

交换式网络的概念与应用

郭大伟 (安徽财贸学院计算机中心 233061)

摘要:传统的共享式以太网在支持新的网络应用方面已不堪重负,而交换式网络作为一种崭新的技术,为传统网络的升级提供了较好的解决方案,并具有良好的应用前景。本文较为详细地介绍了交换式网络技术的基本概念、工作原理及其优点,并对交换机的性能指标及实际应用作了评述。

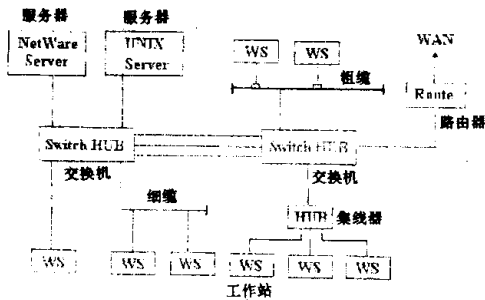
一、交换机的基本原理与连接方法

交换以太网的设计思路最初来源于电话网,即在一个系统内同时按需存在多个点对点的会话。交换原理类似于一个多端口网桥,由它决定信息在不同的端口、不同源/目的地站点和不同的用户之间传送,而不对其他用户的信息流造成影响。以太网交换机检测每个到来数据包的源和目的地的媒介访问控制(MAC)层地址,将它们与一动态地址表对比。交换机将从前未指明的源地址加入到表中,并将数据包发送到正确的目的端口。在交换机内部,标准以太网的冲突式网络存取机制(CSMA/CD)不再存在,以太网固有的“冲突”现象将显著减少或不再发生。

交换式以太网的核心部件是采用网络交换机,这些

网络交换机总线带宽可达到几个或十几个 Gbps。在这些网络交换机中,可以根据用户的需要,插入不同的模块或接口卡,与不同的网络设备相联。目前用户常用的网络交换机称之为 Switch HUB(交换式集线器), Switch HUB 与服务器或高速终端联接的介质通常采用双绞线、光纤或电缆,这种交换机可以与把规模较大 LAN 分成较小的网段或子网,可以将一个子网接到交换机上,也可以将一个网段接到交换机的端口上,还可以将工作站、服务器直接连接到交换机的端口上。交换机也经常作为“集线器的集线器”,将路由器、集线器或中继器连接起来,起到“信息交换中心”的作用。交换机之间也可以实现“级连”,以扩大网络的规模。下图是交换机与其他网络设备连接方式的示





尽管最终的网络模式是每一台网络客户机都拥有专用的网络带宽,实现其全连接的目标,但在实际中并不是所有用户都有这种要求,另一个原因是交换机的网络端口有限,对于较多的用户的网络也不可能使每一个客户机独占一个端口。就目前的技术而言,最经济的解决方案是将网络交换与小型叠加集线器结合在一起使用。在这种类型的网络中,交换机的一部分端口用于服务器的直接连接,而另一部分网络端口则用于小型集线器的连接,后者再与各自独立的 PC 机相连。这种做法能够延长初期投资的使用寿命,将来唯一可能淘汰的设备只是廉价的集线器。

二、交换机数据包的传送机制

以太网交换机在传送源与目的端口的数据包时,通常采用两种技术:直通(cut-through)方式或存储转发(store-and-forward),所采用的传送机制将对延迟产生影响。延迟是指包到达时刻与实际的数据传输之间的时间间隔。

在直通方式下,当一个数据包出现在输入端口时,交换机只检查包的头部,读出 MAC 地址,就将数据包发送到它的目的端口,而不是等到整个数据包接收完毕再发送。但直通方式存在一个缺点,无法实现错误检错,如对冲突包、CRC(循环冗余校验)包的检测。由于碰撞及其他原因引起的坏包同样会被交换传送。

如果要保持网络数据传输的稳定性和可靠性,存储转发方式是一种比较好的交换方式。它有着完整的错误检查机制,可以对数据包进行检查纠错。在此方式下,存储转发交换机先将输入的帧保存在内部缓冲器中,直到全部帧数据都到达后,再进行传输。另外,存储转发式还用于在发送与接收端口速度不一致时用来数据缓存,例如将 100Mbps 端口的数据向 10Mbps 端口转发时,就需

要先将数据包存储起来,然后再转发至低速端口,以保持高速端口与低速端口之间的速率协调。显而易见,存储转发交换会造成数据包的延迟,其延迟时间等于一个包的传输时间,尤其在多端口数据同时进入时,会造成系统响应速度慢,有时可达几百毫秒。

值得庆幸的是,大部分交换机允许网络管理员利用网络管理控制台上有关传输的统计信息,由用户来决定是采用直通式或存储转发方式。也有的交换机可自适应地加以选择,自动切换工作模式。例如在任一端口上出现有太多问题的帧时,交换机则会由直通模式自动切换成存储转发模式;而一旦出错帧的数量降至可接受的程度时,交换机又会恢复到直通模式。

三、交换式 LAN 的优点

交换技术是一种已经被证实能够解决网络瓶颈和提高以太网综合带宽的技术,一个设计优良、布局合理的交换机可以显著地提高整个网络的性能。用 LAN 交换机构造的交换式网络具有很多传统网络结构所无法相比的特点:

1. 提高网络带宽

交换器可以提高机构中网络的性能,它把大的网络分段成许多较小的 LAN,使得建立较小的网络分段。这些网络分段意味着只有少量的站来竞争带宽,因而减少了网络阻塞。由于消除了传统以太网段节点设备的带宽分享,从而缓解了网络的拥塞状况。以太网交换机给每个端口提供全带宽,所以可以每个用户站或者网络服务器的带宽均接近 10Mbps 或是 100Mbps 的以太网带宽。如果网络管理者不想让每个工作站均获得全带宽,他们可以在每个端口指定一定数量的用户,由有限的用户来共享带宽。

2. 支持多端口连接及网间交换

交换器是用于连接几个独立 LAN 并在它们之间提供数据包过滤的设备。LAN 交换机是一种多端口的设备,以支持在不同端口对之间同时进行多端口传输。每一个端口可以支持一个端接站,或者是一个完整的以太网或令牌环 LAN,克服了传统以太网在这方面的限制。当不同的 LAN 连接到交换器的每一个端口时,它根据目的地址过滤数据包,按需要在 LAN 之间交换数据包。

在交换机的实际应用中,还存在多个端口频繁地访

间一个端口的情况,它非常类似于多个网段通过交换机与某个服务器的连接,这时可以采用这种方案解决,即将服务器连接在带宽为 100Mbps 的端口上,而其他多个为 10Mbps 端口就可以轻松地访问服务器而不会降低性能。另外,还有些交换机提供了 FDDI 端口,以提供更大的带宽。

3. 能够连接不同类型的网络

当用户采用交换技术后,交换机在网间与网段之间提供必要的连接能力,过去复杂的网间互联变得非常简单。在交换式集线器中,各种模块均是插卡的方式,如 ATM 卡、FDDI 卡、各种 Ethernet 卡等,各类不同的插卡正在成为系列产品,以方便与各种网络设备联接。交换式 HUB 可与光纤网(FDDI)、以太网(Ethernet)、令牌环网(Token Ring);不同的网络协议、不同的传输介质通过 Switch HUB 方便地实现连接。

4. 最大限度地保护现有的资源

用以太网交换技术解决带宽问题,比传统的路由器和网桥相比,具有性能和价格方面的优势。采用交换技术比转向新的网络技术付出的代价要低的多,如那些希望改进网络性能,同时又想保护现有基础投资的部门来说,这是一种较为理想的网络升级方案。交换器靠给每一个端口提供专用的带宽提高网络性能,而无需用户改变任何现有的设备。当用户的网络系统需要升级时,只需更换或增加交换机中的部分插卡便可完成,其余设备无需更换即可继续使用。交换机可以与当前的各种网络设备(如网桥、路由器等)一起工作,与共享介质型集线器连接,使你不用对网络作任何改变即可较大幅度地提高网络的性能。根据目前网络的发展趋势,未来将是 ATM 的时代,因此,今天的投资必须将 ATM 考虑进去,交换技术能很容易地过渡到 ATM 的传输方式上来,因此它代表了将来网络发展的一个重要方向。

5. 支持虚拟局域网

虚拟局域网(VLAN)是用基于分包交换机的网络替代基于路由器的一种新的网络基本结构。VLAN 结构的优点是容易改变网络,用户不需改动电缆线便可以逻辑地在工作组之间移动,而仍保留与原有网络的连接特性。由于 VLAN 基于快速交换技术,因此不论从性能上还是资源的有效利用上都有提高。

VLAN 可以逻辑地定义工作组,满足在动态工作组

内增加带宽的同时,创建动态工作组以满足开发的需求。同一 VLAN 上的工作组成员可以协同工作、共享计算机资源,但是它们不能同其他的逻辑工作组进行通信,除非这两个网之间已被桥接。在这种方式下,对包含特定数据的服务器的访问,只限于指定工作组,而其他工作组都是被禁止的。广播数据包也限制在一个特定虚拟的局域网范围内,所以它们不会传遍整个网络以至于增加业务拥塞程度。

6. 交换机作为网络主干线

传统的网络主干线都是由较长距离的传输介质组成,这些传输介质一般是同轴电缆、光纤或双绞线,主干线上挂接各种网络设备,组成总线式的网络结构。即使是采用光纤作为主干线,其带宽也只有 100Mbps,若联至各客户端的带宽也增至 100Mbps,则反过来又使主干线成为网络传输的瓶颈。而网络交换机的总线速率可达几个 Gbps,如果把网络交换机的总线作为整个网络的主干线,即将原来较长的传输介质组成的主干线浓缩到交换机内的总线上,使交换机的总线成为整个网络的主干线,于是网络交换机便成为整个网络的中心,网络结构便组成了星形结构。这样就解决了由于网络主干线带宽太窄而产生的瓶颈问题。

7. 防止广播风暴

网桥最大的弱点是无法阻止“广播风暴”,当来自某一端口的数据帧的目标地址未知时,网桥会把它转发所有其他端口。当采用广播方式进行信息传递时,如果网间互连缺少智能连接,大量的广播信息会形成“广播风暴”。交换机在阻止网段之间的广播数据包时,可防止广播风暴。

8. 便于网络的管理

交换机管理中很重要的一点就是能获得被监视设备的有关信息和统计资料。若没有网络管理的支持,网络上的某个设备就有可能丢失或与网络隔绝。大部分交换机都支持 SNMP(Simple Network Management Protocol:简单网络管理规程)标准,SNMP 是基于 TCP/IP 的一个标准网络之间的管理协议,为异构互连网所设计,提供了在局域网和广域网中监控异构设备的有效手段。使用 SNMP 协议,可以在网络的中心节点管理网络中的大部分设备,包括远程的 DTE 设备,SNMP 协议采用轮询(polling)和设置终端参数的试为对网络事件进行监控。

目前各种交换机产品供应商一般都提供遵循 SNMP 协议的网络管理软件,这些网管软件的种类很多,管理的方法、内容和范围也不完全相同。

网络交换机的管理可以是带内(In-band)的,也可以是带外(Out-band)的。带外管理通过一直连接交换机的本地终端实现,带内管理则由一个中心点控制。为了在管理控制台上看到实际的图形显示效果,需要安装 SNMP 软件包。设计优秀的 SNMP 软件包通常是 GUI(图形界面接口),可允许管理员通过鼠标操作并配置有关参数。它们通常可以提供综合性的报告,如传输和接收帧的数量,带宽的使用情况,每个端口上不同类型的错误率及其他统计信息。由于网管软件的支持,网络管理员可以随时监控网络的工件状况,准确地了解网络的负载情况与网络相联的各类设备的工作情况,合理地调整网络的配置,对网络进行流量控制,提高网络的安全性与使用效率。

四、以太网交换机的性能与评价

交换机因其厂商和产品类型不同,它们所能达到性能指标也不同,我们可以在选择和应用时按照以下几个方面仔细加以考虑。

1. 静态与动态交换

静态交换可使网络管理者通过软件来完成网络配置的增加、移动等改变,以改善网络的可管理性。例如它可将端口分组集中到同一个网段中,使得组中任一个端口都可被路由到同组的其他端口。动态交换在每次传输时都要标明站点的端口地址,这样,每一个指定传给一个站点的包都只被转接到相应的端口,而不影响其他端口的带宽。如果一个工作站改变了工作地点,交换器可以动态地将包的发送作相应的设置。

2. 端口的数量及工作方式

要清楚本网络系统中可能用到的最大端口数是多少,以确保自己的选择能够满足目前或将来的需求。是否支持 FDDI 端口,各端口是否可以半双工或全双工方式下工作。端口传输速率是否可以调整,如将某端口由低速的 10Mbps 调整为高速的 100Mbps。

3. 系统扩展性

网络需求是不断变化着的,交换机的可扩展性也是

非常重要的。如果需要增加交换机端口会如何?是否提供一个专用端口可把多个交换机级连起来,而不必让出任何高速连接端口。

4. 吞吐量

吞吐量可用专门的测试仪(一种数据包发生器)或在实际网络环境中测出。要测试交换机在理论上的最大吞吐量,在各种包大小的情况下,其吞吐量是持续不断的,还是瞬时最大值。一般来讲,当数据包长度变大时(如 512 或 1280 字节),吞吐量会有所下降。

5. 延时

一般来讲,直通式交换方式比存储转发方式的延时要小,性能较好的交换机工作在存储转发方式时,其延时一般在 100 微秒以内。

6. 交换方式与智能切换

允许用户选择直通式或存储转发方式,当然最好支持智能直通交换方式。即允许用户指定一个传输错误率,当达到此错误率后,由直通方式转为存储转发方式;当错误率降到可以接受的程度时,交换机又会切换到直通方式。毫无疑问,这种双模式将会是交换机的发展方向。

7. 容错能力

在交换式网络中,作为网络核心设备的交换机的容错能力是一个重要的问题。因为交换机一般是 24 小时工作的,一旦交换设备发生故障,将导致整个网络的运行瘫痪。应了解交换机的有关电源备份、与服务器的连接和与主干的连接情况,当它们失效时,会有什么情况发生。

8. 网络管理

交换以太网正在成为网络解决方案重要的部分,要确保其交换网络是完全可管理的。每种交换类型需要各自的管理方法。有些交换机管理的功能还不是很成熟。例如 VLAN(虚拟网络)就是其中一例,各厂商对此实现的方法各不相同,在很多情况下,一个厂商的虚拟网络并不能适用所有的产品系列。在“可见度”方面,一些产品在每一端口都提供 RMON(Remote Monitoring: 远程监控)功能,而有些交换机只允许在一个 RMON 端口进行监控。

(来稿时间:1997年1月)