

# “巴黎地铁定价”方案在因特网 QoS 中的应用

杨加密

(南京邮电学院 210003)

**摘要** 文章介绍在因特网中引入“巴黎地铁定价”(PMP)方案,把网络分成价格不同的几个通道,利用价格机制来提高因特网 QoS。该方案根据价格提供区分服务,避免了 QoS 技术给因特网带来的复杂性,是最简单的因特网 QoS 解决方案。

**关键词** 巴黎地铁定价 因特网 QoS 区分服务

**Abstract** The "Paris Metro Pricing" scheme is to partition the network into several logically separate channels with different prices. It relies on pricing alone to provide differentiated services and to improve the QoS of Internet. PMP bypasses the complexity of QoS techniques. It is the simplest differentiated services system to improve QoS.

**Keywords** PMP Internet QoS DiffServ

因特网在近年内取得了巨大成就,并蕴涵着巨大的发展潜力。IP 业务多样化和快速增长已是一个不争的事实,当人们在思考未来因特网的发展时,如何在因特网上保证用户信息传输的质量是一个不容忽视的问题。为了解决该问题,因特网服务质量(QoS)应运而生,它是未来因特网发展、增加服务内容、提高服务质量的关键技术,也是未来网络运营商竞争的一个焦点。人们通过改进 IP 的协议等技术手段和增加带宽来改善 QoS,但这些手段往往增加了因特网的复杂性,而且实施成本很高。“巴黎地铁定价”(PMP, Paris Metro Pricing)方案利用人们对价格的敏感性,用价格机制调节网络流量,从而提高因特网的服务质量,可避免常规技术手段所带来的复杂性和高成本,是一种经济有效的新方法。

## 1 因特网的 QoS

因特网 QoS 主要用于度量与 IP 业务相关的一整套性能特点,可用一系列可度量的参数来描述 QoS:(1)业务可用性 指用户与因特网业务之间连接的可靠性;(2)延迟 亦称时延(latency),指两个参照点之间发送和接收数据包的时间间隔;(3)可变延迟 亦称抖动(jitter),指在同一条路由上发送的一组数据流中,数据包之间的时间差异;(4)吞吐量 指网络中发送数据包的速率,可用平均速率或峰值速率表示;(5)丢包率 指在网络中传输数

据包时丢弃数据包的最高比率。数据包丢失一般是由网络拥塞引起的,因特网 QoS 的下降,很大一部分是由于网络中数据的流量相对过于拥挤的带宽引起的。当网络利用率较低时,服务质量很好,而当利用率较高时,服务质量下降甚至恶化,因此网络拥挤程度是影响因特网 QoS 的关键因素。

要提高因特网的服务质量,可以通过技术手段(如改变 IP 传输协议和在传输中加入流量控制等),但这会增加因特网的复杂性,而且全面改换传输协议等技术手段成本很高,在经济上不一定可行;而通过增加带宽来提高 QoS 的方法,即使不考虑成本因素,带宽也不可能无限制增加。人们已普遍认为现在的因特网太复杂了,一些 QoS 技术更增加了因特网的复杂性,因此需要寻求更具简单性的 QoS 解决方案。“巴黎地铁定价”方案(PMP)能很好地满足这一需求。

## 2 PMP 方案在因特网中的实施

“巴黎地铁定价”方案起源于巴黎地铁系统。以前,巴黎的整个地铁系统按照一个简单的方式运行:车厢分成一等车厢和二等车厢,它们在座位的数量和质量方面是完全一致的,唯一的区别是一等车厢的票价是二等车厢票价的两倍。由于价格的作用,一等车厢相对不拥挤,只有那些想得到座位而且不肯忍受拥挤和噪音的人才愿意出额外的钱购买一等车

### 3 PMP 方案提高因特网 QoS 的可行性

#### 3.1 因特网需要区分服务

一些网络专家认为,所有资源应该致力于增加网络的容量,而不增加网络的复杂性。虽然用增加带宽的方法来解决网络拥挤可提高因特网 QoS,但这样提高 QoS 很不经济,而且总有一天,将没有更多的带宽可供利用,因此必须用好已有带宽。对带宽的需求会很快超过现有带宽规模,而且带宽的提高永远赶不上人们需求的增长。

目前,因特网平等对待所有数据包,并按“尽力而为”原则传送数据。然而,如果对所有的数据包都按尽可能高的优先级传送,将导致“公地的悲剧”(tragedy of the commons,指公有牧地被过度放牧而遭破坏)发生。由于所有数据包都没有差别,易造成拥塞,会使重要数据和延时要求高的数据(如实时数据)丢失。正如诺贝尔奖获得者经济学家 Gary Becker 在倡导征收汽车通行费以缓解交通堵塞时所说:“一个经济学铁律表明:免费商品的需求总是膨胀地超过供给,因而导致拥挤和排队。”为了控制快速增长的流量造成局部拥塞,需要采用区分服务来解决这一问题。

尽管简单网络的理想极具吸引力,但目前因特网的性能表现并不令人满意,特别是对于实时性应用(如 IP 电话),因此需要改变因特网的运作方式。许多严谨的学者主张抛弃因特网的简单传统模型,他们认为按流量计费的方案和区分服务将对资源配置提供更高的效率。

为了提高网络的 QoS,不得不增加网络的复杂性。由于因特网上传输的各种数据对 QoS 有不同要求,各种应用对带宽、延迟和抖动的要求也不同,所以要提高因特网的 QoS,区分服务是解决之道。提供几种不同的服务质量水平能提高网络的利用率,为此开发出不同的 QoS 技术,它们能提供有差别的服务。

#### 3.2 提供区分服务的 QoS 技术方案过于复杂

目前的各种 QoS 技术方案虽然能提供区分服务,但它们会使因特网变得过于复杂,而且需要很高的开发和运营成本。理想的解决方案是使因特网尽可能保持非智能性,使它仅仅接收数据包,然后再把它们发送至目的地。

实际上,因特网的网络利用率极低,造成因特网服务质量下降的主要原因是突发性数据爆涌和网络

厢的票。该定价方案具有自我调节的作用,当一等车厢人较多时,人们会发现额外花钱买一等车厢的票不值得,他们将去二等车厢。利用人们对价格敏感性的不同,可降低一等车厢的拥挤状况,维持一等车厢与二等车厢之间的服务质量差别,可见是价格这只“看不见的手”起了关键作用。

受此启发,因特网的 PMP 方案是把网络分成几个独立的逻辑通道,按照类似 TCP(transfer control protocol)和 UDP(user datagram protocol)这样的协议传送数据包,每个通道平等对待每个数据包,按照“尽力而为”的原则传送,没有正式的服务质量保证。这些通道的唯一不同点是收费不同,由用户自己选择传送数据的通道,并付相应的费用。这样,具有较高价格的通道流量就会较低,从而能提供较好的服务。价格是流量管理的主要工具,通过价格机制可使网络提供有差别的服务,保证因特网的 QoS。

PMP 与一般因特网设计的顺序不同。人们通常先决定不同应用所需要的 QoS,然后设计网络的 QoS,最后以此决定价格。PMP 则先设定价格,让用户根据预算、要求和其他用户的行为自行决定 QoS,把选择权交给用户。不同的逻辑通道具有可预期的性能,并提供足够的 QoS 差别来满足用户的大多数需求。

PMP 的一个典型设计是把网络按容量分为固定的几个通道,通过调查用户在一天中的流量变化,设定不同通道的价格和容量。通道的数量应该很少,可以是 2 个,但一般是 3~4 个,这样可以把流量没有汇集所引起的损失降至最小,同时又能使网络和收费尽可能简单。

在目前的因特网中引入 PMP 方案是比较容易的,它不用对现有因特网进行很大改动。PMP 不需要等待 IPv6 或其它协议的完善和配置,因为目前的 IPv4 已存在 3 个优先级的字节未被利用,而 PMP 的通道最多不超过 4 个,所以 3 个字节已足够。那些不含优先级字节的数据包可被视为 0 优先级,它们将在价格最低的通道中传送。在网络内部,仅需要改变路由器软件。目前,区分服务(DiffServ)的 QoS 技术能提供 PMP 需要的所有技术工具,可用它来保持数据队列的逻辑分离,或为来自不同通道的数据包分配合适的优先级。引入 PMP 方案需要做的最大改动与其它按流量计费的任何方案一样,可通过硬件或软件手段统计每个用户的数据流量,并在网络的边缘完成计算。

存在瓶颈。因特网的运作大部分是良好的,在系统中仅存在一小部分瓶颈点,这些瓶颈点是因特网 QoS 的主要制约因素。因为问题本质上是对有限资源的配置,所以任何方案都必然涉及价格机制。利用价格来控制拥挤,可避免其它方案的复杂性,使网络更简单,更容易设计、配置,而且运作更快。

### 3.3 PMP 方案能满足区分服务和简单性原则

“巴黎地铁定价”方案既可满足用区分服务来提高网络的 QoS,又不会使网络过于复杂。PMP 的设想是简单地把网络分为不同价格的通道,通过让用户选择传输数据的通道来提供不同服务质量。所有的价格机制都影响用户的需求,因此价格可以调整流量负荷。例如,在话音电话网上,夜晚的折扣可以将需求转移到非高峰时间,从而熨平高峰时网络的流量负荷。PMP 就是利用这一点把价格作为流量管理的主要手段。在 PMP 中,干线将被分成一些逻辑上独立的通道,每条通道上传输每字节数据的价格是不同的,用户可自由选用不同通道发送各种数据包。较贵的通道将吸引较少的流量,其拥挤程度低得多,因此具有较高的服务质量。PMP 的主要动机是保持因特网尽可能简单,几乎可以免费提供拥挤控制,一旦价格机制发挥作用,只需对网络作很少改动便可进行流量管理。

PMP 虽然不提供专门的 QoS 保证,数据也只是按“尽力而为”原则传送,但由于有不同拥挤程度的几个通道,因此可以满足大部分需要。现在的因特网虽然有诸多缺陷,但在不拥挤的情况下运行良好,即使是实时应用程序也能够运行。美国下一代因特网试验网(vBNS)和企业专线都证实了一点,它们具有

低利用率,能够处理所有应用。今天,因特网上的很多应用表现恶劣甚至不能实现,主要是因为用户没有替代的网络可供选择,人们不能根据网络的状况和自己的应用,选择具有不同 QoS 的通道。

PMP 的最大优点是用户可根据传输数据的重要性的网络的实时运行情况选择拥挤程度不同的通道。当用户正使用的网络发生拥挤或网速过慢时,用户可以等待,也可以选择价格较高、拥挤程度较低的通道。用户原先使用的通道拥挤程度降低,拥塞的流量得到分流,通过这种自我调节可保证整个网络的 QoS。只有用户认为最紧急和最有价值的数据才值得额外付费选择高价通道。PMP 方案不仅可以适应难以进行定量模型化的用户行为,而且在出现难以预料的突发性流量爆涌时,能自我调节,保证因特网的 QoS。

因特网 QoS 技术解决方案主要是通过定义 IP 字段的优先级来区分不同的业务等级,而“巴黎地铁定价”方案是把“选择权”交给用户,通过价格的作用,让用户自己选择不同服务质量和价格的数据通道,用经济手段来实现因特网 QoS。

PMP 为用户提供最大的简单性,而且可以完全适应用户的偏好,因为只有用户才真正了解自己的需求。PMP 方案由用户自己选择所需要的 QoS,它激励人们把最重要的数据(如电话会议中的话音和图像数据)在较高价格的通道中传送,其余的则在较低价格的通道中传送,两个通道拥挤程度的极端不同能够区分各自 QoS 的差别。

杨加密 南京邮电学院管理工程系硕士研究生

(上接第 19 页)

生产商,今后,DSLAM 测试平台可以根据 DSLAM 生产商提供的测试指令进行定期例行测试。对于目前正在使用的不具备测试总线的 DSLAM,可通过在机房增加一抓线矩阵来完成自动抓线功能。由于抓线矩阵体积庞大,只能作为一种初步解决手段,在 DSLAM 中增加测试总线才是最终解决方法。

#### (3)测试平台预检测

目前,开户预检测一般用手提式测试仪。开户人员对用户线路进行测试后,如果发现用户线路不能满足用户提出的要求,就不会开户。此时,需要与用户商量,并对线路进行分析,再进行一次开户。一般来说,一次开通率只能达到 50%左右,这样既浪费了

大量人力,对用户也带来诸多不便。如果测试平台具有预检测功能,在收到用户的开户申请后,通过测试平台对用户线路进行预检测,提出用户线路可以实现的服务等级,就不会出现上述情况。

测试平台还可以利用这项功能进行线路预检测例行测试,以进一步拓宽用户数量。

#### (4)专家系统

测试平台还应具有专家系统功能,以便对测试数据进行分析,找出故障点,并提出有效的解决方案。

未来的测试平台应该是一个具有预检测、在线测试、例测和专家系统的智能化系统。

徐来芳 电信科学技术第一研究所硕士研究生