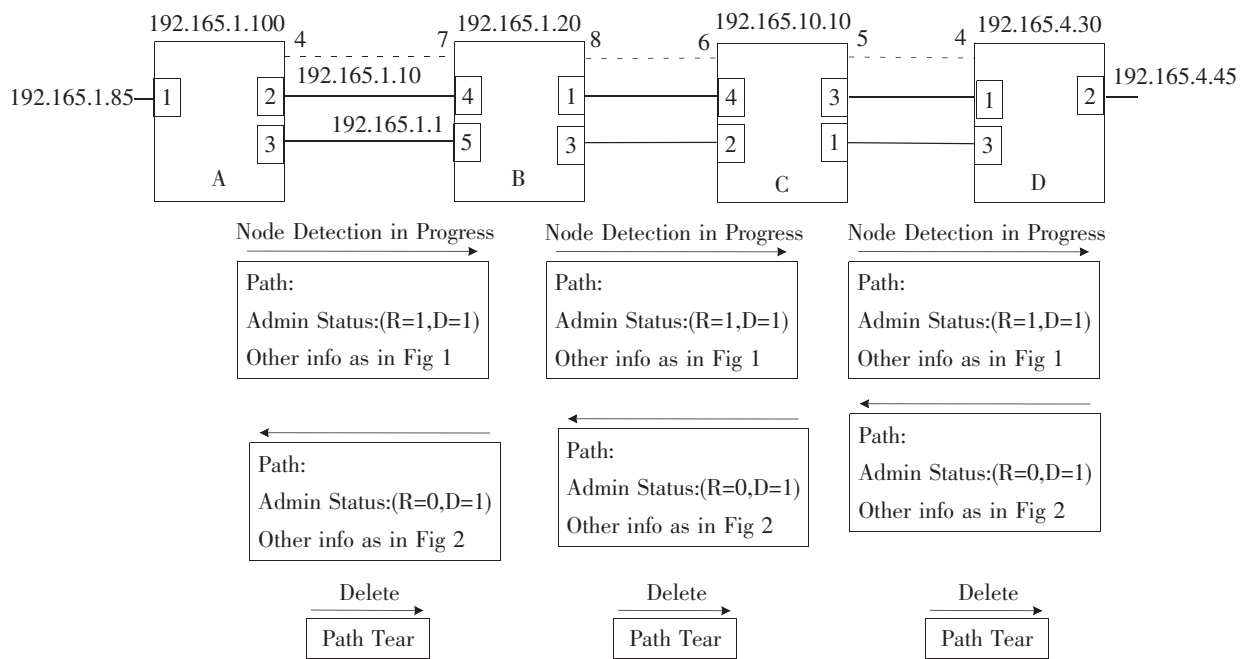


图 3 源发起的连接删除

的 R 和 D 比特设为 1。这条消息发往源 A,每个中间网元知道连接将要被删除。当 A 收到消息时,它和通常一样产生 Path Tear 消息。

5 GMPLS RSVP-TE 重新启动过程

控制平面和数据平面的分离使得控制平面的失效不会引起数据平面的失效。图 1 中网元之间的控制链路以虚线显示,这个链路可能是带外或带内控制信道,不管是哪一种,控制链路或信令过程的失效都不会影响已建立的数据平面连接。因此,在 GMPLS RSVP-TE 中,控制信道通信中断并不会使得数据平面的连接被移除(而在 RSVP-TE 中,没有收到 Path 刷新消息会导致 LSR 中本地 Path/Resv 状态的移除)。相反,GMPLS RSVP-TE 引入了控制平面重新启动过程,也就是说,控制链路中断的节点在控制链路重建时会试图重新同步它的 Path 和 Resv 状态。同时,连接本身可能也会被人工作删除或失效,同步过程就是为了保证 RSVP-TE 对等实体之间在控制平面失效及恢复前后对连接通道的状态认识一致。因此,在使用 GMPLS RSVP-TE 的光网络中,连接的删除通常是由管理行为或数据平面失效导致的。控制平面通信的暂时失效并不会导致连接删除。

6 结 论

综上所述, GMPLS RSVP-TE 中的连接处理

过程具有如下特征:(1) 数据平面和控制平面的分离消除了 RSVP 模型中控制消息通过某些专门的数据平面接口传送的情况。(2) 弱化软状态模型,在 RSVP 或 RSVP-TE 中,控制平面的失效或错误会导致相应的数据平面动作。GMPLS 尽力保证控制平面的失效不会影响数据平面仍然正常工作的连接。这是由软状态模型思想发展到建立控制平面恢复过程。(3) 加强控制平面恢复过程,GMPLS 允许两个 RSVP-TE 对等实体在控制平面失效产生时,协调状态信息的恢复。在恢复过程中,已建立的数据平面连接不受影响。(4) 支持双向连接,RSVP-TE 仅支持单向 LSP,GMPLS 扩展中允许双向连接。(5) 引入远端通知机制,RSVP-TE 的消息沿连接路径传送,GMPLS 引入了一种扩展的通知机制,允许远端节点之间的消息传递与连接路径无关。

GMPLS RSVP-TE 被设备制造商在他们自有设备构成的网络中广泛使用,也被用于示范用户网络接口(UNI)和网络间接口(NNI)之间的互通。进一步的可用性和互通性还有待于在商用网络的广泛应用中来验证。

参考文献:

[1] IETF RFC3473 -2003, Generalized MPLS signaling- RSVP-TE extensions [S].