

以太环网技术在校园网可靠性设计中的应用^①

段国云, 周迪民

(湖南科技学院 现代教育技术中心, 永州 425100)

摘要: 受益于网络的可靠性, 对以太网可靠性设计技术进行分析、对比, 根据校园网用户对网络性能电信级要求, 结合现有设备情况, 提出采用 EAPS 技术来改正我校局域网拓扑结构。实验结果表明: 在校园网环境下, 采用 EAPS 技术组建以太环网, 其可靠性优于其它环路解决方案, 并能满足用户对网络电信级需求; 该方法易于实现, 便于在现有网络环境下进行改造, 具有较好的实用性, 可推广到大型校园网的可靠性设计中。

关键词: 以太环网; 可靠性; STP; EAPS

Implement of Ethernet Ring Network Technique in Design of Campus Network Reliability

DUAN Guo-Yun, ZHOU Di-Min

(Hunan University of Science and Engineering Modern Education Technology Center Yongzhou, Hunan 425100, China)

Abstract: From the benefit of network reliability, the essay analyze and contrast the reliability of Ethernet Ring Network. According to campus network users' telecom requirement on the network performance, the essay, combining with existing equipment situation, puts forward to correct my school LAN topology structure by EAPS technology. The results show that: in the campus network environment, the reliability of adopting EAPS technique to construct Ethernet ring network is superior to other loop solution and it satisfies the users' requirements to network telecom level. The method, being easy to implement and convenient to reconstruct in the existing network environment and good in practice, can be extended to the design of large-scale campus network reliability.

Keywords: ethernet ring network; reliability; spanning tree protocol (STP); ethernet automatic protection switching (EAPS)

高可靠性的网络设计指当设备或网络出现故障时, 所提供的服务不间断, 并具有快速故障恢复的能力^[1]。处理以太网可靠性的常用方法是设计冗余链路, 当主链路失效时启用备份链路继续工作。在交换式以太网中链路切换通常使用 OSPF(Open Shortest Path First, 开放最短路径优先协议)、BGP(Border Gateway Protocol, 边界网关协议)路由协议及 STP(Spanning Tree Protocol, 生成树协议)来控制, 它们的故障恢复时间是以秒或分钟计^[2], 其扩展性和收敛速度远不能满足校园网用户对网络的电信级需求, 影响了教学和科研的正常进行。文中对以太网可靠性技术进行分析并结合我校设备情况, 将 EAPS(Ethernet Automatic Protection Switching, 以太网自动保护切换)技术应用到校园网中,

实现低于 50ms 的故障切换时间, 以达到电信级自愈效果。

1 可靠性设计技术

1.1 生成树技术

生成树的发展经历了 STP、RSTP(Rapid Spanning Tree Protocol, 快速生成树协议)、MSTP(Multi-service Transport Platform, 多业务传送平台)三个时期, 三者间向下兼容。STP/RSTP 为避免环路需阻塞某些网络端口, 在拓扑高度冗余的情况下, 严重地浪费网络资源^[3-4]。当网络结构发生改变时, 收敛时间以秒为单位, 最高达 50 秒而无法当前网络高可靠性、实时性的需求。

^① 基金项目:湖南科技学院校级课题(08XKYTC049)

收稿时间:2010-05-12;收到修改稿时间:2010-06-12

MSTP 相对于 STP、RSTP 等生成树协议而言, 优势非常明显。它具有 VLAN(Virtual Local Area Network, 虚拟局域网)认知能力, 能实现负载均衡和端口状态毫秒级切换, 可捆绑多个 VLAN 到一个实例中以降低资源占用率^[5]。MSTP 很好地解决了 STP/RSTP 存在的问题, 因其 VLAN 数量的限制等原因而无法用到大规模网络设计中。

1.2 以太环网技术

以太环网是一种以单环或者多环组成, 以环形拓扑为代表的以太网技术, 常用于高可靠性网络设计。目前主要有基于 IEEE802.17 标准的 RPR 弹性分组环技术和 IETF RFC3619 定义的 EAPS 保护技术两大分支, 它们均满足电信级 50ms 收敛速度。RPR 是目前最完备的数据环网技术, 采用互逆双环组网结构, 有源路由方式(Steering)和环回方式(Wrapping)两种保护机制。由于 RPR 标准的相对封闭, 跟踪的厂商少, 实现成本高, 并且 RPR 的 50ms 的保护切换只能在单环内实现, 在实际应用中需要专门的设备支持而受到限制。EAPS 目前支持所有这些关键 RPR 特性, 不必进行硬件升级, 多数设备厂商的以太环网技术是以 IETF RFC3619 为基础实现, 并在自己的设备中植入了 EAPS 协议, 为 EAPS 的广泛应用提供了机会。

1.3 EAPS 原理

EAPS 为以太环网提供一种快速保护的二层环路协议^[6]。每个 EAPS 环(EAPS Domain, EAPS 域)是由一个主控节点和若干个传送节点及连接成的环形链路构成。环路上主控节点的一个接口被设置为 Primary, 另一个接口就被配置为 Secondary。在环路正常运行时, 域中主控节点周期性地从 Primary 接口向控制 Vlan 内发送 EAPS 信息包并在 Secondary 接口进行接收, 以检测环路的完整性。为了避免形成环路, 主控节点会在 Secondary 接口上阻塞所有当前 EAPS 域内受保护 Vlan 的数据流。如图 1 所示。

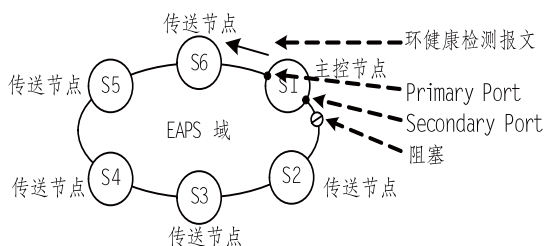


图 1 EAPS 原理

2 以太环网的实现

2.1 校园网现状

随 Internet 在我国的迅速普及、国家大力推进信息化等因素的激励, 我国高校校园网发展极为迅速, 至今已十个年头有余。在校园网高速成长期内, 网络建设的主要问题是“圈地”及用户接入, 考虑网络的可靠性、安全性、易管理等基本性能相对较少, 我校也不例外。

我校校园网 2002 年为第 1 期工程, 2005 年为第 2 期工程, 接入带宽由 200M 升至 2005 年的 500M, 至今升为双链路接入, 其中电信网 1G, 教育网 100M。两期采购的设备厂商有所不同, 办公区、家属区和学生数量比较庞大的南区均为 Extreme 设备, 核心层采用 1 台 6808 高性能多层交换, 汇聚层采用的分别是 4808、4505 和 5636T 三层交换设备; 接入层采用的是联想 2924G 及 RG2126 可网管二层交换机。经过前两期工程施工, 校园网的拓扑结构为经典的三层结构, 采用星形拓扑组网, 图 2 为校园网核心层及汇聚层拓扑结构。

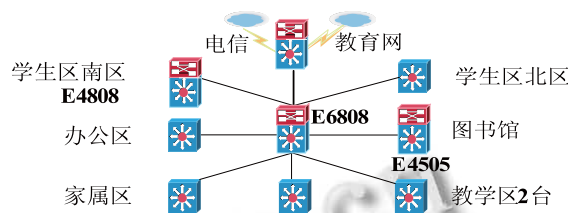


图 2 当前网络结构

2.2 拓扑改正

分析我校目前的网络结构, 核心层交换结点 E6808 是全网的可靠瓶颈, 一旦发生故障会导致网络的瘫痪, 网络中的所有业务全部中止, 影响校园网为现代教育提供及时、高效的服务, 其性能对整个网络的性能起决定作用。根据设备情况, 其中有三台高性能交换设备, 4808 和 4505 两台汇聚层交换设备支持 EAPS 协议, 可信任核心层工作。为提高中央节点的可靠性和冗余度, 将采用 EAPS 技术来改正我校局域网拓扑结构, 改正后的拓扑结构将无任何单点故障出现。

在拓扑重建中, 只需加入相应数量的光纤, 无需增加设备。核心层采用 EAPS 技术将 3 台核心交换设备组建成 EAPS 域, 选择 E6808 作为域中主控节点,

域中两台交换机与防火墙相连接，以实现接入冗余；各分区汇聚交换与域中两台交换相连，采用 ESRP 技术配置链路冗余，如图 3 所示。

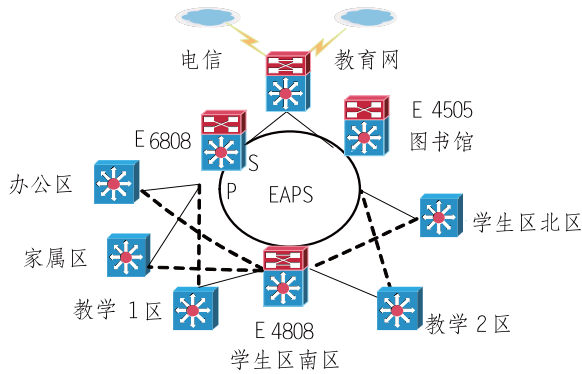


图 3 改正后网络结构

2.3 环故障检测

主控节点可通过轮询和收发陷阱信息两种方式对环路故障进行检测。轮询是指主控节点会在控制 Vlan 内每隔 Hellotime 毫秒的时间发出一个环健康检测报文，如果环路是完整的则从 Secondary 接口收到这个报文，主控节点重置 Failtimer 后继续进行检测；如果 Secondary 接口没有在 Failtimer 过期之前收到环健康检测报文则宣称 Failed，立即打开 Secondary 接口、刷新 FDB 表，发出 Flush FDB 命令通知其它交换机更新 FDB 表。

当任何传送节点检测到任何环端口链路丢失时，将立即发送 Link-Down 信息，通过控制 Vlan 传送到主节点。主控节点接收 Link-Down 信息时，立即声明 Failed 状态，打开 Secondary 接口，刷新 FDB 表，发出 Flush FDB 命令通知其它交换机更新 FDB 表。主控节点在环路上的接口 Down 掉后，同样执行上述操作，如图 4 所示。

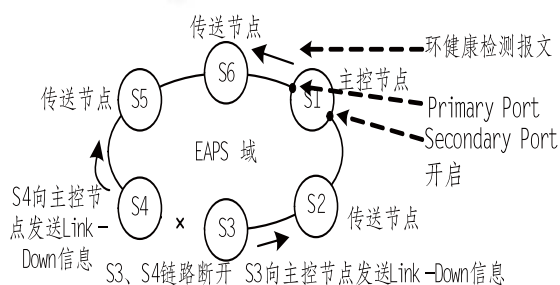


图 4 环链路断裂

2.4 故障恢复

环出现故障时，即使主节点处于 Failed 状态，也会持续从 Primary 接口发送环健康检测报文。只要环路是断开的，Failtimer 总会超时，主节点一直处于 Failed 状态。当链路被修复，环路闭合时，主节点从 Secondary 接口接收到状态检测数据包，主节点宣布环路是完整的，进入正常工作状态，Secondary 接口恢复阻塞被保护 Vlan 的数据流，刷新 FDB 表，并且发出 Flush FDB 命令通知其它交换机更新 FDB 表。

3 断环实验测试

为不影响校园网用户的正常使用，拓朴重建的测试在实验室中完成，实验中采用 6 台 5636T 来模拟校园网的 EAPS 性能测试。按图 1 中结构将设备利用超五类双绞线连接好，利用两台 PC 模拟使用者环境，PC1 连接到 S1，PC2 连接到 S4，S1 为主控节点，其它为传送节点，传送方向与图 1 相同，主控节点的 EAPS 配置关键代码如表 1 所示。

表 1 主控节点 EAPS 关键配置

creat eaps lab	//EAPS 域名称
config eaps lab mode master	
config eaps lab hellotime 2	//Hellotime 报文时长
config eaps lab failtime 3	//failtime 报文时长
config eaps lab failtime expiry-action open-secondary-port	
config eaps lab primary port 23	
config eaps lab secondary port 24	
config eaps lab add control vlan vlancontrol	
config eaps lab add protect vlan vlan10	
enable eaps lab	

实验中通过移除及接通交换机间单条线路或开关单台交换电源来模拟 EAPS 断环与环路恢复环境。利用数据包发生器 EthView 在 PC1 上每隔 1ms 向 PC2 发送 ICMP 数据包，在 PC2 中安装数据包分析器 Sniffer，设置好过滤条件，只接收来源于 PC1 的 ICMP 包。当链路正常时，PC1 所发送的 ICMP 包数量等于 PC2 收到的包数量，当 PC2 接收的包数量少于 PC1 发出的包数量时，将丢失包数量乘以 PC1 中规定的发送时间周期，即可计算断线时间。实验对两台 PC 间所经过的链路进行断路及设备 S5、S6 进行断电操作，记录环路恢复正常所花费的时间，将结果描绘如图 5 所示。经过实验测试，EAPS 环的切换时间在 11-26ms 之间，完全满足用户电信级需求，将此方法用到校园网环境中，取得了良好的效果。

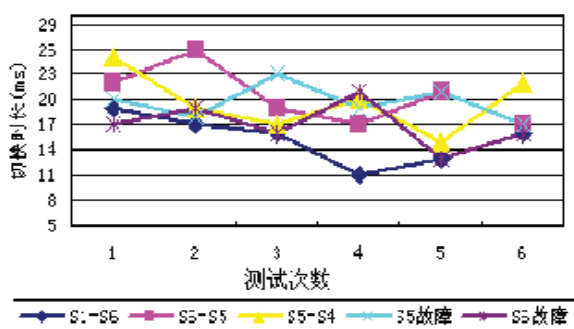


图 5 不同故障条件下 EAPS 切换时长

4 结束语

文中针对校园网用户对网络可靠性的电信级要求的现状,将目前校园网中所采用生成树协议来解决可靠性的方法与 EAPS 技术作了对比,描述了 EAPS 的工作机制。结合我校设备情况,引入利用 EAPS 技术来解决校园网的可靠性,对我校网络拓扑进行了

(上接第 181 页)

6 结论

本文在 GPU 上设计和实现了一个高效的矩阵乘法。在 Geforce GTX 260 上,在数据已经拷贝到显存的前提下,双精度的实现的效率达到了 97%。如果数据不能够一次全部的拷贝到显存中,通过数据调度,本文的算法拷贝数据的时间不超过总时间的 10%。

参考文献

- 1 Volker Strassen. Gaussian Elimination is not Optimal. *Numerische Mathe-matik*, 1969,13(4):354—356.

重设置。事实证明,无论是设备宕机还是线路意外断开,环路的切换时间均能满足电信级要求,能保障网络业务的正常开展。进一步工作是关于 EAPS 多环在大规模校园网、大型园区网中的应用及可靠性研究。

参考文献

- 1 胡中栋.图书馆网络的安全可靠性分析.信息安全,2007 (3):57—59.
- 2 庞雄琦.ESR 的研究与实现.光通信技术,2005(11):39—41.
- 3 田晓宏,赵方.城域以太网发展综述.光通信技术,2008 (6):28—30.
- 4 何强,张祖平.基于 MSTP 协议的一致性测试设计.计算机应用,2007(27):27—29.
- 5 郭彦伟,郑建德.生成树协议与交换网络环路研究.厦门大学学报(自然科学版),2006(5):301—304.
- 6 Etrame Network Ethernet automatic protection switching version1. 2003.

- 2 Goto K. Anatomy of High-Performance Matrix Multiplication. *ACM Trans. on Mathematical Software*, 2007,34(3):1—24.
- 3 Whaley RC, Petitet A and Dongarra J. Automated Empirical Optimization of Software and the Atlas Project. *Parallel Computing*, 2001,27(1-2):3—35.
- 4 Fatahalian K, Sugerman J, Hanrahan P. Understanding the Efficiency of GPU Algorithms for Matrix-matrix Multiplication. *Proc. of the ACM SIGGRAPH/EUROGRAPHICS Conference on Graphics Hardware (HWWS'04)*. New York: ACM Press, 2004. 133—137.