

Internet网

网络服务

体系结构

路由器

(16)

计算机科学2000Vol. 27No. 6

58-60

区分服务体系结构及其实现

Differentiated Services Architecture and Implementation

王茜 邓志成 吴靖 程时端

(北京邮电大学国家重点实验室 北京100876)

TP393

Abstract Applications with diverse quality requirement have grown rapidly in recent years, which can not be supported by the single best-effort level of service of traditional Internet. Network researchers and managers are actively looking for better ways to service their customers. In this article, we discuss some recent efforts in Differentiated Services Architecture proposed by IETF. The actual mechanisms adopted classification and Per Hop Behavior (PHB) in diffserv domain, which can be implemented by the equipment available, to support different level quality of services.

Keywords Quality of service, Differentiated services, Architecture, Implementation

近年来,Internet 研究人员及其运营商都致力于研究和开发具有服务质量保障能力的新型网络技术,以满足越来越多的高质量服务的需求。这些新技术中具有代表性的是综合服务体系模型(IntServ)和资源预留协议(RSVP)。随着进一步的研究和实验,人们开始意识到实现 IntServ 和 RSVP 需要增加复杂的信令系统,收集和处理每个业务流的信息,因此在很大程度上增加了网络的负载,只能适用于小型网络(例如局域网)。

最近,一种新型服务质量保障技术——区分服务(Differentiated Services, DS)体系模型成为人们讨论和研究的热点。区分服务与综合业务体系模型在技术上有很大差别,它具有简单、易于实现、与其它服务质量保障技术相互兼容等众多优势。它通过一种可伸缩方式加强了传统 IP 协议对服务质量的支持能力,不用增加复杂的信令协议,也不用收集每个业务流的相关信息,而是将具有相同或相近质量需求的服务划分到同一业务类中,并对每种业务类采用相同的“每一跳转发方式”(PHB)。

本文首先介绍了区分服务模型的体系结构以及各部分的功能,并描述了 Internet 工程任务组(IETF)对 diff-serv(区分服务)标准的建议,最后简单讲述了区分服务模型的实现。

一、区分服务体系结构

区分服务是一种基于分类的业务模型,它根据用户的需求将业务分为多种类型,并将 IP 包头中的 ToS 域(IPv4)重新定义为 DS 标识域(DSCP)。网络节点根据数据包的 DSCP 值选择相应的每一跳转发方式(PHB)对数据包进行处理。区分服务也是基于策略的

网络管理模型,它根据网络支持的策略为路由器设定多种 PHB,也就是说,不同的 PHB 可以采用不同的排队策略、丢包策略、路由规则以及资源分配和预留策略。

区分服务体系结构主要包括四种功能模块:

——数据包分类:数据包在进入网络前需要按照所需的服务质量分配业务种类;

——数据包标识和重标识:DS 子网区域(DS domain)的边缘路由器根据业务种类设置或重新设置数据包头中 DS 标识域的 DSCP 值;

——数据包转发:路由器根据数据包的 DSCP 值选择相应的 PHB,并采用这种方式转发数据包;

——业务流调节:DS 子网区域的边缘路由器按照本区域对业务流的要求对进入区域的业务流进行调整,它包括监控管理、流量计量、整形以及对 DSCP 重标识等操作。

图1是一个简单的 DS 子网结构图,在图中我们标识了 DS 子网的基本组成部分以及各部分所需要的功能模块。

在区分服务体系结构中,多个相互连接并基于相同网络策略和 PHB 类型的路由器组成的子网称为 DS 子网区域,这些路由器可分为边缘路由器和核心路由器两种,同时边缘路由器又可根据业务的流向分为流入路由器和流出路由器。

DS 边缘路由器连接不同的 DS 子网区域,业务流通过流入路由器进入 DS 子网并通过流出路由器到达下一个子网,它们按照本区域的相关策略和 PHB 方式对流入/流出的业务流进行调节和转发。DS 核心路由器用于连接同一个 DS 子网区域的其它核心或边缘路由器,它们的功能比较简单,主要是按照数据包头中

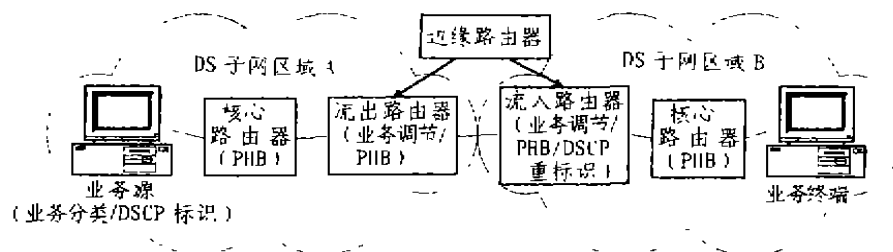


图1 DS子网结构及功能模块图

DSCP值映射相应的PHB方式转发数据包。当然,核心路由器也可以进行一些简单的业务流调节操作。

业务源和业务终端节点可归于DS子网内部,也可不作为DS子网的组成结构。在这里,我们将其归为DS子网结构。这样,业务源对业务进行分类并设置相应DSCP值的操作也作为DS体系的一种功能模块。

二、每一跳转发方式(PHB)和业务类型协定(SLA)

在DS路由器中,一个DSCP值对应一种PHB方式。根据IETF建议,DSCP标识目前只使用了前6比特,可以支持64种不同的PHB方式。虽然DS域取代了以前的ToS域(IPv4),但仍保留ToS值,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。

基于PHB的DS体系结构中,不同的子网区域有各自的PHB方式,如何保持整个网络的服务质量一致性呢?这项工作将由业务类型协定(SLA)完成。SLA在不同DS子网或网络设备间进行PHB的协商和映射,使同一个DSCP值在对应不同的PHB方式时仍能保证相同的服务质量。

在实际应用中,不同PHB方式可以采用相同或相近的策略实现,为更加简化处理过程,研究人员将这些相同或相近的方式合并为一类,并将其称为PHB组。每个PHB组中可以包含一个或多个PHB方式,它们共享数据包调度和资源管理等策略,只在这些策略实施中采用不同优先级来区别每个PHB方式。目前IETF只定义了三种标准的PHB组,即缺省转发方式组(DE)、快速转发方式组(EF)和确保转发方式组(AF)。

(1)缺省转发方式组:提供传统Internet网络支持的尽力型服务质量,只能保证尽可能快的转发和尽可能多的带宽资源;

(2)快速转发方式组:提供低时延,低时延抖动和极小丢失率的转发方式,以满足视频等时延敏感型业务的需求;

(3)确保转发方式组:通过三种丢失优先级区别对待丢失敏感和不敏感的业务,以满足需要可靠而不是

快速传递的业务需求。

相应于这些转发方式组,区分服务体系模型可以支持多种不同质量的服务。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。

三、业务流调节

业务流调节功能作用于DS子网边缘,对流入或流出的业务流进行调整,它可以看作是边缘路由器中的一个业务调节器。它包括计量器(meter)、标识器(marker)、整形器(shaper)和丢包器(dropper)等功能部件。

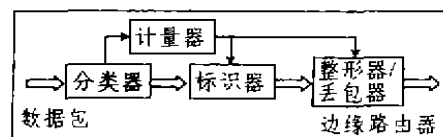


图2 边缘路由器功能的逻辑结构图

在边缘路由器中,数据包先经过分类器判断业务的类型,以确定业务调节器采用哪种类型的业务流规范进行调节。计量器根据这种业务流规范计量业务流的流量特性,并判断数据包满足还是超出了规范。根据判断结果,标识器、整形器和丢包器将采用相应的策略处理这个数据包。

按照计量器的判断结果,标识器可以为数据包设置相应于其业务类型的DSCP值,并将标识后的数据包归到特定的一种DS转发集合中。整形器通过延时一个或多个数据包来调整业务流,使之与业务规范一致。整形器中的缓冲区通常为有限容量,如果延时的业务流量超过了缓冲区容量,丢包器将按照一定策略丢弃一些数据包。一般来说,丢弃的多为与业务流规范不一致的数据包。在业务流调节功能中,需要对业务流规范,以及数据包的分类、标识、整形和丢包规则进行预先商定,通常这些规则存放在业务流调节协定(TCA)中。

四、区分服务体系的实现

随着对区分服务的深入研究,越来越多的网络设备生产商和运营商也投入到这种服务质量保障技术的研究中,如 Cisco、3Com、IBM、Nokia 等公司纷纷投资组建区分服务体系模型的实验网,并提出了许多新的改进和补充建议。

从这些实验网的组建和研究中,我们可以看到区分服务体系的实现不需要改动现有 Internet 的网络结构,也不需要增加复杂的信令系统,其改进主要如下:

业务源终端连接的边缘路由器:为了尽量减小对终端设备的改动,业务源终端仍只作为业务流的生成器,不增加区分服务的功能,而将数据包的 DSCP 标识功能放到业务源终端连接的边缘路由器中;

子网区域边缘路由器:在边缘路由器中增加数据包分类器、标识器、业务流调节器、策略控制以及 PHB 映射等所有功能模块,同时设置静态或动态的业务类型协定 SLA 和业务流调节协定 TCA。不过,这些功能不一定都在每个边缘路由器中使用,可以根据需要进行调整;

子网核心路由器:核心路由器中也需要增加所有功能模块,不过它的主要功能是选择 PHB 方式转发数据包,其它模块只在需要时使用,同一子网的核心路由器中,PHB 方式与 DSCP 值的映射关系相同,不需要进行 SLA 和 TCA 的协商,这样可以提高子网内部的处理效率;

网络管理:除了 IETF 建议的标准 PHB 组外,网络运营商应与用户协定可以支持的业务类型及相应的 PHB 方式。业务提供过程中,应通过 SLA 的协商,保持全网中不同子网、不同供应商提供的设备间的一致性。

另外,每种 PHB 方式采用哪些资源分配策略,排队策略和丢包策略也是研究人员目前最关心的问题。在多年的研究成果中,有不少先进的技术可以用于 DS 体系模型。如排队策略,可以是最初的先进先出(FIFO)或简单的优先级排队,也可以采用近年来新出现的基于分类排队策略(CBQ)或加权的公平排队策略(WFQ)。在实验网中,Cisco 公司采用的是加权的公平排队策略,而 Linux 则采用 CBQ 策略。对于丢包规则,可以是随机丢弃,也可以只丢弃最低服务质量级别的数据包,或者借鉴 Cisco 路由器中采用的更先进的加权随机提前丢包策略(WRED)。资源分配策略是一种多技术的总称,既可以结合排队策略分配缓冲区资源,又可以按业务类型分配带宽资源。同时,在 DS 子网中还可以利用 RSVP 技术预留资源。这些都是真正实现区分服务体系所需考虑和研究的重要部分。

至于具体实现细节,如 DSCP 中每一位的设置方

案,DSCP 值与 PHB 方式的映射关系等,除了 IETF 建议的标准方式外,都可以按照网络的实际情况和用户的不同需求由设备生产商和运营商自行确定。

结论 区分服务体系模型与以往提出的各种服务质量保障技术相比,具有如下许多优点:

(1)它将 Internet 网络的各种业务集成到少数几种业务类型和 PHB 方式中,通过 IP 包头携带的 DSCP 选择数据包的转发方式,不用记录和处理每种业务连接和网络节点资源使用等状态信息,极大地简化了网络节点的处理过程,减小了信令传输的额外开销;

(2)每个 DS 子网区域采用自定的 PHB 方式,只在子网间采用 SLA 协商,使整个网络具有良好的兼容性和可扩展性;

(3)与其它服务质量保障技术也有极好的兼容性,如支持局部的 ToS 方式;可以利用综合服务体系和 RSVP 技术提高 DS 子网的服务质量保障能力;还可以与多协议标签交换(MPLS)、ATM 等其它网络技术结合使用等;

(4)由于区分服务体系分段分数据包处理的特殊技术,可以采用局部递增的方式在实际网络中实施,也就是说可以逐步过渡。

当然,作为一种新型的网络技术,区分服务体系也有很多需要改进和完善的地方,如:区分服务体系仍然是基于无连接的网络技术,只能在每个子网中尽量提供服务所需的质量,但不容易保障全网各处的服务质量,可能会由于局部网络较差影响全网的性能;子网间的 SLA 需要一种体系化的协商机制,便于网络管理者进行全局管理。另外,区分服务体系与其它网络技术(如综合服务模型、RSVP 以及 MPLS 等)的结合使用也将是下一步的重点研究方向。

总之,区分服务体系是一种较优的服务质量保障技术,但它仍处于实验阶段,有待网络研究人员和运营商的进一步实验和研究。

参考文献

- 1 Blake S. et al. An Architecture for Differentiated Services. RFC 2475. Dec. , 1998
- 2 Blake S. et al. A Framework for Differentiated Services. Internet Draft. Oct. , 1998
- 3 Heinanen J. et al. Assured Forwarding PHB Group. Internet Draft. Feb. , 1999
- 4 Jacobson V. Nichols K. An Expedited Forwarding PHB. Internet Draft. Nov. , 1998
- 5 Bernet Y. et al. Requirements of Diff-serv Boundary Routers. Internet Draft. Nov. , 1998
- 6 Ferrari T. Differentiated services: test specification. Available at: <http://www.cnaif.infn.it>. Mar 31 1999