

BFD 技术实现 Martini L2VPN 主备链路倒换

章芳芳¹, 昂志敏¹, 付志华²

(1.合肥工业大学 计算机与信息学院, 安徽 合肥 230009;
2.杭州华三通信技术有限公司, 浙江 杭州 310053)

摘要: 目前网络中慢 Hello 检测机制检测时间长, 当传输数据的速率比较快时会造成大量数据的丢失。BFD 技术可以提供一种快速检测机制, 保证了流量的最小流失。为了方便通信, 提出了 VLL 的主备链路方式, 利用 BFD 对 VLL 的主备链路进行故障检测, 大大减少了链路检测时间和报文的丢失。

关键词: 双向转发检测; 二层虚拟专用网; 虚拟专用线

中图分类号: TN919.3

文献标识码: B

文章编号: 1674-7720(2011)12-0061-03

The realization of backup link switch for Martini L2VPN using BFD

Zhang Fangfang¹, Ang Zhimin¹, Fu Zhihua²

(1.School of Computer & Information, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China;
2.H3C, Hangzhou 310053, China)

Abstract: For the slow detection mechanism of Hello which spends a long time in detecting and causes the loss of large amounts of data when the transmission rate is faster, BFD provides a rapid detection mechanism in order to minimize the loss of flow. BFD can provide detection in many types of paths and mediums. To convenient communication, this paper proposes backup link of VLL which is taken fault detection by BFD. It greatly reduces the detection time and message loss.

Key words: bidirectional forwarding detection; layer 2 virtual private networks; virtual leased line

传统的基于 ATM 或帧中继 FR(Frame Relay)的虚拟专用网 VPN(Virtual Private Network)应用非常广泛, 能在不同 VPN 间共享运营商的网络结构^[1]。这种 VPN 的不足之处在于:

(1)依赖于专用的介质(如 ATM 或 FR)。为提供基于 ATM 的 VPN 服务, 运营商必须建立覆盖全部服务范围的 ATM 网络; 为提供基于 FR 的 VPN 服务, 又需要建立覆盖全部服务范围的 FR 网络, 致使在网络建设上造成浪费;

(2)部署复杂。尤其是向已有的 VPN 加入新的 Site(站点)时, 需要同时修改所有接入此 VPN 站点的边缘节点的配置。

鉴于以上缺点, 新的 VPN 替代方案应运而生, MPLS L2VPN 就是其中的一种。MPLS L2VPN 提供基于多协议标签交换 MPLS(Multiprotocol Label Switching)网络的二层 VPN 服务, 使运营商可以在统一的 MPLS 网络上提供基于不同数据链路层的二层 VPN, 包括 ATM、FR、VLAN、Ethernet、PPP 等^[2]。简单来说, MPLS L2VPN 是在

MPLS 网络上透明传输用户二层数据^[3]。从用户的角度来看, MPLS 网络是一个二层交换网络, 可以在不同节点间建立二层连接。以 ATM 为例, 每个用户边缘设备 CE(Customer Edge)配置一条 ATM 虚电路 VC(Virtual Circuit), 通过 MPLS 网络与远端 CE 相连, 这与通过 ATM 网络实现互联类似。

1 Martini 方式 MPLS L2VPN

MPLS L2VPN 主要有以下几种实现方式^[4]:

(1)电路交叉连接 CCC(Circuit Cross Connect)和静态虚拟电路 SVC(Static Virtual Circuit): 两种采用静态配置 VC 标签的方式来实现 MPLS L2VPN。

(2)Martini 方式: 通过建立点到点链路来实现 MPLS L2VPN, 它以标记分发协议 LDP(Label Distribution Protocol)为信令协议来传递双方的 VC 标签。

(3)Kompella 方式: 在 MPLS 网络上以端到端(CE 到 CE)方式建立 MPLS L2VPN。目前, 它采用扩展了的边界网关协议 BGP(Border Gateway Protocol)为信令协议来发布二层可达信息和 VC 标签^[5]。

网络与通信 Network and Communication

其中, Martini 方式 MPLS L2VPN 着重于在两个 CE 之间建立虚电路 VC (Virtual Circuit), 该方式用 VC-TYPE 结合 VC ID 来标识一个 VC。VC-TYPE 表明 VC 的封装类型(ATM、VLAN 或 PPP); VC ID 则用于唯一标识一个 VC。属于同一个 VC-TYPE 的所有 VC 中, 其 VC ID 必须整个 PE 中是唯一的。连接两个 CE 的 PE 通过 LDP 交换 VC 标签, 并通过 VC ID 绑定对应的 CE。当连接两个 PE 的 LSP 建立成功, 双方的标签交换和绑定完成后, VC 就建立起来了, CE 之间可以通过此 VC 传递二层数据。为了在 PE 之间交换 VC 标签, Martini 方式对 LDP 进行了扩展, 增加了转发等价类 VC FEC (Forwarding Equivalence Class) 的 FEC 类型^[6]。此外, 由于交换 VC 标签的两个 PE 可能不是直接相连的, 所以 LDP 必须使用 remote peer 来建立会话(Session), 并在这个会话上传递 VC FEC 和 VC 标签。

在 Martini 方式中, 由于运营商网络中只有 PE 设备需要保存少量的 VC label 与 LSP 的映射等信息, P 设备不包含任何二层 VPN 信息, 所以扩展性很好。此外, 当需要新增加一条 VC 时, 只需在相关的两端 PE 设备上各配置一个单方向 VC 连接即可, 不影响网络的运行。

2 Martini 方式 VLL 主备链路备份模型

如果在两个 CE 之间只建立一条 VC, 则当该 VC 出现故障时, CE 之间将无法通信。如图 1 所示, Martini 方式的 MPLS L2VPN 支持 VC 冗余保护功能: 在两个 CE 之间建立两条 VC 链路, 正常情况下, CE 只使用一条 VC 链路(主链路)与对端 CE 通信; 当 PE 1 检测到主链路出现故障时, 将启用备份 VC 链路, 从而保证通信不会中断。

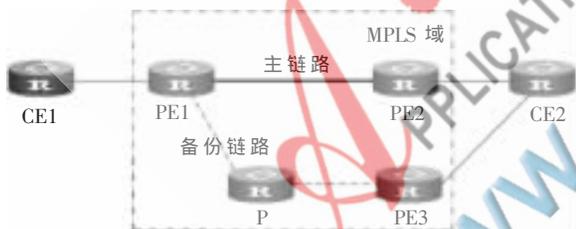


图 1 MPLS L2VPN 的 VC 冗余保护

3 BFD 检测故障通知 VC 切换

上文谈到, 当主链路发生故障后, 将切换到备份 VC 链路。目前的网络中一般采用比较慢的协议报文 hello 机制, LDP 会话要检测到链路失效, 需要检测到几个周期的 hello 报文的丢失。通常这个检测时间会很长, 在几百微秒级。当数据达到吉比特速率级时, 故障检测时间长表明大量数据的丢失, 并且对于不允许路由协议的节点没有办法检测链路状态。现有的网络中并不具备秒级以下的故障修复功能, 而传统的路由架构对现实应用如语音进行准确故障检测方面能力有限。

BFD (Bidirectional Forwarding Detection) 是一套全网统一的检测机制, 用于快速检测、监控网络中链路连通状

况。BFD 的目标是对相邻转发引擎之间通道故障提供轻负荷、持续时间短的检测^[7]。由于 BFD 定义的确分组成可以用于任何协议层, 这使 BFD 机制成为了一个通用的工具。BFD 可以在多种类型的路径和媒质(如物理链路、虚电路或一对网元之间的 MPLS LSP)上实现失效检测^[8]。

在上述组网中, PE1 和 PE2 之间、PE1 和 PE3 之间均建立有远程 LDP 会话。在这两对远程 LDP 会话上建立 BFD 会话, 并且使 BFD 报文检测周期为最小的 10 ms, 当 BFD 在 3 个周期后没有检测到对端发送的 BFD 报文时, 即认为链路失效, 从而发起 VC 的切换, 切换到备用 VC 上, 保证流量的最小流失。

3.1 BFD 工作流程

BFD 会话建立以及检测通知过程如下:

- (1) LDP 远程会话建立, 主备 VC 均 up, 下发 VC 到数据层面;
- (2) LDP 通告 BFD 邻居参数和 BFD 检测参数;
- (3) BFD 根据收到的参数协商是否可以建立 BFD 邻居来确定是否建立 BFD 会话。这里同时建立控制面和数据面的 BFD 会话;
- (4) 当 BFD 检测到链路失效时, 同时通知控制面和转发面进行切换。通知转发面切换是为了将 VC 快速由主切换到备, 从而指导转发。通知控制面是为了保持和转发面数据一致。这样就达到了快速切换的目的。如图 2 所示。

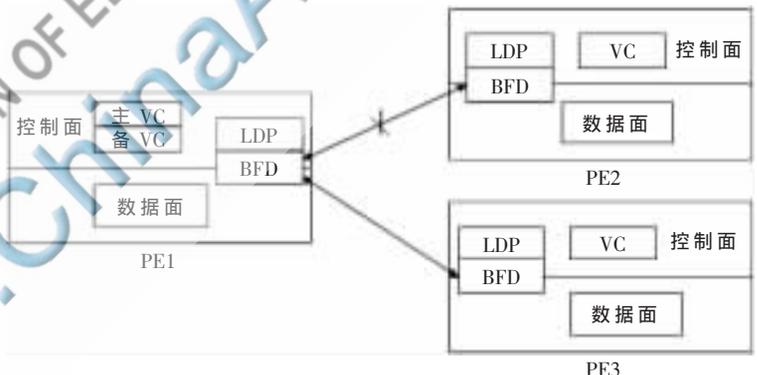


图 2 BFD 检测 VLL 主备链路

3.2 主备切换性能比较

普通方式下, 使用协议报文本身的 hello 机制进行 Martini 方式 MPLS L2VPN 的主备 VC 切换网络性能如图 3 所示。

计算出的流量切换时间 t_1 为:

$$t_1 = (\text{端口 1 发送帧数} - \text{端口 2 接收帧数} - \text{端口 3 接收帧数}) / \text{发送帧速率}$$

图 3 中端口 1 发送帧数=2 915 108 帧, 端口 2 接收帧数=1 613 388 帧, 端口 3 接收帧数=1 289 580 帧, 发送帧速率=84 345 f/s, 则:

$$t_1 = ((2915108 - 1613388 - 1289580) \times 1000) / 84345 \\ = 143.9 \text{ ms}$$

All Ports	Events		Rates		Events		Rates	
	1-01 LAN-3325A	1-02 LAN-3325A	1-01 LAN-3325A	1-02 LAN-3325A	1-03 LAN-3325A	1-04 LAN-3325A	1-03 LAN-3325A	1-04 LAN-3325A
Tx Frames	2,915,108	0	0	0	0	0	0	0
Rx Frames	0	0	1,613,388	0	1,289,980	0	0	0
Tx Bytes	373,133,824	0	0	0	0	0	0	0
Rx Bytes	0	0	206,513,664	0	165,066,240	0	0	0

图3 普通方式下检测主备 VC 切换 smartbits 打流

All Ports	Events		Rates		Events		Rates	
	1-01 LAN-3325A	1-02 LAN-3325A	1-01 LAN-3325A	1-02 LAN-3325A	1-03 LAN-3325A	1-04 LAN-3325A	1-03 LAN-3325A	1-04 LAN-3325A
Tx Frames	2,701,436	0	0	0	0	0	0	0
Rx Frames	0	0	1,322,595	0	1,675,711	0	0	0
Tx Bytes	345,783,808	0	0	0	0	0	0	0
Rx Bytes	0	0	165,300,544	0	176,091,008	0	0	0

图4 BFD 检测主备 VC 切换 smartbits 打流

改用 BFD 检测时, BFD 发送报文周期设置为最小的 10 ms, 性能如图 4 所示。

此时的流量切换时间 t_2 为:

$$t_2 = ((2701436 - 1322895 - 1375711) \times 1000) / 84345 = 33.5 \text{ ms}$$

由上述可见, 利用 BFD 机制检测 VC 链路故障, 其切换时间一般在 50 ms 之内。

利用 BFD 技术实现 MPLS L2VPN 主备链路切换, 大大减少了链路故障的检测时间, 并且主备 VC 的切换在数据平面完成, 不需要通过控制平面下发备 VC 表项, 减少了主备 VC 的切换时间。BFD 的定位更多的是绑定到数据平面, 从而脱离具体的网络协议, 使快速检测缺陷实现电信级倒换成为可能, 加上处理的低开销使得 BFD 的推广变得更加容易, 并且具备更强的适用性, BFD 必将成为网络电信化重要的推动力量。

参考文献

- [1] 陈山枝. IP 与 ATM 的结合[J]. 现代电信科技, 1998, 7(2): 33-47.
- [2] 吴江, 赵慧玲. 下一代的 IP 骨干网络技术——多协议标

记交换[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2001.

- [3] 甘朝钦. VPN 向下一代网络演进最现实合理的选择——MPLS L2VPN[J]. 电信技术, 2004(3): 57-59.
- [4] 李劲松. BGP/MPLS VPN 江湖恩仇录[EB/OL]. (2010-05-26). <http://wenku.baidu.com/view>.
- [5] 徐劲涛, 余波. 浅议高级 BGP 路由协议[J]. 江西通信科技, 2009(03): 89-91.
- [6] MARTINI L, ROSEN E, AAWAR N E. Pseudowire Setup and Maintenance Using the Label Distribution Protocol(LDP)[S]. 2006.
- [7] 高鑫. 双向转发检测(BFD)协议研究[M]. 北京: 北京邮电大学出版社, 2007.
- [8] 陈利兵. BFD 技术在 IP 承载网中的应用[J]. 现代电信科技, 2008, 38(1): 54-58.

(收稿日期: 2010-10-16)

作者简介:

章芳芳, 女, 1986年生, 硕士, 主要研究方向: 多媒体信息技术。

昂志敏, 男, 1956年生, 副教授, 硕士生导师, 主要研究方向: 无线通信。