

一种改进的 VLAN 动态学习方案研究与实现

张 力^{1,2},程友清^{1,2},殷 磊³

(1. 光纤通信技术和网络国家重点实验室, 湖北 武汉 430074; 2. 武汉烽火网络有限责任公司, 湖北 武汉 430074;
3. 浙江省通信产业服务有限公司咨询设计院, 浙江 杭州 310013)

摘要:由于现有 VLAN(虚拟局域网)自动学习方案 VTP(虚拟终端协议)和 GVRP(GARP VLAN 注册协议)存在各自的不足之处,使 VLAN 自动学习功能在实际应用中受到限制。文章分析了现有两种 VLAN 动态学习方案的工作原理及其不足,提出一种改进的 VLAN 动态学习方案。该方案能解决 VTP 和 GVRP 在实际应用中带来的问题,使 VLAN 自动学习功能能够得到更好的应用。

关键词:虚拟局域网;虚拟终端协议;GARP VLAN 注册协议

中图分类号:TP393 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-8788(2012)01-0029-03

Research on and implementation of an improved dynamic VLAN learning scheme

Zhang Li^{1,2}, Cheng Youqing^{1,2}, Yin Lei³

(1. State Key Laboratory of Optical Communication Technologies and Networks, Wuhan 430074, China;
2. Wuhan FiberHome Network Co., Ltd., Wuhan 430074, China;
3. Zhejiang Communications Services Company Limited Consulting Branch, Hangzhou 310013, China)

Abstract: As the existing Virtual Local Area Network (VLAN)-based automatic learning schemes, i. e. Virtual Terminal Protocol(VTP)and GARP VLAN Registration Protocol (GVRP) have their respective deficiencies, the automatic learning functions of VLAN are restricted in practical applications. This paper analyses the working principles and shortcomings of these two VLAN-based learning schemes and presents an improved one, which can resolve the problems of VTP and GVRP in practical applications so that the VLAN automatic learning functions can be better applied.

Key words: VLAN; VTP; GVRP

0 引言

使用 VLAN(虚拟局域网)技术为网络管理提供了极大的方便,网络管理员可以独立于地理位置而根据工作组或业务类型来组织网络资源,但对于 VLAN 的管理也带来了附加的工作量。VLAN 管理的方式有两种:静态 VLAN 和动态 VLAN,静态 VLAN 是指网络管理人员手动对每个 VLAN 及 VLAN 成员端口等进行配置;动态 VLAN 则是通过一定的机制设备可以动态地学习到 VLAN 的配置,减少网络管理员的配置工作量及可能产生的配置错误。

对于网络拓扑结构简单、设备少的情况,手工添加 VLAN 很方便,但是当实际组网复杂到网络管理员无法在短时间内完全了解网络拓扑结构的程度,或者是整个网络的 VLAN 太多时,工作量会非常大,很容易出现配置错误。在这种情况下,用户就可以通过 VLAN 的自动学习机制自动注册完成 VLAN 的配置。

1 现有 VLAN 动态学习实现方案

1.1 思科私有协议 VTP(虚拟终端协议)

VTP 是 VLAN 的中继协议,负责在 VTP 域内同步 VLAN 信息,这样就不必在每个交换机上配置相同的 VLAN 信息。它利用第 2 层中继帧,在一组交换机之间进行 VLAN 通信。

VTP 的组网实例如图 1 所示。设备 A、B 和 C

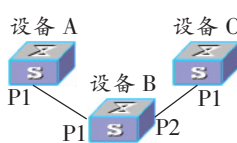


图 1 组网实例

在同一 VTP 域中,假设 3 台设备均为 Server 模式。在设备 A 上配置 VLAN2-5,该配置通过 P1(端口 1)在组网中传播,之后设备 B

和 C 上都会自动学习到 VLAN2-5 的信息,并在设备上创建 VLAN2-5。在设备 A 删除 VLAN5,该配置通过 P1 在组网中传播,之后设备 B 和 C 上都会自动删除 VLAN5 的信息。这样就实现了同域中 VLAN 信息的同步。

VTP 修剪如图 2 所示。设备 A 和 C 上 P2 都加

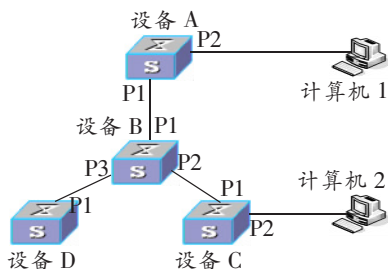


图 2 VTP 修剪

同 VTP 域中交换机上 VLAN 配置相同,即使设备 D 上没有加入 VLAN2 的端口也是如此,这样就造成了带宽的浪费。

在同样的 VTP 域内,当在 VTP 服务器上使能 VTP 修剪功能时,修剪功能会在整个 VTP 域内生效,在交换机上对需要修剪的 VLAN 进行标记,如设备 D 上没有端口加入 VLAN2,则将 VLAN2 进行修剪,那么在设备 B 的 P3 就不会转发 VLAN2 的包给设备 D,从而减少了不必要的流量。

1.2 IEEE 802.1D 中提出的 GVRP

GVRP(GARP VLAN 注册协议)基于 GARP(通用属性注册协议)机制,主要用于维护设备动态 VLAN 属性。通过 GVRP,一台设备上的 VLAN 信息会迅速传播到整个交换网。GVRP 可实现动态分发、注册和传播 VLAN 属性,从而达到减少网络管理员的手工配置量及保证 VLAN 配置正确的目的。

VLAN 的注册指的是将端口加入 VLAN,VLAN 的注销指的是将端口退出 VLAN。GVRP 通过声明和回收声明实现 VLAN 属性的注册和注销。当端口接收到一个 VLAN 属性声明时,该端口将注册该声明中包含的 VLAN 信息(端口加入 VLAN)。当端口接收到一个 VLAN 属性的回收声明时,该端口将注销该声明中包含的 VLAN 信息(端口退出 VLAN)。GVRP 的属性注册和注销仅仅是对于接收到 GVRP 报文的端口而言的。

2 改进的动态 VLAN 方案介绍

2.1 改进方案提出的原因

VTP 之所以引入修剪功能是由于 VTP 本质上是把在核心交换机上划分的 VLAN 复制到局域网中的所有分交换机上,这样整个网络中的 VLAN 广播还是会在汇聚连接上传播,会加重核心交换机的负担。虽然在引入 VTP 修剪功能之后会解决此问题,但是 VTP Server 模式交换机在启动 VTP 修剪功能之后,同样会定时发送带有 VTP 修剪功能的

入了 VLAN2,如果计算机 2 发送广播,那么设备 C 会将广播洪泛到在该域内的所有交换机,如设备 D,因为设备 D

数据包,造成带宽的浪费。

而 GVRP 的缺陷则主要体现在 GVRP 与环回协议共同应用时出现的问题。启用业务环回功能后 GVRP 报文发送不出去,所以 GVRP 功能与业务环回功能不可以同时应用。

GVRP 和环回功能同时应用的实例如图 3 所示。计算机 1 连接的交换机 G 和计算机 2 连接的交换机 F 上静态配置了 VLAN10 后,发送携带的 VLAN10 信息的 GVRP 注册报文,传输节点 C 接收到来自交换机 G 的 GVRP 注册报文后,在接收端口 P3 上存储 VLAN10 的注册信息,并在 EAPS(以太网链路自动保护)环上进行转发;EAPS 环上的其他节点接收到 GVRP 注册报文后,均在接收端口上存储 VLAN10 的注册信息,最终完成 VLAN10 的动态学习。由于主节点 A 的副端口处于阻塞状态,因此主节点 A 的副端口不能学习到该 VLAN10,且传输节点 B 和 C 的 P1、传输节点 E 的 P2 也不能学习到 VLAN10,因此,当计算机 1 和计算机 2 进行通信时,数据报文经由传输节点 C、D 和 E 的链路进行传输。

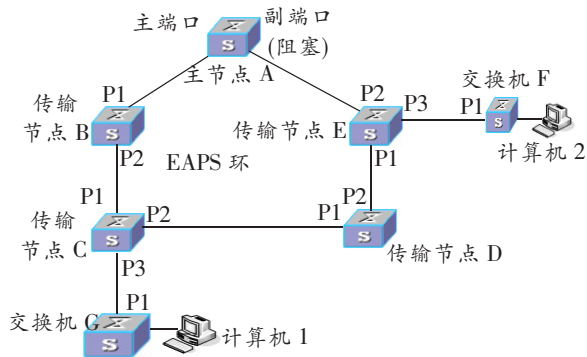


图 3 GVRP 和环回功能同时应用的实例

当上述数据报文的传输链路出现故障时,例如,当传输节点 C 和 D 之间的链路出现故障时,传输节点 C 和 D 会向主节点 A 发送 link-down 报文。主节点 A 接收到 link-down 报文后,会解除副端口的阻塞状态进行链路切换,即切换到由传输节点 C、B、主节点 A 和传输节点 E 构成的链路。但是,由于切换后的链路上的部分端口并没有 VLAN10 的注册信息,只有当两个端口都学习到 VLAN10 时才能进行针对 VLAN10 的数据报文的转发。因此,需要在该链路上完成 VLAN10 的学习后才能进行流量恢复。当传输节点 C 和 D 之间的链路故障恢复后,传输节点 C 和 D 向主节点 A 发送 link-up 报文并临时阻塞与故障恢复链路连接的端口,主节点 A 接收到 link-up 报文后,阻塞副端口重新将链路切换回由传

输节点 C、D 和 E 构成的链路,并发送 Complete_Flush_FDB 报文。由于在链路故障过程中,传输节点 C 的 P2、传输节点 D 的 P1 长时间接收不到 GVRP 注册报文达到 VLAN10 注册信息的老化事件,这些端口已经不具有 VLAN10 的注册信息,因此,在传输节点 C 和 D 接收到 Complete_Flush_FDB 报文后,虽然能够立即解除与故障恢复链路所连接端口的阻塞状态,但是需要传输节点 C 的 P2、传输节点 D 的 P1 完成 VLAN10 的动态学习过程,因此,也不能立即恢复流量,会造成流量中断一段时间。

另外,GVRP 在以太网交换机上运行,交换机是一个嵌入式的实时系统,硬件的性能在一定程度上有所限制,尤其是在交换机软件要对硬件进行操作时,对整个系统的性能有很大的影响。GVRP 管理动态 VLAN,对 VLAN 属性的注册、注销等都要将 VLAN 在硬件储存器上的储存信息进行更新。GVRP 动态学习 VLAN 属性,定时发送协议消息,保持所有网络中的设备的 VLAN 一致性,当有相当数量的 VLAN 属性的情况时,交换机 CPU(中央处理器)的负荷将会很重,对其他功能有所影响。

所以,在改进的 VLAN 动态学习方案中,必须综合考虑 VTP 和 GVRP 的缺陷:可能造成的带宽浪费、不能与环回协议同时使用以及交换机 CPU 负荷重等。在解决这些缺陷的同时,必须保持 VLAN 动态学习这一功能的优点:能够通过 VLAN 的自动学习机制自动注册完成 VLAN 的配置,减少工程人员的工作量,提高工作效率并最大程度地避免由于复杂的 VLAN 配置而导致的 VLAN 配置错误造成的业务中断、成环等重大工程事故。

2.2 改进的 VLAN 动态学习方案

改进方案是在基于 VTP 的基础上,同时考虑 VTP 以及 GVRP 的缺陷而提出的,可以将 VTP 基于设备同步 VLAN 的特点改成基于端口同步,这样就很好地解决了这个问题。

如图 1 所示,假设 3 台交换机在同域内,在设备 B 的 P1 上配置 VLAN2、P2 上配置 VLAN3。按最初的设想,设备 A 上 P1 会学到 VLAN2,设备 C 上 P1 会学到 VLAN3,但在实际中,当设备 B 上先在 P1 上配置 VLAN2 再在 P2 配置 VLAN3 时,该域的 VLAN 就变成 VLAN2-3,那么此时 P1 和 P2 就会向外通告 VLAN2-3,达不到预期的效果。所以提出将 VTP 中一台交换机只能加入一个域改为一台交换机可以加入多个域的方案。但是一个端口最多

只能加入一个 VTP 域,所以一台交换机上支持的域的数目最大可以和端口数目相等。此方案可以解决 VTP 基于端口同步 VLAN 的设想所造成的问题:如果要在不同端口上配置不同的 VLAN,可以将端口加入不同的 VTP 域。

改进方案的工作流程如图 4 所示。将设备 B 配置成 Server 模式,P1、P2 加入域 1,VLAN2、P3 加入域 2、VLAN3。设备 A、C 配置成 Client 模式,P1、P2 加入域 1。设备 D 配置成 Client 模式,P1 加入域 2。设备 B 会由 P1、P2、P3 分别发送带有该端口的 VLAN 信息的报文,设备 A 的 P1、P2 自动加入 VLAN2,设备 B 的 P1、P2 也会自动加入 VLAN2,而设备 A 的 P1 由于加入域 2,所以会加入 VLAN3。

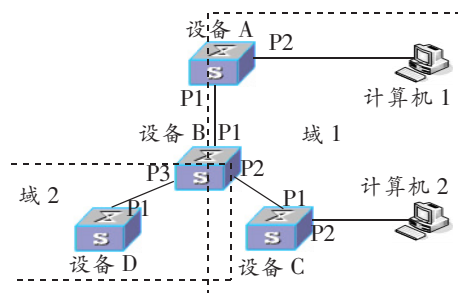


图 4 改进方案的工作流程

改进方案可以很好地替代 VTP 修剪功能,当原 VTP 造成带宽浪费而要使用修剪功能时,可以将设备 B 上的 P3 加入域 2,但 P3 不加入 VLAN 2,那么计算机 2 的广播就不会传到设备 D 上了。

改进方案也可以很好地解决由于 GVRP 的单向同步造成 GVRP 在与环回协议同时使用时出现的问题,该方案是在接收到 VLAN 同步的报文后,将使能 VLAN 同步功能并在相同域中的端口都加入 VLAN 中。如图 3 所示,采用改进方案实现 VLAN 的同步:将该拓扑内的交换机都加入域 1,同时将端口全部使能改进的同步方案,计算机 1 连接的交换机 G 静态配置 VLAN10 后,将 P1 加入 VLAN10,此时交换机 G 会通过 P1 向传输节点 C 的 P3 发送同步报文,此报文中包含的信息有域信息和该域的 VLAN 信息,传输节点 C 接收到该同步报文后会查找该交换机上同域的端口,并将这些端口的 VLAN 和报文中的 VLAN 信息同步,如图 3 中传输节点 C 上的 P1、P2、P3。然后该同步报文再通过同域的非接收端口转发。这样,在传输节点 B 的 P1、P2,传输节点 D 的 P1、P2,传输节点 E 的 P1、P2、P3 以及交换机 F 上都会学到 VLAN10 的信息,

(下转第 45 页)