

61-63

区分服务体系的服务质量机制浅析

Analysis of DiffServ's Quality of Service

邓志成 王茜 徐惠民 TP393

(北京邮电大学电信工程学院 北京100876)

Abstract QoS is the bottleneck of Internet, many architectures have been proposed to guarantee the QoS, IntServ/RSVP is the best of all, but this architecture is difficult to implement because of its complicated signal, therefore it is poor to scale. So more and more attentions shift to the architecture of Differentiated Service. It classifies all the packets by their QoS requirement, these packets get different Per-Hop-Behavior (PHB) to guarantee their QoS in each node through their path. This architecture is new and easy to scale, and it provides scalable solution to QoS in Internet.

Keywords QoS, DiffServ, DSCP, PHB

一、前言

随着 Internet 的应用和发展,特别是多媒体应用的需求,对服务质量的要求越来越高,端到端的服务质量已成为其发展的瓶颈,为此 Internet 工程任务小组(IETF)提出了不少相关保证 Internet 服务质量的体系模型,其中 IntServ/RSVP(综合服务体系/资源预留协议)体系模型的服务质量最完善,但由于其需要复杂的信令机制,基于每个业务流的处理增加了网络的额外开销,因而实现较困难且可扩展性不佳,目前越来越多的研究转移到区分服务(Differentiated Services)体系模型上来,它将业务按各自的质量需求分类,并且在网络节点中对不同种类业务采用不同的每跳转发方式(PHB),通过这些转发方式实现业务所需的质量。该体系同时兼容目前的 IPV4 和 IPV6,在硬件和软件上无需做大的变动,是一种简单易行且具有较好扩展性的新体系。

区分服务体系(DiffServ)是一种基于业务分类及其相关质量保证策略的体系,它根据用户的需求将业务分为多种类型(最多64种),并将 IP 包头中的 IPV4 的 ToS 域或 IPV6 的流类型域重新定义为 DS 标识域(DSCP),用于标识业务的质量需求类型。网络节点读取数据包的 DSCP 值,根据已建立的 DSCP(共64种值)与每跳转发方式(PHB)之间的映射关系,选择相应的每跳转发方式(PHB)对数据包进行处理,这种处理主要指以保证不同业务需求质量的策略体系(如队列策略、时延处理、丢包策略等)为基础的资源(缓冲区和带宽)分配。值得注意的是 PHB 并不是路由选择的条

件,同时该体系将路由器所处位置分为边缘路由器和核心路由器两种,复杂的业务成型、分类、标识、测量等繁杂的功能主要由边缘路由器完成,从而减轻核心网络的负担,提高网络的运行速度和吞吐量。

Internet 的服务质量体系大体分为两类:服务质量(QoS)体系和服务类别(CoS)体系,其中 CoS 又包括了网络层的业务类型(ToS),本文在介绍该体系的关键—DS 域的基础上,试图通过该体系的服务质量策略与其他体系(QoS、CoS、ToS 等)的比较来分析其服务质量策略的特点和优势,在文章最后我们总结了该体系的特点,并从实现技术的角度,指出了今后的研究课题。

二、DS 域定义

由于 IPV4 的普及和今后可能应用的 IPV6 的提出,DiffServ(区分服务体系)采取了一种前后兼容的方法,它将 IPV4 包头的 ToS 字节^[1]和 IPV6 的流类型字节[RFC2460]变换为 DS 字节(即 DS 域),并重新定义了各位的含义,以此标识业务分组类型,DS 域定义如图 1,其中,DSCP(DS codepoint)表示区分服务的标识域,共6位,可取64种值;CU(Currently Unused)表示目前尚没使用的两位。



图1 DS 字节结构

在每个节点,均有一个 DSCP 值与 PHB 的映射关系表,每个分组根据其包头中的 DSCP 值获取相应的网络资源和处理策略,并以此用来选择相应的转发方式。两位尚未使用的 CU 域被保留,可用于今后业务扩

展时需要,为便于分配和管理,64种 DSCP 值分为如表 1 的三大类。

表1 DSCP 值与其适用范围

类别	DSCP 值	数目	适用范围
1	xxxxx0	32	标准方式
2	xxxxx11	16	实验网或局域网
3	xxxxx01	16	补充扩展

其中,x 表示 '0' 或 '1', '补充扩展' 指这类 DSCP 值可用于实验网或局域网,但当标准方式不够时,它优先补充扩展为标准方式,它也可用于今后业务扩展时需要,为使本体系后向兼容现有的 IPv4(RFC791)提出的 IP 包优先级(IP Precedence),在第一类 DSCP 中,使用 'xxx000'(x 表示 '0' 或 '1')来表示 IPv4 包优先级,这样在局部不支持 DS 业务而支持 ToS 方式的网络设备中仍可以通过 ToS 方式保证服务质量,也就是说,DS 模型具有向下兼容性。

三、DiffServ 体系的服务质量分析

DiffServ 是一种基于策略机制的体系模型,可以支持多种不同质量的服务,它将服务特性相同或相近的业务流“粗糙”地划为一类优先级业务,使所有的业务归并为数目较少的业务种类,是一种服务质量可扩展的方案。这些业务类型“粗糙”地反映了服务质量需求,如额外付费服务(PS)用于低时延和低抖动的应用;确保服务(AS)用于需要可靠传送而不是固定时延范围的应用;奥林匹克服务提供金、银、铜三个等级的服务,服务质量由高到低递减;尽力型服务提供传统的 Internet 服务质量。

Internet 服务质量体系包括服务质量机制(QoS)和服务类别机制(CoS)两大类。CoS 体系又包括网络层的业务类别(ToS)机制。QoS 的控制精度高,是理想的服务质量保证机制。DiffServ 体系的服务质量机制可以认为是 ToS 的一种改进体系,它是一种较简单粗糙的机制,通过更完善的网络管理策略实现较高的服务质量保证精度,其服务质量控制精度介于 QoS 与 ToS 之间。

3.1 DiffServ 与 QoS 机制的比较

QoS 机制为应用业务提供端到端的服务质量(时延和带宽等)保证,其高精度的质量保证建立在对每个业务流精确控制的基础上,这需要复杂的调度和缓冲区管理算法,将增加不少额外负担,特别是在规模较大的网络中,网络核心设备甚至将会因此而崩溃。

为全局保证服务质量,QoS 需要复杂的信令机制,每个节点均需维护每个 IP 流的状态信息及其连接,增加了许多额外开销,而目前占据桌面应用的 IPv4 与数

据流有关的状态信息都存储在终端上,因而 QoS 机制需从根本上改变现有的 Internet 的结构,包括所有的网络设备和终端设备的硬件和软件,所以其实现推广都较困难且可扩展性也不佳。如果业务流经过的子网或链路不支持 QoS,则端到端的服务质量就难以精确实现,而且,为支持像 RSVP 这样的信令机制,用户和网络必须精确协商服务质量,这种机制在小范围内较易实现,但在大范围内就难了。所以在一般情况下,IntServ/RSVP 应用在 Intranet 或校园网中可以获得局部的 QoS。

与 IntServ/RSVP 体系相似的 MPLS(多协议标记交换)则试图建立 ATM QoS 与 IP QoS 之间的映射,通过 ATM 的服务质量保证体系实现 Internet 的服务质量,但标记路径缺乏全局意义,也需要管理业务流的转发状态和 QoS 信息,增加不少额外资源消耗。

事实上,QoS 用有限的质量参数描述的服务质量本身就是模糊和不精确的,在许多情况下,不是所有的业务都需要高精度的质量保证,相反,对每个流,用粗糙模糊的业务类型来进行质量控制,有时更符合业务特性,也更有效,DiffServ 体系将业务粗糙地规划为数目较少且反映业务特性的优先级类别,能提供基本的服务质量保证,虽然没有 QoS 体系完美,但这将使整个服务质量控制过程变得简单得多,同时通过完善的策略机制,提高服务质量控制的性能和效益,增强服务质量控制精度,尽管仍是一种“粗糙”的服务质量解决方案,但能得到接近 QoS 机制的服务质量。

DiffServ 体系目前通过最多 64 种 PHB 方式实现不同的服务质量,扩展性较好。与 QoS 相比,每个网络节点只需要记录 PHB 方式的相关策略和质量参数,而不用记录和每种业务数据流的质量信息以及每个分组的相关信息,不需调度和缓冲区的复杂管理,极大地简化了网络节点的处理过程,减小了缓冲区容量,提高了转发速度;同时,不需要信令系统保持各种业务连接和网络节点的资源使用等状态信息,减小了信令传输时所需的额外开销。另外,DS 机制复杂的业务分组分类、标记、测量、成型等流量调节功能由边缘路由器完成,突出边缘路由器的作用和地位,减轻核心网络的处理负荷,提高了网络效益和性能。

3.2 DiffServ 与 CoS 机制的比较

与 QoS 机制相比,CoS 机制通过将多个服务质量需求相同或相近的业务流合并成一种业务等级,得到数目较少的业务类别,从而减少了业务流的种类和复杂度。网络根据分组的业务等级分配相应的网络资源,并作相应存储转发处理。与 QoS 机制相比,CoS 实现简单方便,易于网络扩展,即通过有限的业务等级使网络额外开销最小,是一种可扩展性好的服务质量机制。CoS 机制包括数据链路层标记(如 IEEE 802.1P)和网

络层的业务类型(ToS)优先级两种通用的类型,两者都是优先级方案,但均有其局限性。

区分服务体系是一种基于业务分类及其相关质量保证策略的体系,可认为是 ToS 的改进体系,但它是基于策略的服务质量机制。三者的比较见表2。

表2 三者比较

802.1P	ToS	DiffServ
基于优先级	基于优先级	基于策略/规则
在第二层数据包增加16位	IP 包头 ToS 域 Precedence 域	IP 包头 6 位 DSCP 域
3 位标记使用 6 种优先级	3 位优先级位	64 种类型
升级费用昂贵	7 种优先级	基于 PHB 工作
与以前的网络不兼容		后向兼容 ToS
仅对第二层有效		

尽管 ToS 早在 80 年代就已定义,但直到最近为更好地保证不同的服务质量,才开始真正被应用在边缘路由器上。IPv4 的包头中的 ToS 字节^[4,5]如图 2。

3 位	优先级	级	D	T	R	C	0
-----	-----	---	---	---	---	---	---

图 2 IP 包的 ToS 字节结构

ToS 字节包括 IP 包优先级子域和业务类型子域,在 RFC791 中,3 位优先级位提供 7 种分组相对优先级,这是一种业务相对优先级方案。优先级并不影响路由选择,而只影响分组队列,即当不同优先级的数据包在同一通道等待转发时,具有最高优先级的数据包最先被转发,同时这种优先级只在本网内有效,优先级中最高的是网络控制数据分组,最低的是路由转发分组,剩余的 5 位没有利用。边缘路由器和符合 ToS 规范的第三层交换机根据分组的优先级位的值,将分组作相应的存储转发和丢弃处理。

在 RFC1394 中,用 ToS 字节的 DTRC 四位构成业务类型子域,来标识业务类型,对应路由选择方式。D、

T、R、C 分别表示最小时延路由、最大吞吐量路由、最可靠路由和最小开销路由的服务质量需求。网络节点根据这些位的值选择相应的路由和转发方式。这是一种业务类型标记优先级方案。

DS 机制仍采用分类方法,与业务流相对优先级和业务优先级标记等方案不同的是,它基于网络管理策略和规则,不同的业务流被标以不同的转发方式 PHB,分配相应的网络资源,和 7 种 ToS 相对优先级和 16 种业务标记优先级相比,64 种 DSCP 值的分配和使用规范及其对应的 PHB 更能满足网络业务的多样性,也更适应网络的管理和扩展需要,DS 机制应用现有的网络技术实现网络资源有效管理和更好的服务质量。

在目前 QoS 实现困难和成本昂贵的条件下,DS 机制通过更有效的网络资源管理策略缓减网络瓶颈,提高服务质量,减少网络设备的管理开销,也易于网络扩展。由于 DS 机制后向兼容 IPv4,对目前占领市场的流行 IPv4 网络无需做大的硬件和软件改动,即可通过协议升级实现,从而保护了现有投资,较易令人们接受。可以这么认为,DS 是一种接近 QoS 服务质量体系但较 QoS 成本低廉的过渡服务质量机制。

参考文献

- 1 Blake S, et al. An Architecture of Differentiated Services. RFC 2475. Dec, 1998
- 2 Nichols K, et al. Definition of the Differentiated Services filed (DS Filed) in the IPv4 and IPv6 Headers. RFC2474, Dec, 1998
- 3 Bernet Y, et al. Requirements of Diff-serv Boundary Routers. Internet Draft. Nov, 1998
- 4 Information Sciences Institute. Internet Protocol RFC 791. Sept, 1981
- 5 Almquist P. Type of Service in the Internet Protocol Suite. RFC1349, July 1994
- 6 Guerin R, Peris V. Quality-of-Service in Packet Networks: basic mechanisms and directions. Computer Networks, 31 1999, 31:169~189

(上接第 42 页)

利用模糊关联规则算法,发现了四条规则,我们清楚地看到 e, \bar{e} 在落入 $E5, F4, F5$ 区间内时, GARIC 网络的输出情况,这对调整网络中的参数,调整网络控制效果,了解网络性能都很有参考价值。

同时,如果我们知道 e, \bar{e} 在上述规则的作用域内,可以通过模糊推理的方法估计出 y 的值,在有充分的学习数据的时候, y 可以得出十分精确的估计值,而利用数值型关联规则无论有多少学习数据,始终只能得知有 y 的大致取值范围。显然利用模糊关联规则可以发现更为详尽的内容。

结论及展望 模糊的关联规则可以发现数据中存在的模糊关系,其结果使用户更容易理解,模糊关联规则可用于专家系统等应用中,并且在利用规则进行推理时,模糊关联规则将可以得出比其他数据挖掘的关

联规则更详细更准确的答案。其发现内容还可以拓展到序列关系的发现,周期关系的发现;其算法还可以扩展到多概念层次的关系规则挖掘,事务数据库增量维护,分布式环境下关联规则采集等方面,将模糊数学与数据挖掘技术相结合是一项非常有意义的工作。

参考文献

- 1 史忠植. 高级人工智能. 科学出版社, 1998. 206~208
- 2 Srikant R, Agrawal R. Mining quantitative association rules in large relational tables. In: Proc. of the ACM SIGMOD Conference on Management of Data, Montreal, Canada, June 1996 Available at: <http://www.almaden.ibm.com/cs/people/srikant/papers/sigmod96.pdf>
- 3 汪培庄, 李洪兴. 模糊系统理论与模糊计算. 科学出版社 1996. 92~129
- 4 王寅北, 夏庆, 孙志辉. FSETM: 一种面向集合关联规则的数据挖掘新算法. 见: 第十五届全国数据库学术会议论文集. 1996. 144~147
- 5 张乃尧, 阎平凡. 神经网络与模糊控制. 清华大学出版社, 1998. 252~257