

第三层交换技术浅析

金培权 (天津财经学院信息系 300222)

摘要:第三层交换技术(Layer 3 Switching)的兴起,对整个网络界产生了极大的影响。它提高了网络的性能,对局域网乃至广域网的网络体系结构设计也产生了很大的影响。本文在回顾了交换技术发展历程的基础上,对第三层交换技术的实现要点和技术进行了详细地阐述。在文章的最后,给出了作者对于第三层交换技术的未来的一些看法。

关键字:第三层交换 路由 逐包式技术 直通式技术

一、回顾

在过去的20多年中,交换技术和路由技术都得到了充分地发展,尤其交换技术的发展和在网络技术的贡献更是引人注目。到目前为止,已基本形成了“以交换机为中心”的LAN连接方案。尤其近几年来所建成的Intranet更是离不了交换机和路由器。交换技术和路由技术的主要区别,在于交换机所处理的是以太网帧中的MAC地址部分,而路由器则不仅可以识别MAC地址,还可以进一步分析包含网络类型信息的协议首部。就因为这一关键性的不同,使得交换机和路由器在网络设计中所担任的角色也大有不同。传统的二层交换机主要用于使网络通信双方节点在通信时能够获得专有的连接,从而享有真正全部的带宽,这对于共享式以太网而言无疑是一个大飞跃。二层交换机也可用于划分子网,但是,基于二层交换机的所有子网在遇到数据包广播时便显得毫无意义。因为对于二层交换机来讲,与其所有端口相连的节点,无论是单一的工作站还是子网,都共享一个广播域。当发送节点发送了一个广播封包后,该封包就会扩散到所有与交换机端口相连的子网当中,而不管该子网是一个TCP/IP子网还是一个IPX子网。显然,将一个TCP/IP广播包发送到IPX子网中是显然不合理的。这也会影响整个网络的性能。二层交换机的这种广播控制缺陷是由其对以太网帧的处理能力所决定的,因为二层交换机只能识别MAC地址,不能识别数据包中的网络地址信息,因而它对于区分不同类型的子网是无能为力的。路由器在网络设计中的一个主要作用就是用来完成交换机所缺乏的有效子网划分和广播控制功能。在通过路由器连接的两个子网中(这两个子网可以是共享式的,也可以是交换式的),A子网的广播封包不会扩散到B子网当中,反之也一样。A、B子网的正常通信可通过路由器的路由来实现。路由器在控制广播、划分子网以及流量控制方面的功能是有目共睹的,但是由于传统路由器的路由寻址功能是通过软件来实现的,该软件

运行与有固定内存的CPU之上,虽然CPU和存储器的速度越来越快,但仍赶不上网络流量增加的速度。随着用户对网络性能、网络延迟和网络带宽的需求的不断增加,尤其随着Gigabit以太网和Intranet及Extranet的兴起,传统路由器的处理速度越来越成为提高网络性能的瓶颈。与路由器相比,由于二层交换机采用ASIC(Application Specific Integrated Circuit)芯片来处理包转发,因而其处理速度是非常快的。交换技术和路由技术在当今的网络设计中都是核心技术,但两者都各有优缺点,而网络需求又在不断增长。在这种情况下,人们自然而然地就会考虑:能不能将交换机的高速性能和路由器的控制功能结合起来呢?第三层交换技术便是在这种想法的基础上产生的。

二、实现要点和不同的实现技术

什么是第三层交换?简单地讲,就是在保持交换的高速性能的基础上又拥有路由器的网络控制功能;或者说也可以说,在保持路由器的网络控制功能的基础上又拥有交换的高速性能。实际上,第三层交换就是将交换机和路由器各自的优点结合起来的一种技术。但是应当明确:将一个传统的路由模块加入到交换机当中并不是真正的第三层交换,这是因为在这种情况下,流量控制、路由寻址等功能虽然也可以实现但传统路由的高延迟还依然存在。所以,要实现真正的第三层交换,关键在于要改变传统路由器处理包转发的技术,也就是要实现线速路由(Wire-speed Routing)。

根据这一目标,众多的厂商都着手开发出了第三层交换产品。目前,这些第三层交换产品的实现技术大致可以分为两类:逐包式技术和直通式技术。

1. 逐包式技术

逐包式技术的全称是逐包转发第三层交换技术(Packet by Packet Layer 3 Switching, PPL3)。逐包式技术在第三层上对每一个数据包都进行检查,然后转发。这

和传统路由器在功能上是相近的,区别是在性能上。采用逐包式技术的第三层交换机内置了新的 ASIC 芯片。新的 ASIC 芯片内置了帧处理器,可完成大量的网络层功能。因此,借助于这一先进的 ASIC 芯片,第三层交换机便可完成在第三层上对每一个数据包都进行检查和转发的功能,而且能够达到线速。而传统路由器是不可能达到这一目标的。逐包式技术综合了传统路由技术和二层交换技术的优点,真正实现了在第三层上线速路由的目标。而且,由于这一技术没有采用新的协议和专用技术,所以可以和现有网络完全兼容。原有的路由协议在 PPL3 交换机上仍然可以运行。正是由于 PPL3 技术的这一优点,才使得 PPL3 技术得到了众多厂商的支持。

2. 直通式技术

直通式技术分为直通式第二层交换技术 (Cut-through Layer 2 Switching) 和直通式第三层交换技术 (Cut-through Layer 3 Switching)。

·Ct12 的工作方式是按传统路由器的工作方式路由第一个数据包,记忆其路径,然后其他的数据包则通过第二层查到路径后直接转发,也就是常说的“一次路由,多次交换”(route once, switch many)。Ct12 技术依赖于高性能的路由服务器来确定转发路径的细节,并根据此细节设置第二层的交换机。

·Ct13 的工作方式是路由第一个数据包后,其他的数据包则不加检查地直接在第三层上进行转发。Ct13 的所有处理都在第三层上完成,因此它拥有比 PPL3 和 Ct12 都高的转发速度。

三、逐包式技术和直通式技术的比较

1. 性能:Ct13 的性能最佳。Ct13 处理一个 Internet 数据流(平均 8 个数据包)的速度要比 PPL3 快 2 微秒。但这种细微的差别在实际应用中并没有多大的吸引力;

2. 互操作性:PPL3 的互操作性最好。PPL3 交换机可以与传统的路由器和二层交换机很好地工作,这是因为 PPL3 所使用的协议仍是原来的协议的缘故。而 Ct12 和 Ct13 都不能和原有的交换机和路由器协议兼容。直通式交换机使用了厂商的专有技术,这意味着一旦采用了某个厂商的产品,就必须依赖于这个厂商。由于直通式技术不支持不同厂商的技术,使得直通式技术很难成为第三层交换的技术标准;

3. 安全性:由于 PPL3 在第三层上逐一地检查每一个数据包,之后才发送给目的节点,因此,PPL3 拥有很好的安全性。借助 PPL3 可以应用象差错控制、QoS 等网络层服务。而直通式技术因为只检查第一个数据包,因此在安全性方面就比较差,典型的情况是:当直通式交换

机发现错误时,由于除第一个数据包外,其他数据包都是未经检查即发送的,因此,有错误的数据包此时可能已经处于发送端口了;

4. 价格:PPL3 的实现成本比较高,而直通式技术的价格相对较低;

5. 厂商支持:PPL3 的支持厂商比较多,产品也已有供货,而 Ct13 目前只有 MPOA 采纳,并且在基于帧的网络上还尚无产品。

四、第三层交换的未来

对于第三层交换技术,目前网络界正处于开发和争论的阶段。一方面是究竟采用逐包式技术还是采用直通式技术,另一方面是许多厂商也正在开发其他的新技术。现在可见的第三层交换技术并不止逐包式技术和直通式技术两种,但另一些技术大都是在这两种技术上加了一些改进而形成的。第三层交换技术对于厂商而言是十分诱人的,但任一厂商的技术想成为主流技术或标准都是不容易的。这情形比 1997 年的 56Kmodem 技术之争尤为复杂。如果从制定标准的难易程度来看,逐包式技术更有望成为将来的主流技术。毕竟,采用直通式技术需要依赖于厂商的专有技术,这对于用户来说是十分忌讳的,而传统交换式 LAN 的巨大安装量又使得彻底抛弃以往的协议不太可能。大多数的专家都建议用户使用多厂商支持的技术,所以,直通式技术的市场可能要比逐包式技术小得多。但究竟谁胜谁负,还得看有关协会和厂商的认可。

另外,目前还有一种基于软件的第三层交换技术,它的出发点在于尽量地保持原有设备的价值。采用软件来实现第三层交换,可以使原有的设备不至于全被淘汰,但在性能上不如基于硬件 ASIC 的第三层交换机。这种基于软件的解决方案的优点是价格很低。这种技术将来可能也会在市场上占有一席之地。这主要是因为让一个用户用第三层交换机全部替换近期刚购买的昂贵的路由器是很难实现的。但随着第三层交换技术的不断发展和成熟,基于软件的解决方法的价格优势也会越来越弱。

五、结束语

第三层交换是一个热门而又复杂的话题。在短短的篇幅里很难将其各个方面都阐述清楚。三层交换的讨论还未结束,关于四层交换和多层交换的话题又已兴起。网络技术的发展一日千里,每一种新技术的采用都会引起计算机界甚至整个社会的极大变革。56Kmodem 技术已有标准,Gigabit 以太网的标准即将出台……每一种新技术都是一个新的突破口,都将对计算机技术的发展产生深远的影响。可以确信,第三层交换技术也必定会如此。
(来稿时间:1998年9月)