

IP QoS 实现技术

赵金¹, 刘振霞², 蒋序平¹

(1. 解放军南京通信工程学院, 江苏 南京 210016; 2. 空军工程大学 电讯工程学院, 陕西 西安 710077)

摘要:首先介绍了 QoS 的基本概念, 然后讨论了综合服务、区分服务和 MPLS 等几种 IP QoS 实现技术, 并对它们的优缺点进行了比较。最后简单探讨了流量工程和 Internet QoS 服务方面还需研究的问题。

关键词:服务质量; 综合服务; 区分服务; 多协议标签交换; 资源预留; 流量工程

中图分类号: TP393.03 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-3516(2001)06-0082-04

基于 IP 技术的因特网目前只提供尽力而为(best-effort)服务, 对所有应用无区分的对待, 这样做使得流量尽可能快的处理, 但是由于不同的应用对服务质量的要求不同, 尤其是随着多媒体技术的发展, 对图像、语音等多媒体通信的需求越来越多, 而这些信息对时延、吞吐量等服务质量参数一定的要求, 与普通的数据不同, 这样采用尽力而为的方法就难以保证, 所以针对如何在因特网上满足一定的服务质量要求是必不可少的^[1]。

IETF(Internet Engineering Task Force)提出了许多服务模型和机制来满足服务质量的要求。其中讨论比较广泛的是 Int-serv/RSVP(综合服务/资源预留)模型、Diffserv(区分服务)模型和 MPLS(多协议标志交换)模型。本文主要针对这三种模型对服务质量的保证进行了探讨。

1 QoS 的概念

QoS 是指 IP 包在一个或多个网络中传输的过程中所表现的各种性能, 它是对各种性能参数的具体描述。这些性能参数包括: 业务可靠性、延迟、抖动、吞吐量、和包丢失率。IP QoS 的最终目的是要为各种业务(包括数据、图像、多媒体和语音业务等)提供可靠的端到端的服务保证。因特网上存在服务质量问题是由以下两方面原因造成的: 用户数量的增加造成网络资源不足, 从而导致服务质量下降; 现有网络性能无法满足各种新型实时业务的各种服务质量要求。

对应于这两个方面, 对 QoS 问题的解决也将从下列两个方面来进行: 流量工程(Traffic Engineering); QoS 的直接实现。

流量工程可以说是一种间接实现 QoS 的技术。它将通过资源的合理配置, 对路由过程的有效控制使得网络资源能够得到最优的利用, 在网络的运行中使得路由能够自动的避开网络故障、网络拥塞与网络瓶颈。当网络资源得到充分利用时, 自然而然地, 网络的各项 QoS 指标, 也将随之大大改善。QoS 直接实现实际上就是根据各项 QoS 指标在网络中的各个节点上对各种业务流采取相应的措施, 以保证这些指标的实现, 这是一种直接的 QoS 解决方案^[2]。

2 QoS 直接实现技术

2.1 综合业务和资源预留

综合服务模型建议了三种服务: 1) 有保证的服务, 主要针对对最大时延有要求的应用; 2) 可预测的服

务,主要针对对可靠性有要求,但无最大时延限制的应用;3)尽力而为服务,主要针对伸缩性比较大的应用程序,例如:文件传输应用。针对以上要求,该模型提出网络的路由器能够对资源进行预留,来满足对 QoS 有特殊要求的应用。

综合服务的实现包括五个部件:1)资源预留建立协议;2)允许控制;3)监管控制;4)分组分类器;5)分组调度器。资源预留建立通常采用 RSVP,它是一个为了预留资源而采用的一种信令协议。资源预留建立具体过程如下:发送方发送 PATH 消息到接收方,接收方收到后沿与 PATH 消息相反的路径返回 RESV 消息,所经过的节点根据自己的资源情况决定是否满足 RESV 消息的要求,如可满足,则将所需的资源预留下来,向前一个节点继续转发 RESV 消息,直至发送者,双方即可通信。如不满足,则可拒绝,再通知接收者,则对话结束。

在服务类型中,有保证的服务和可预测的服务必须为通信预留资源,而尽力而为则不需允许控制即可传输。具体的路由器的实现框图如图 1 所示。

当路由器收到一个分组,分类器将根据分组的一些参数,例如:IP 地址、端口号等来进行分类,并将分组放入一个队列,调度器将根据它的 QoS 要求进行调度。

综合服务模型存在一些问题:1)由于中间节点要存储流的状态,随着流的增加,状态的数量会大大增加,所以可扩展性不好,不适合核心路由器。2)对路由器的要求更高,因为所有的路由器必须实现 RSVP,允许控制,监管控制,分类和分组调度。

2.2 区分服务(Diff - serv)

针对综合服务存在着较复杂和不易扩展等问题,IETF 又提出了较易实现的区分服务,它不是基于流而是基于类进行处理,它将有相似 QoS 要求的流合并为一类,提供相同的处理方法,而对于不同的服务种类,在节点中采用不同的方法进行处理,来满足用户不同的 QoS 要求。

区分服务体系结构中,能够实现区分服务的网络中的路由器组成一个区分服务域(DS 域),其中节点分为边界节点和中间节点。边界节点可分为入口节点和出口节点,入口节点主要负责保证进入 DS 域 的流量符合该域和入口相连的其他域之间的流量调约定(Traffic Conditioning Agreement, TCA),出口节点根据与下一个域之间的 TCA 来实现出口流量调节。

从功能上来说,边界节点主要完成分类和流量调节,其中流量调节包括监测、分组标识和整形/丢弃等功能;中间节点包括分类和队列调度/管理功能。根据路由器采用不同的算法,可以提供不同的服务,例如:1)对要求低时延和低抖动的应用程序提供超值业务;2)对需要预测的应用程序提供确保的业务;3)根据需求的不同,将服务分为金、银、铜服务;4)提供现在因特网上的尽力而为服务。

区分服务和综合服务有明显的不同,首先,DS 字段只能表示有限的服务类型,具有相同 DS 字段的分组将得到同样的服务;其次,区分服务状态信息的数量与类型的数量成比例,而与各应用的流无关,有较好扩展性;最后区分服务要求 DS 域的内部节点只实现分类和简单的调度算法,故其比综合服务更容易实现。

3 多协议标记交换与流量工程

当网络负载较轻时,综合服务、区分服务等都能提供较好的 QoS 保证,尽力服务方法与它们的效果也相差不多,因此,避免网络拥塞是保证 QoS 的一个重要问题。

网络的拥塞是由于网络资源的缺乏或流量分配不均衡而造成的。在第一种情况下,所有的路由器和链路都过载了,所以唯一的方法就是通过更新网络的设施或调整对网络资源的需求。在第二种情况下,网络的部分已经过载,而其他部分的负载则很轻,这种流量的不均衡分布是由于某种动态路由算法(如 RIP、OSPF 等)造成的,因为它们总是选择最短路径来转发分组。

流量工程是通过控制流量流经网络的方式,来避免不均衡和低效的网络利用率,这是流量工程中最重要

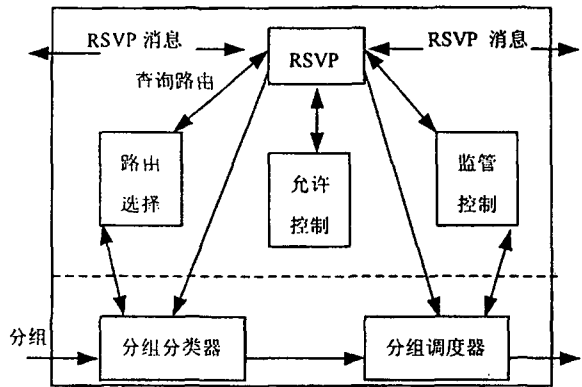


图 1 综合服务体系结构中路由器的功能部件

的部分,它是由 QoS 路由选择演化而来,它的目的是选择能够满足一定 QoS 要求的路由,避免网络拥塞和提高用户的满意程度及网络的利用率。它主要通过链路状态的发布和选择衡量尺度及路由计算算法来实现。流量工程是 MPLS 首先致力解决的问题,也是 MPLS 技术之所以炙手可热的最主要优势之一。

3.1 MPLS 的基本原理

MPLS 协议实现将第三级的包交换转换成第二级的交换。尽管 MPLS 可以使用各种第二层的协议,如帧中继、PPP、以太网等,但目前 MPLS 的主要发展方向是在 ATM 方面。这主要是因为 ATM 具有很强的流量管理功能,能提供 QoS 方面的服务,ATM 和 MPLS 技术的结合能充分发挥在流量管理和 QoS 方面的作用^[3]。

MPLS 采用最简化的技术来完成第三层交换向第二层交换的转换。MPLS 在 IP 数据包前加入固定长度的包头(标签),不对 IP 数据包的内容作任何的处理。采用固定长度的标签,加快了 MPLS 交换机查找路由表的速度,减轻交换机的负担。MPLS 网络的交换机分为边缘交换机(LER)和核心交换机(LSK)。通过标记分配协议(LDP 协议),预先为 MPLS 边缘路由器建立直达的数据连接,在边缘交换机之间采用 ATM 核心交换机进行互联。在数据通信过程中;中间的 ATM 交换机根据标记路由表只做信元交换功能。使用固定长度的标记表查找路由,大大减轻了交换机的处理负担。IP 数据包在核心交换机转发的过程中只做第二层的交换,即 ATM 信元的交换,因而加快了数据包转发的速度,减少了时延和时延抖动,增加了网络的吞吐能力^[3]。图 2 给了一个例子,该标签可以对应于 ATM 的信元首部的 VCI/VPI,帧中继的 DLCI,PPP 或 LAN 帧格式第二层和第三层之间的 SHIM,这使得 MPLS 能够适用各种基础传输网络。

3.2 MPLS 流量管理

传统 IP 网络一旦为一个 IP 包选择了一条路径,则不管这条链路是否拥塞,IP 包都会沿着这条路径传送,这样就会造成整个网络在某处资源过度利用,而另外一些地方网络资源闲置不用,MPLS 可以控制 IP 包在网络中所走过的路径,这样可以避免 IP 包在网络中的盲目行为,避免业务流向已经拥塞的节点,实现网络资源的合理利用。MPLS 的流量管理机制主要包括路径选择、负载均衡、路径备份、故障恢复、路径优先级及碰撞等。

- 路径选择:MPLS 采用显示路由的方式为 IP 包选一条从源到目的地的路径,网络中的中间节点不需要再为 IP 包选择路由,仅需根据 CR-LDP 信令中携带的路由信息将信令信息转发到下一节点。

- 负载均衡:MPLS 可以使用两条和多条 LSP 来承载同一个用户的 IP 业务流,合理地用户业务流分摊在这些 LSP 之间。

- 路径备份:可以配置两条 LSP,一条处于激活状态,另外一条处于备份状态,一旦主 LSP 出现故障,业务立刻导向备份的 LSP,直到主 LSP 从故障中恢复,业务再从备份的 LSP 切回到主 LSP。

- 故障恢复:当一条已经建立的 LSP 在某一点出现故障时,故障点的 MPLS 会向上游发送 Notification 消息,通知上游 LER 重新建立一条 LSP 来替代这条出现故障的 LSP。上游 LER 就会重新发出 Request 消息建立另外一条 LSP 来保证用户业务的连续性^[3]。

- 路径优先级及碰撞:在网络资源匮乏的时候,应保证优先级高的业务优先使用网络资源。MPLS 通过设置 LSP 的建立优先级和保持优先级来实现的。

3.3 MPLS 的 QoS 实现

MPLS 的 QoS 实现是由 LER 和 LSR 共同完成的。在 LER 上进行 IP 包的分类,将 IP 包的业务类型映射到 LSP 的服务等级上,在 LER 和 LSR 上同时进行带宽管理和业务量控制,从而保证每种业务的服务质量得到满足。由于带宽管理的引入,MPLS 改变了传统 IP 网只是一个“尽力而为”的状况。

IP 包在进入 MPLS 域之前,MPLR 将会根据 IP 包所携带的信息将其分成不同的类别,这个类别就代表网络为其提供的服务等级。LER 分类 IP 包的依据可以是:承载 IP 包的 DLCI、VCC 等信息;TOS 字段或 DS 字段携带的信息;源/目的端口号;源/目的 IP 地址;上层协议(UDP、TCP 等)。

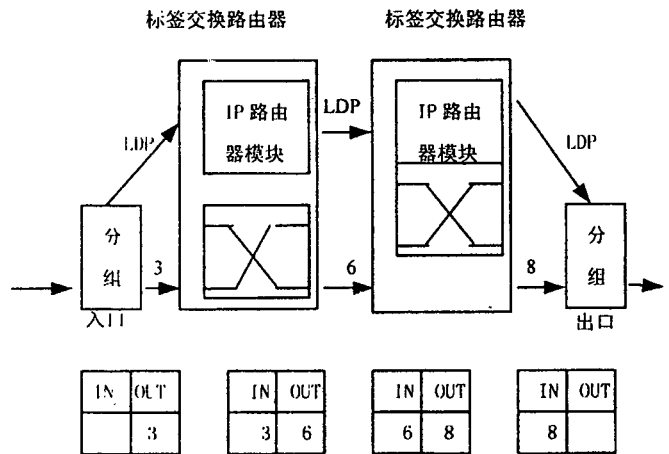


图 2 MPLS 域工作框图

LER 对 IP 包进行分类后,将 IP QoS 映射成 ATM 的 QoS。QoS 的参数以 Traffic Parameter 的形式体现在建立 LSP 的 Request 信令消息中,每个 LSR 在收到 Request 消息后都会根据 Traffic Parameter TLV 中的参数做 CAC(接纳允许控制 - Connection Admission Control),为特定的业务预留特定的资源^[4]。最终,Traffic Parameter TLV 携带的参数会映射到 ATM 的批参数中,然后通过 ATM 硬件资源,主要是 UPC、CAC、Queue 实现对用户申请资源的分配,进而保证 IP 业务的 QoS。IP 业务转换成 ATM 业务后,链路层的控制机制完全与 ATM 一样,进入了 ATM 流量控制机制。

由此可见,在传统的 ATM 和 IP 网中引入 MPLS 控制机制,仅从 Traffic Engineering 和 QoS 这两个侧面看,MPLS 确实有着传统 IP 技术所无法实现的功能,可以将 ATM 和 IP 很好地结合在一起。

4 结束语

Internet 的广泛应用引发了多业务需求,而网络的多媒体技术的发展对网络的要求提出了新的挑战,基于 IP 的业务综合是大势所趋。由于现有的 IP 服务体系无法从根本上保证 IP 服务质量,所以如何保证服务质量是一个急需解决的问题。IETF 提出了综合服务、区分服务等服务体系结构,同时也提出了将综合服务、区分服务和 RSVP 结合在一起保证端到端 QoS 的框架,以及综合服务和 ATM 的相互结合。但是这些体系结构仍然存在许多未解决问题,其中包括:如何建立具有 QoS 保证的多业务统一传输平台;进一步研究准入控制和资源分配;高效的路由算法;QoS 和尽力路由的融合;不同业务的 QoS 要求分析和向网络的 QoS 参数的映射;可从现有网络平稳过渡、可扩展的 IP QoS 保证体系结构;IP 和 ATM 的融合等方面。同时由于缺乏统一的标准,各种产品无法互连,而且现有的模型要求所有的路由器都同时支持,否则整体性能不能保证。所以如何提供 IP 服务质量保证,是一个很复杂的问题,不仅要技术上,还要从经济等多方面考虑。

参考文献:

- [1] Braden R, Clark D, Shenke S. Integrated Services in the Internet Architecture Overview[M]. New York: McGraw - Hill Book Co, 1994.
- [2] Rosen E, Viswanathan A, Callon R. Multiprotocol Label Switching Architecture[R]. ASME 98 - GT - 208, 1998.
- [3] Ran R, Verma D, Kamat S, et al. A Policy framework for integrated and differentiated services in the Internet[J]. IEEE network, 1999, 13(5): 36 - 41.
- [4] Bernet Y, Yavatkar R, Ford P, et al. A Framework for End - to - End QoS Combining RSVP/Intserv and Differentiated Services [R]. ASME 98 - GT - 290, 1998.

Implementation of IP QoS Technology

ZHAO Jin¹, LIU Zhen - xia², JIANG Xu - ping¹

(1. Institute of Communications Engineering, PLAUST., Nanjing 210016, China; 2. The Telecommunication Engineering Institute of the Air Force Engineering University, Xian 710077, China)

Abstract: This paper has introduced some basic concepts about QoS, and the several techniques, such as Integrated Services, Differentiated Services and MPLS of QoS. Their advantages and disadvantages are also compared. Finally, the traffic engineering and the unsolved problems about guaranteeing QoS of Internet services are mentioned.

Key words: quality of service; integrated services; resource reservation; differentiated services; multiprotocol label switching; traffic engineering

(全卷终)

空军工程大学学报(自然科学版)2001年总目次

伴随卫星伴随运动运动学分析	王志刚,李 卿,陈士楷,等(1.1)
大迎角飞行品质模拟研究	胡朝江,周航星(1.6)
大孔径限流装置损失特性分析	沈燕良,王建平,曹克强(1.10)
机载火控 PD 雷达性能的改进	王 星,王兴华(1.13)
自动炮支架作用原理分析	何 永,冯金富,张培忠,等(1.16)
二次型稳定 H_{∞} 鲁棒飞行控制	陈 恒,张玉琢,朱战霞(1.19)
空战模拟中飞行品质的引入	董彦非,张恒喜(1.23)
基于不完全树结构小波变换及 FKCN 的纹理分割	王晓丹,赵荣椿,吴崇明(1.26)
ARINC429 总线接口芯片及接口板的设计与实现	刘明东,禄乐滨(1.30)
TDM/TDMA 系统中中继网络设计	周国安,李明伟(1.33)
方舱技术在指挥自动化系统中的应用	李培林,汤伟华,马军林,等(1.37)
QPSK 数字化解调相位模糊校正方法研究	郭兴阳,谢德芳(1.41)
一种基于噪声生成模型的语言消噪算法	徐耀华,王 刚,郭 英,等(1.45)
改进的战术无线通信网时隙资源分配方案	段 弢,常国岑(1.49)
快速光缆故障定位	董淑福,倪延辉,李维民,等(1.53)
雷达情报模拟系统的设计与实现	杨 曦,朱双鹤(1.56)
用极化信息实现雷达目标的分类与识别	鞠智芹,廖广建,逯久山(1.59)
一种混合型 CFAR 处理方法	唐京海,王晟达,陈国华(1.62)
网管信息窃听方法及 C++ 实现	孙金萍,雷英杰,赵学军(1.66)
飞行成绩评定及管理系统	张建业,李学仁,倪世宏(1.70)
基于异质传感器航迹融合算法的稳定性分析	王 睿,张平定,张金成(1.74)
一类系数含阶梯函数的优化问题	刘亚安,管晓宏(1.77)
含压电材料复合板有限元模型	曹宗杰,孙长江,王洪岩(1.80)
AHP 法在阵地系统生存概率计算中的应用	许金余,刘开帝,战 勇(1.84)
理想约束的基本类型	冯立富,郭书祥(1.88)
AR(p) 模型参数的 Bayes 估计及分布	申卯兴,王献锋(1.90)
一类非线性抛物型方程的边界积分公式	冀礼鹏,李炳杰(1.92)
激光驾束制导 1.06 μm 激光照射器的研究	赵尚弘,白晋涛,陈国夫,等(2.1)
Zheng-Hirt 公式及其在失效分析中的应用	马康民,宣建光(2.4)
某型飞机地面压力加油系统的 1:1 模拟试验	沈燕良,王兴华,王建平,等(2.8)
多传感器中传感器配准技术发展综述	贺席兵,李 教,敬忠良(2.11)
质控室工作模糊综合评价	李克武,安 红(2.15)
软件质量存在的问题及改进方法	于秀山,张恒喜(2.19)
用自组织模糊逻辑控制器设计飞行器控制系统	赵红言,张 文(2.23)
C/S 环境中 ActiveX/DCOM 组件的使用技术	张永智,陶晓燕,韩仲祥(2.26)
用 Java 实现 Web 数据库应用	刘玲霞,刘守义,王 凌(2.30)
移动计算网络中代理主机的认证协议	李玉林,董雨果,李祖鹏,等(2.34)
基于 MATLAB 的控制系统优化设计	吴晓燕,李彦彬,赵敏荣,等(2.37)
半导体器件模拟中求解载流子方程的混合算法	韩峰岩(2.41)
DRFM 采样过程的频谱分析及仿真	冯存前,韩英臣,张永顺(2.45)
某型线扫雷达干扰的计算机模拟	杨守国,谢军伟,张学礼(2.48)
一种正交多码 CDMA 系统改进方案	邹 鲲,冯永浩(2.51)
全息显示屏制作过程中 DCG 胶膜厚度的理论设计	马 跃,孙忠云,赵永安(2.55)
基于特征分析的滚动轴承诊断系统	王 军,林 华(2.58)
一种快速拖动系统的设计	刘 霞,张孝祜(2.61)
用超声波确定应力强度因子时对波型的选择	张忠平,车 俊,刘志毅,等(2.64)
论基于概率模型的结构可靠性优化设计	郭书祥,吕震宙,李为吉,等(2.67)
航空装备保障性评价中的信息融合技术	王 强,刘雪峰,端木京顺(2.71)