

文章编号: 1000-5692(2002)01-0086-04

三层交换与 VLAN 技术在校园网中的应用

唐丽华, 方陆明

(浙江林学院 信息系, 浙江 临安 311300)

摘要: 三层交换是路由功能和二层交换的技术集成, 基于三层交换的 VLAN 划分使网络以子网内线速交换和子网间的线速路由来达到线速通信。由于这种特殊性, 三层交换和 VLAN 技术已成为中小型校园网的有效解决方案。在简述这种解决方案优点的基础上, 通过组建校园网的实例, 探讨了利用三层交换和 VLAN 技术组建一个可伸缩智能化校园网的过程, 表明这种技术对提高校园网络安全性和校园网络管理性能有积极作用。图 1 参 6

关键词: 校园网; 三层交换; VLAN 技术; 技术集成

中图分类号: TP393. 1 文献标识码: B

校园网作为园区网的典型, 已不再局限于 WWW, FTP, E-mail 和 BBS 等网络服务, 视频传输、语音传输、远程教学和 VOD 等多媒体应用正成为校园网应用的又一主流。多媒体的应用对校园网的网络带宽和网络速度提出了更高的要求, 传统路由器的吞吐量已不能胜任当今校园网主干上大量的路由任务, 而过大的延迟又无法适应多媒体、视频和语音通信的 QoS 要求。使用交换机替代路由器实现大容量低延迟的局域网路由在实际中也已得到较广泛的应用。具有二层交换技术的交换机解决了网段间的信息碰撞问题, 利用 VLAN 技术划分子网实现了管理上的灵活性, 具有第 3 层交换能力的网络交换机可以满足不断增长的子网间的通信需要, 同时实现多媒体通信所要求的低延迟量的稳定性。如何有效地集成这些技术是校园网建设中必须考虑的问题。

1 交换技术和 VLAN

1.1 第 2 层交换

集线器是工作在 OSI 7 层模型的第 1 层 (物理层) 上, 通过对数据帧进行封包处理后在物理介质上进行收发传送的网络设备。在同一时间, 集线器上只能有一个端口进行数据的发送, 即以共享介质的形式工作, 整个以太网处于同一个碰撞 (冲突) 域。与传统的集线器相比, 二层交换是基于硬件的桥接^[1], 根据 OSI 7 层模型的第 2 层 (数据链路层) 的 MAC 地址进行数据交换和过滤的, 它的操作对象是数据帧。交换机具有二层交换技术, 它的每个端口都可以划分为一个网段, 各网段处于不同的碰撞域, 使得网络各站点间可独享带宽, 改变了以往的共享模式, 消除了无谓的碰撞检测和出错重发, 提高了传输效率, 并采用专用集成电路 ASIC 技术, 以硬件实现协议解析和包转发技术以达到线速交换。其缺点是这种物理上的网段划分总体上还是处在同一个广播域中, 不能有效解决对广播风暴、异种网络连接和安全性控制等问题。

1.2 VLAN 技术

VLAN 的出现解决了第 2 层交换所存在的问题, 使子网的划分不再局限于各接点的物理连接。—

收稿日期: 2001-08-31; 修回日期: 2001-11-19

作者简介: 唐丽华(1975—), 女, 江西广昌人, 助理实验师, 从事计算机网络和数据研究。

个以太网可以基于不同的方式划分为多个 VLAN 子网, 一个 VLAN 在逻辑上等于一个广播域^[2], 它允许管理员根据实际管理功能上的需要把网络中的某些节点组合在一起, 成为一个逻辑上的局域网段, 而不必考虑每个节点的实际物理连接位置。在一个 VLAN 子网中, 由一个工作点发出的信息只能发送到具有相同虚拟网号的其他站点, 其他 VLAN 的成员收不到这些信息的广播^[3]。VLAN 的子网划分有效的控制了网络上的广播风暴, 避免了由广播和多点发送所引发的网络流量, 并采用集中化的管理控制使网络的管理更有效。不同 VLAN 子网间相互不能访问增加了网络的安全性, 但同样也使以该种连接方式形成的网络在子网之间不能相互通信, 成为 VLAN 在二层交换基础上的又一问题。

1.3 第3层交换

要使各 VLAN 子网之间相互通信, 必须加入路由功能。第3层交换将传统路由器的数据包处理功能和交换机的速度优势结合在一起^[4-5], 是路由功能和二层交换的有机结合。它同时工作在 OSI 7 层模型的第 2 层(数据链路层)和第 3 层(网络层)上, 达到在同一子网内的线速交换和不同子网间的路由通信, 并且这些功能均采用 ASIC 技术通过硬件得以实现。具有三层交换的交换机已日渐成为组建网络的核心设备, 而路由器由于其价格昂贵、配置复杂、功能上的软件实现导致其速度相对较慢已经使其从网络核心推向网络的边缘。与在网络中添加中心路由器相比, 三层交换机具有以下优点: ①有机的硬件结合使得数据交换加速, 路由过程效率提高。②在同一工作组内交换, 在不同工作组间路由。除了必要的路由决定过程外, 大部分数据流量由第 2 层交换处理。③多个子网互连时只是与第 2 层交换模块的逻辑连接, 不像传统的路由器那样需要增加端口, 保护了用户的投资。

2 多层交换和 VLAN 技术在校园网的应用

2.1 拓扑结构

浙江林学院校园网一期工程于 1997 年建成, 采用传统的集线器加路由器方案。随着上网用户和多媒体应用的急增, 原有的网络主干技术已显得力不从心, 随机故障不断发生。于是 2000 年对校园网进行升级。升级后的校园网以核心层、接入层和用户连接层的三级结构模式进行设计, 并采用 Cisco 路由器作为边界路由器连至 Internet。核心层由 2 台支持第 3 层 IP 路由和按协议划分 VLAN 的核心级交换机构成; 接入层由多台主干级的交换机构成, 通过多/单模光纤或 5-UTP 以 $1000 \text{ Mb} \cdot \text{s}^{-1}$ / $100 \text{ Mb} \cdot \text{s}^{-1}$ 的速率与核心层交换机相连; 用户连接层由多台部门级的交换机和集线器构成, 成为以千兆以太网为主干, 通过分组交换到桌面为 $100 \text{ Mb}/10 \text{ Mb}$ 自适应的可伸缩、智能化的校园网。其拓扑结构如图 1 所示。

2.2 交换机的选型与交换技术的应用

2.2.1 核心层 学校网络中心选用 2 台 Cisco 公司的 Catalyst 4006 多层交换机作为核心交换机和中心路由器, 并互为备份。配置了支持三层交换的 WS-X4232-L3 模块和 WS-X4306-GB 模块, 向外提供了 12 个千兆位以太网连接端口。背板交换带宽为 60 GB, 支持 1 024 个 VLAN, 其中 GBIC 模块采用同时支持单模和多模光纤的 WS-G5486 模块。以 1000 Mb 端口与工作组交换机高

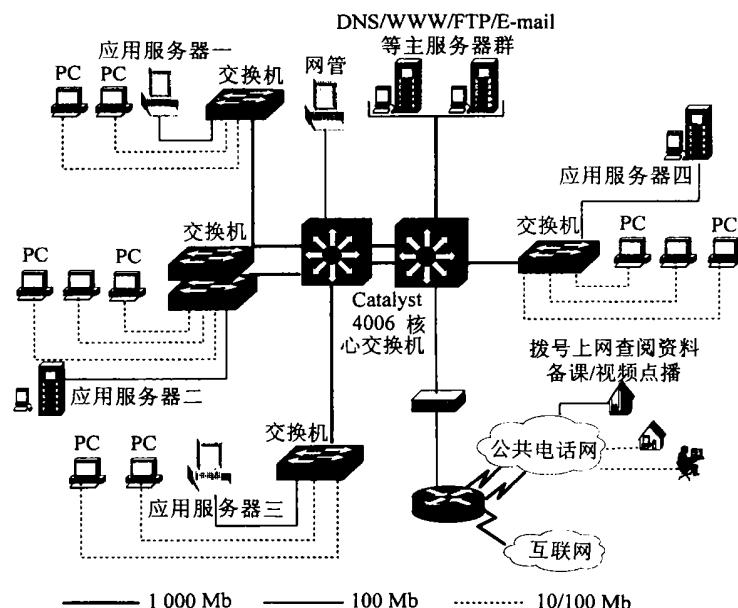


图 1 浙江林学院校园网拓扑结构图

速互连，形成千兆主干；数据中心服务器和涉及整个网络应用的主服务器以 1 000 Mb/100 Mb 方式直接连入该交换机的相应端口。三层交换技术在局域路由选择方面提供了比路由器更好的性能，二层交换的端口均可定义网络地址，各个已定义的网络地址之间采用 RIP 协议相互通信，其速度可达到二层交换的速度，减少了传输延迟，且提供了基于网络层的 VLAN 划分和 VLAN 各子网之间的相互通信。

2.2.2 接入层和用户连接层 处于这 2 层上的交换机可称为工作组交换机，其中接入层选用 Cisco 公司的 Catalyst 3524 XL 交换机，其千兆上连端口与核心层交换机相连；用户连接层选用 Catalyst 3500 XL 系列和 Catalyst 2900 系列的交换机。在各工作组交换机之间通过堆叠和 Cisco 交换机集群技术，把分布在不同地理范围的交换机逻辑地组合在一起，并指定一个接入层交换机为 Commander，其他所有工作组交换机都处于从属地位。此时网络管理人员可使用 Web 浏览器通过单一 IP 地址管理所有工作组交换机。Catalyst 3524 XL 交换机还拥有 Cisco 基于 Web 的 CVSM（Cisco 虚拟交换机管理器），可进行 VLAN 设置。原有的交换机和集线器可作为对网络要求不高的一般用户或某些机房用户的接入设备，提高了利用率。

2.3 VLAN 子网的划分

VLAN 的划分有多种：①基于交换机端口；②基于媒体访问控制地址（MAC）；③基于网络分层信息（包括基于协议类型和/或 IP 地址）；④基于组播组^[1]。在浙江林学院 VLAN 子网的划分上，主要从应用出发，根据工作站和服务器的逻辑归属和某项应用的覆盖范围，采取了通过交换机端口组和通过网络分层信息（IP 地址）来定义 VLAN，实现用户群和功能群的划分。将全校分为 10 个 VLAN 子网：全校管理信息子网、行政办公子网、财务子网、教学子网和各系子网等逻辑子网，使数据流量最大限度地限制在同一个 VLAN 中，以达到减少需经路由和第 3 层交换的数据流量。

2.4 特点

第一，网络易升级，并具有可扩展性。考虑到可用资金和原设备的利用，最简洁有效的升级方案就是以工作组交换机加路由交换机为主的交换式以太网替换以集线器加交换机为主的共享式以太网。在技术标准上，由于千兆以太网、快速以太网和标准以太网都使用了相同的 IEEE802.1LLC 层，现存的 IP 和 IPX 协议可以不做任何修改地运行在千兆以太网上，其硬件之间的兼容性使原来的布线也不需要改变，只需对原来的交换机以及交换机和服务器间的连接进行升级即可，实施时简单而且高效，为以后的再次扩展也打下了基础。与使用路由器相比，二层交换机还具有高性能低价格的特点。

第二，利用已安装的 $10 \text{ Mb} \cdot \text{s}^{-1}$ 以太网、 $100 \text{ Mb} \cdot \text{s}^{-1}$ 以太网以及现有的 LAN 协议，实现由桌面到主干的无缝连接。以“处处路由”的方式实现三层交换，使数据通信在同一工作组内交换，在不同工作组间路由，消除了日益增多的子网间的通信瓶颈，以达到线速交换和线速路由。

第三，VLAN 技术的利用使网络管理更为方便灵活，网络使用更为安全。首先，采用基于交换机端口组和基于 IP 地址 2 种方式来划分的 VLAN，有效地保护了校园网的重要资源，防止非法用户的侵入，提高了网络的安全性。如对于校内财务子网，可设置为只有在同一子网中的用户可以使用，和其他子网之间不进行互相通讯。其次，网络管理人员能合理有效地管理 IP 地址资源，以防止 IP 地址被盗用。

3 结束语

在校园网的组建过程中，既应考虑到资金的投入与原有资源的利用，又要考虑到网络的易扩充性、易管理性和适度的超前性；既要重视硬件建设，更应注重软件建设。因此，笔者建议：①在资金允许的情况下，可考虑具有四层交换的高性能交换机作为核心交换层设备，以保证通信的 QoS。②启用记费系统等软件进行流量测定与控制。③应用分布式访问的安全保护，实现任意组合的智能化管理，如一方面禁止学生进行访问，另一方面又允许教师进行访问。

参考文献：

[1] Karen. 组建 Cisco 多层交换网络 [M]. 李逢天, 张帆, 译. 北京: 人民邮电出版社, 2000.

- [2] Jayant K, Ian G, Mohan K. 千兆位以太网教程[M]. 段晓译, 北京: 清华大学出版社, 1999.
- [3] 马林. 三层交换技术解析[DB/OL]. [2001-09-27]. Available from <http://market.ccidnet.com/tech/network/58-3360.html>.
- [4] 刘志东, 马林. 三层交换主宰局域网[DB/OL]. [2001-09-27]. Available from <http://linux.ccidnet.com/tech/network/58-3359.html>.
- [5] 万博通公司技术部. 网络系统集成实用技术与方案设计指南[M]. 北京: 海洋出版社, 1999.
- [6] 俞黎阳. VLAN 技术及其应用[J]. 微型电脑应用, 2000, 16(7): 11—14.

Application of layer 3 switching and VLAN technology in campus network

TANG Li-hua, FANG Lu-ming

(Information Department, Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, Zhejiang, China)

Abstract: Layer 3 switching is integrated by the layer 2 switching and routing technology. Based on layer 3 switching to configure VLAN, the transfer speed will be improved by the wire-speed switching in a VLAN-subnet and the wire-speed routing between VLAN-subnets. In present, layer 3 switching and VLAN technology make optimal use of building medium or small campus network. In this paper, based on multilayer switching model and VLAN technology, a campus network of scalability and intelligence is presented. The availability of the technologies is showed in the process of building and management of the campus network.

Key words: campus network; layer 3 switching; virtual LAN; technology integration

《新世纪最有开发价值的树种》出版

国家林业局泡桐研究开发中心暨中国林业科学研究院经济林研究开发中心侯元凯博士等主编, 中国工程院副院长沈国舫院士作序的《新世纪最有开发价值的树种》已由中国环境科学出版社出版。

该书作者通过对树木市场多年的调查和对林业高新技术前沿的把握, 精选了新世纪初最具有开发价值的速生丰产和珍贵用材林、名特优新经济林和园林绿化树种, 其中绝大多数是新近培育的树木品种、引进树种和珍稀树种, 均具有独特的特性和市场开发价值, 每个树种均扼要介绍了品种来源、特征特性、栽培要点、适生范围和开发价值等。内容丰富, 取材新颖, 技术先进, 使用价值较高, 尤其对希望进行农业产业结构调整的基层政府, 希望从事林业产业开发的企业、农民和林业技术推广人员, 可以作为一部新颖、时效性强的生产中亟需的参考书, 也可供林业院校师生参考。全书 20 万字, 大 32 开本, 定价 25.00 元 (每本需另付邮资 2.00 元)。有意购买者, 请速从邮局汇款。

汇款地址: 100083 北京林业大学 148 信箱。收款人: 李明志。

注: 请将汇款人地址与汇款人姓名填写详细, 我们将据此寄书。另请在“汇款人简短附言”注明“购树种某某本”。