

基于以太网的 IP 接入网络的 QoS 技术研究

李志勇¹ 刘丽莉²

(深圳职业技术学院动画系 深圳 518055)¹(哈尔滨工程大学计算机科学与技术学院 哈尔滨 150001)²

摘要 接入网的 QoS 机制是实现 NGN 中端到端的 QoS 保证的重要因素,而以太网是最为主要的接入网技术。本文讨论了 ITU NGN 专题组 NGNFG 中关于基于以太网 IP 接入网络的 QoS 的控制体系结构的研究进展,在基于以太网 IP 接入网络的定义和参考模型中分析了基于以太网 IP 接入网络的 QoS 问题,本文阐述了基于以太网的 IP 接入网络的支持动态和每个会话控制的 QoS 控制过程和提出了有关的接口以及它们的需求。

关键词 NGN, 以太网, 接入网, QoS, IP

QoS Technology of Ethernet-based IP Access Network

LI Zhi-Yong¹ LIU Li-Li²

(Animation Department of Shenzhen Polytechnic, Shenzhen 518055)¹

(Institute of Computer Science and Technology, Harbin Engineering University, Harbin 150001)²

Abstract QoS mechanism in access network is a key factor to end-to-end QoS guarantee of NGN, and Ethernet predominates in the access network. This paper discusses the study on QoS control architecture for Ethernet-based IP access network of ITU NGNFG. The definition of Ethernet-based IP access network and the reference architecture are firstly introduced, then the QoS problem of Ethernet-based IP access network is analysed, and then the QoS control architecture for support of dynamic and per-session QoS control over Ethernet-based IP access network is discussed, moreover the QoS-related control interfaces and their requirements are briefly introduced.

Keywords NGN, Ethernet, Access network, QoS, IP

1 前言

接入网的发展与整个电信网络和业务的发展紧密相关的,同时也是近十几年电信网络高速成长的重要参与者。在 1995 年 ITU-T 组织在 G. 902 建议中对接入网进行了定义,即接入网是业务节点接口(SNI)和用户网络接口(UNI)之间提供传输承载能力的网络设备和设施,其可通过 Q3 接口进行配置和管理。而 NGN 概念的提出,对接入网的设计和和实施提出了重大的挑战。在 2004 年 ITU-T 对 NGN 概念进行了定义,既明确了 NGN 是基于分组技术的网络,同时也提出了有质量保证的端到端的透明传送的能力。端到端的 QoS 一直是 NGN 研究中的热点问题,在 ITU-T 标准建议 E. 800 中将 QoS 定义为决定用户对业务满意程度的业务性能的整体效果。2004 年 12 月的会议中 TR-e2eqos. 1 提出 QoS 机制的配置应该从接入网络开始,逐渐延伸至核心网络,所以,如何在分组传送模式下保证接入网提供的 QoS 是我们急需解决的问题。

作为“最初/最后一公里”的接入网所接入的业务是多种多样的,采用的接入技术也同样丰富多彩,但是无论采用哪种接入技术(LAN, xDSL, Cable, WLAN, UMTS, APON, EPON, PLC 等等),以太网和 ATM 在接入节点和 IP 核心网络之间的接入汇聚部分已成为主流技术。接入汇聚技术的类型不单单会影响到接口类型和接入节点及 BRAS 的内部实现,还会影响到最初/最后一公里用户接入线路的 IP 映射。

所以按照接入汇聚技术的类型,IP 接入网络能够划分为 2 个主要的类别:基于以太网的 IP 接入网络和基于 ATM 的 IP 接入网络。在 NGN 网络中,以太网接入技术以其技术成熟、带宽高、标准成熟等显著优势成为了各种接入技术中的首选。实际上,基于以太网的 LAN 就是最早的用户驻地网(CPN),在以太网帧上承载 IP 包一直是最广泛和最简单的承载方式,这无形中迎合了 NGN 中以 IP 为基础的思想,从而提高了 NGN 的运行效率,降低了运行成本,方便了对网络的管理。将以太网接入与 ADSL 和 HFC 等接入技术比较,以太网接入技术具有便宜、扩展性强、适用于大规模集中用户居住等优点,光带宽 IP 城域网与以太网接入配合将成为 NGN 中最有前途的组合方式。

2 基于以太网 IP 接入网络的定义和参考模型

基于以太网的 IP 接入网络包括以太网汇聚网络,接入节点(例如 DSLAM),和边缘节点(例如 BRAS),也可能包括 IP 汇聚网络。边缘节点需要有 IP 能力。一个基于以太网的 IP 接入网络可能包括集中不同的最初/最后一公里用户接入技术。例如,一个基于以太网的 IP DSLAM 可能能够同时支持 LAN/xDSL/WLAN 用户接入。同样在一个基于以太网的 IP 接入网络中将不同的接入节点配置并汇聚到同样的 BRAS 上。

图 1 是一个基于以太网 IP 接入网络的参考模型,基于以太网的 IP 接入网位于用户驻地网络(CPN)与 IP 核心网络之

李志勇 硕士,主要研究方向:分布式编程、计算机网络及应用、多媒体技术;刘丽莉 硕士,主要研究方向:下一代网络端到端的服务保证技术。

间,其中接入节点终结网络侧最初/最后一公里的链路信号,物理上可由一个单独的设备或一条对向的设备链实现。宽带远程接入服务器(BRAS)终结用户接入会话并且汇聚用户流量至 VLAN,VPN 或本地 IP 流量隧道。它提供策略管理接口,AAA 接口和 DHCP 接口,从而对用户接入进行控制并进行 IP 地址分配。边缘路由器(ER)作为一个出口的 IP 路由器,可以连接一个 IP 接入网络与一个或多个 IP 核心网中的 IP 业务供应商。考虑到一个接入网络的大小和 BRAS 的位

置,以太网层的汇聚和 IP 层的汇聚节点可进行选择性的配置。在某些情况下,BRAS 可能作为一个边缘路由器直接连接到 IP 核心网络。一般来讲,L2 或 L3 交换机用于每个用户的以太网层流量汇聚,并且 L3 交换机或 IP 路由器用于每个 QoS 等级或业务类型的 IP 层汇聚。在一个基于以太网的 IP 接入网络中,BRAS,IP 层汇聚节点和边缘路由器是具有 IP 能力的,而其它大多数元素通常是非 IP 能力的。

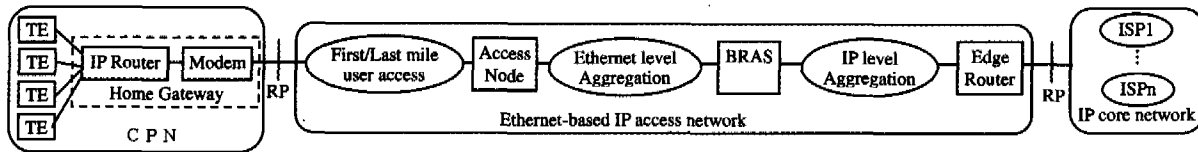


图 1 基于以太网的 IP 接入网络通用参考模型

3 基于以太网 IP 接入网络的 QoS 问题

由于以太网的价格便宜和实现简单,逐渐地占据了越来越多的接入汇聚份额。同时,宽带 IP 接入的多业务支持需求也有所增加。提出以太网汇聚要提供保证接近于 ATM 的 QoS 数据交付性能的 QoS 问题。由于 ATM 与以太网之间本质的不同,基于以太网的 IP 接入网络的 QoS 问题和机制是与基于 ATM 的 IP 接入网络的有很大差别的。实际上,承

载 QoS(例如承载网络性能)控制问题是网络资源控制问题。通过优化流量的资源分布,能够很好地满足包括分组延迟,抖动,丢失和出错的网络性能目标。按照资源属性的不同,基于以太网的 IP 接入网络的 QoS 问题应该划分为如图 2 所示的 3 段:最初/最后一公里用户接入网段,以太网层汇聚网段,和 IP 层汇聚网段。而在连接点设备上,需要对不同的 QoS 机制加以映射以保证端到端的 QoS。

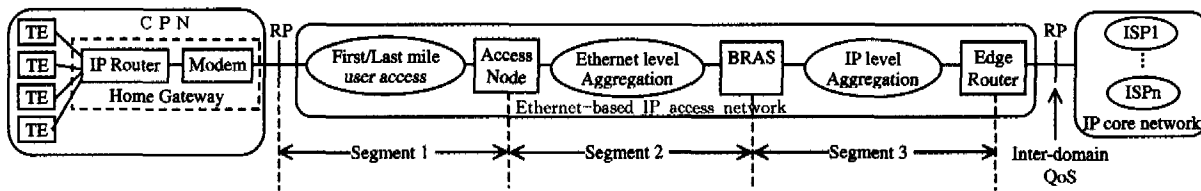


图 2 基于以太网 IP 接入网络的资源区分

3.1 最初/最后一公里用户接入网段 QoS 问题

通常,该网段是非 IP 能力的并且技术是多种多样的。每种最初/最后一公里用户接入技术有它自己独有的资源控制机制和相应的物理和链路层机制。在这一部分应该解决用户之间对带宽资源的争用,特别是在用户必须共享上行/下行链路带宽的情况下。为了支持动态和每会话的 QoS 控制,接入节点应该提供相关 QoS 控制器接口。

3.2 以太网层汇聚网段 QoS 问题

IEEE802.1 组织在 802.1p 标准中(在 802.1D-1998 发布)定义了加速流量分类的机制并且在 802.1q 中定义了 VLAN 机制。为了解决资源争用和安全问题,VLAN 内部将从接入节点到 BRAS 之间进行每个用户的配置。通常称为‘用户 VLAN’。Q-in-Q(例如 VLAN 嵌套)机制能够用于以太网层流量汇聚。接入节点和 BRAS 应该解决 IP QoS 优先级与 802.1p 优先级之间的映射问题。为了支持动态和每会话 QoS 控制,接入节点和 BRAS 也需要提供与相关 QoS 控制器之间的接口。

3.3 IP 层汇聚网段的 QoS 问题

IETF 定义了 2 节中 IP QoS 机制(IntServ 和 Diffserv)和隧道,VPN 机制。隧道和 VPN 根据每个业务类型或 QoS 类别进行配置。MPLS,VLAN,L2TP,GRE,VPN 和本地 IP 可能用于 IP 层流量汇聚。BRAS 和边缘路由器应该完成 802.1p 优先级,IP DSCPs 和 MPLS exp 之间的映射。为了支持动态的和每会话的 QoS 控制,BRAS 和边缘路由器应该有相关

QoS 控制器的接口。

4 基于以太网 IP 接入网络的动态和每会话 QoS 控制

图 3 示例了一个支持基于以太网 IP 接入网的动态和每会话 QoS 控制的参考结构。

该参考体系结构与 NGN 体系架构相对应,包括 3 个平面:业务控制平面,传输资源控制平面和传输数据平面。

业务控制平面包括业务控制功能(SCF)来处理业务请求,它决定每个业务流的 QoS 需求,然后发送资源请求给接入资源控制功能(ARCF)。SCF 可以是逻辑上独立的功能实体,可以是单独实现的或集成在其它设备上的功能模块。对应不同的业务,可采用软交换,流媒体服务器,语音网关,视频点播服务器或者其它类似的设备来实现。

传输资源控制平面包括接入网络的接入资源控制功能(ARCF)和核心网络的资源控制功能。ARCF 处理包含 IP 流的特定 QoS 需求的资源请求,进行准入控制,路由决策和基于网络资源状态及 SLA/策略的资源分配。ARCF 也是逻辑上独立的功能实体,即可以单独实现也可以作为集成在其它设备上的功能模块来实现。

IP 接入网络是基于以太网的第二层网络,它包括 3 种类型的设备:边缘路由器,接入节点和 IMD。其中边缘路由器在基于 IP 的接入网络中该设备作为一个独立的入口节点,它连接基于 IP 的接入网络到骨干网络;它是一个第三层设备,

通常,它是一个 BAS(宽带接入服务器或一个路由器)。接入节点在该 IP 接入网络设备之间连接用户终端。通常,它是一个第二层交换机或者是一个 IP DSLAM(数字用户线接入复用器)。而 IMD(中介设备)则是一个基于 IP 的接入网络中的所有其它的设备,CPE(用户前端设备)是在 CPN(用户前端

网络)中的设备,它通常是一个用户终端,例如,以太网电话或者媒体网关。如果 CPN 是由第二层交换机和用户终端组成,CPN 应该无拥塞的转发用户的数据包,来保证 CPN 中用户流的 QoS。

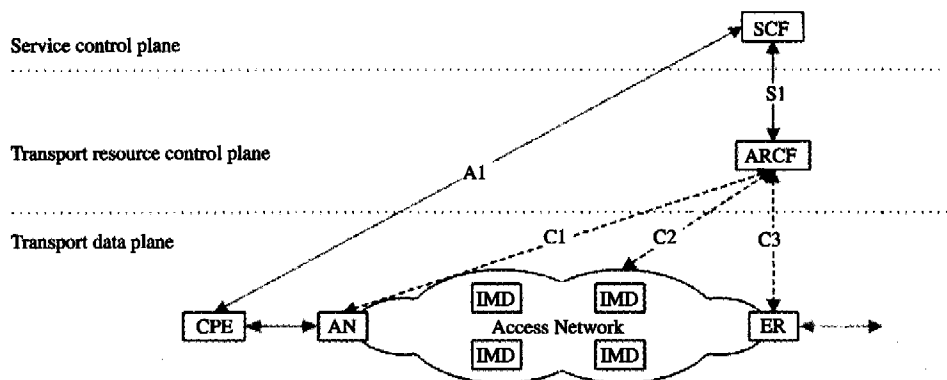


图 3 支持基于以太网 IP 接入为了的动态和每会话 QoS 控制的参考结构

要严格地保证 IP 接入网络中的面向连接业务和实时业务的 QoS,应该满足下列需求:

- 1)网络拓扑和资源状况收集
- 2)有特定 QoS 需求的资源请求
- 3)准入控制和资源分配
- 4)配置带有特定 QoS 参数的控制
- 5)业务流的标识,分类,标记
- 6)基于 IEEE802.1p 中定义的以太网层优先级的包转发

同样的 QoS 机制也可以用来保证 IP 接入网络中无连接业务的相关 QoS。用户与提供者之间的 SLA 协商可以看作是静态的,并且为数据交付质量进行手工业务请求,而网络管理员起到 SCF 的作用。准入控制和资源分配只基于 SLA/策

略来完成。分组也基于 IEEE802.1p 中定义的以太网优先级来进行转发。考虑到 SLA 管理的自动性和安全性,可能需要为动态 SLA 协商和策略决策开发路径解耦的信令协议。

该接入网络的拓扑和资源状态可以通过静态配置或动态收集来获得。拓扑信息能够直接从接入网中的网络元素, TMN 或其它代理(例如边缘路由器上)获得。ARCF 可以基于资源分配许可对资源状态信息进行维护并将其存储在它维护的网络拓扑和资源数据库(NTRD)中。流准入控制,路由决策和资源分配在网络拓扑和资源数据库及 SLA/策略的基础上实现。

下面以图 4 为例介绍该体系结构的准入控制的过程。

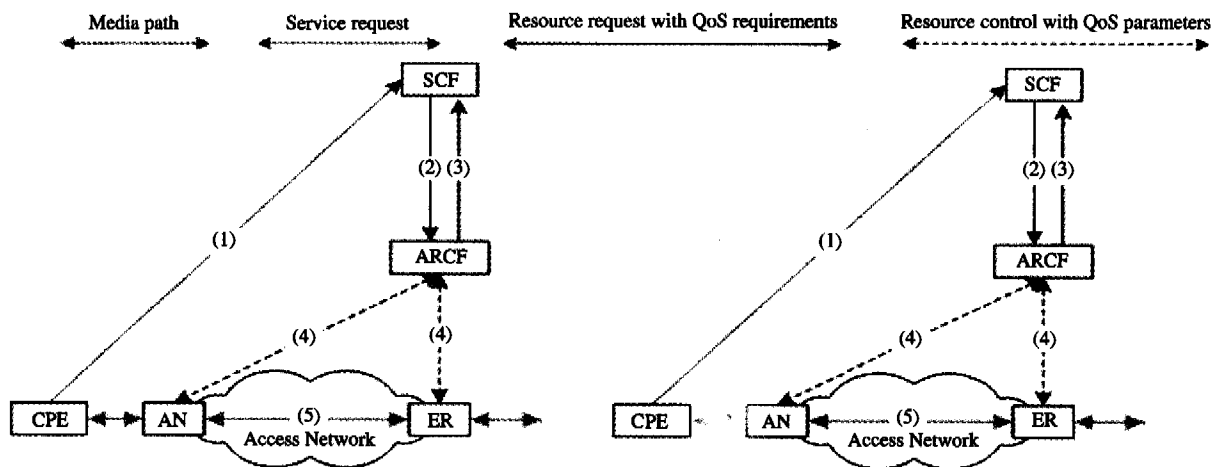


图 4 基于以太网 IP 接入网络的准入控制

(1)业务请求。终端或应用网关/服务器通过信令协议(例如 SIP 或 H. 323)发送给 SCF 一个业务请求。该业务请求触发一个资源请求。

(2)带有特定 QoS 需求的资源请求。SCF 发送给 ARCF 一个包含例如用户终端的 IP 地址,流描述,带宽要求和优先级等参数的资源请求。

(3)准入控制和资源分配。ARCF 基于 NTRD 数据库为流选择路径。如果接入网络具有足够的资源满足流的接入需求则发送接纳应答到 SCF,同时在 NTRD 中将分配的资源标

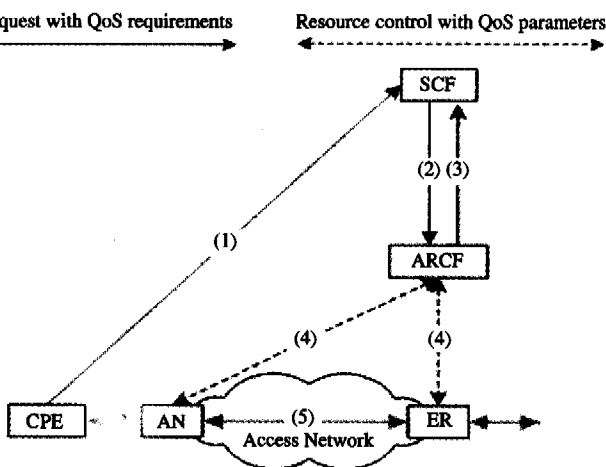


图 5 基于以太网 IP 接入网络的资源释放过程

记为已占用。否则接入请求被拒绝并终止接纳控制过程。

(4)QoS 参数配置。ARCF 发送给 AN 流描述,802.1p 中定义的带宽和优先级。如果业务是双向的,ARCF 也应该对 ER 进行相应的配置。流描述包括 IP 五元组信息或其它协议域参数。

(5)流标识,分类,标记和转发。AN 按照流描述标识一个业务流,对流分组进行分类,限制带宽,标记并依据优先级进行转发。中间设备同样按照优先级对分组进行转发。未标

(下转第 72 页)

4.1.4 提取建筑物间隔 b 算法 一般情况下可缺省设定建筑物间隔 b 为街道宽度 w 的 2 倍。

$$b=2 * w$$

4.1.5 提取移动台和基站的距离 d 算法 在确定了基站所在的位置 $pt1$ 和移动台所在的位置 $pt2$ 后,可通过求得两点间的距离完成。

$$d=pt1.DistanceTo(pt2)$$

4.1.6 提取基站与移动台连线同楼房走向夹角 φ 算法 一般情况下可通过求出基站与移动台连线同楼房基本走向的夹角 φ 完成。

$$\varphi=Arctg((pt1.X-pt2.X)/(pt1.Y-pt2.Y))$$

4.2 Okumura-Hata 模型数据提取算法

设定点 $pt1$ 表示基站所在的位置,其屏幕位置坐标为 $X1$

和 $Y1$;点 $pt2$ 表示移动台所在的位置,其屏幕位置坐标为 $X2$ 和 $Y2$,则相应算法可表示为:

```
Dim pt1 As MapObjects2.Point
Dim pt2 As MapObjects2.Point
pt1=Map1.ToMapPoint(X1,Y1)
pt2=Map1.ToMapPoint(X2,Y2)
d=pt1.DistanceTo(pt2)
```

参考文献

- 1 刘光.地理信息系统二次开发教程[M].北京:清华大学出版社,2003
- 2 张卫钢.通信原理与通信技术[M].西安:西安电子科技大学出版社,2002
- 3 啜钢.CDMA 无线网络规划[M].北京:机械工业出版社,2005

(上接第 60 页)

识分组将不能保证被转发,很有可能被看作是尽力服务分组。如果业务是双向的,ER 与 AN 执行同样的过程。

资源释放过程如图 5 所示。

(1)业务释放请求。一个终端或应用网关/服务器发送给 SCF 一个业务释放请求并触发资源释放请求。

(2)资源释放请求。SCF 发送给 ARCF 一个资源释放请求,该请求包括源终端的 IP 地址和流描述参数。

(3)资源释放。由流占用的资源重新在网络拓扑和资源数据库中标识为空闲,并且送回 SCF 一个确认。

(4)QoS 参数配置的移除。一个包括流标识的消息发送给 AN,然后该设备移除该流的标识和分类。该流又转变为尽力服务流量。如果业务是双向的,ER 执行与 AN 一样的过程。

5 接口需求

下面对图 3 中介绍的不同接口的需求进行分析:

ARCF 和接入网络节点之间的接口(C2)应该满足下面的需求:

- (1)应该能够及时地收集链路层拓扑结构和资源状态。
- (2)应该能够及时并准确地跟踪链路层拓扑和资源状态改变及状况。

(3)应该具有拓扑收集功能。

SCF 和 ARCF 之间的接口(S1)应该满足下面的需求:

(1)允许 SCF 为一个 IP 业务流发起一个资源分配请求给 ARCF。该请求可能包含流标识,QoS 参数。

(2)允许 SCF 在业务流运行期间为一个 IP 业务流发送给 ARCF 资源修改请求。

(3)允许 ARCF 发送给 SCF 一个资源分配请求或资源修改请求的接受应答。

(4)允许 ARCF 发送给 SCF 一个资源分配请求或者带宽修改请求的拒绝应答。

(5)允许 SCF 为一个 IP 业务流向 ARCF 发起一个资源释放请求。

(6)允许 SCF 为一个 IP 业务流发送给 ARCF 一个资源分配状态查询。

(7)允许 ARCF 为一个 IP 业务流发送给 SCF 一个资源

分配状态报告。

ARCF 和 ER/AN 之间的接口(C1 和 C3)应该满足下面的需求:

(1)允许 ARCF 指示边缘路由器/接入节点为一个 IP 业务流执行流标识和特定的 QoS 处理。

(2)允许 ARCF 指示边缘路由器/接入节点为 IP 业务流修改特定的 QoS 处理。

(3)允许 ARCF 来指示 ER/AN 为 IP 业务流取消特定的 QoS 处理。

(4)允许 ER/AN 发送给 ARCF 一个 QoS 安装/修改/取消指令的 QoS 配置应答。

小结 基于以太网 IP 接入网络的 QoS 的控制体系结构是 NGN 的一个重要的研究内容。国际电联 ITU NGN 专题组 NGNFG 正在针对此问题进行大力研究,本文具体阐述了基于以太网 IP 接入网络的 QoS 问题,并具体提出相关的接口和需求,随着标准的推出和技术的成熟,此问题必将解决,基于以太网 IP 接入网络必将在未来的 NGN 通信网络中得到广泛的应用。

参考文献

- 1 接入网技术的发展趋势和发展策略. <http://www.chinaitlab.com/www/news/>
- 2 ITU-T. Y. e2eqos. 1. FGNGN-OD-00076. Requirements and framework for end to end QoS architecture in NGN
- 3 强磊,解冲锋,叶华.下一代网络中以太网接入技术分析. 信息网络,2002,3
- 4 敖立.下一代电信网的接入网. 电信科学,2004,3
- 5 ITU-T. Y. 1231. IP access network architecture
- 6 ITU-T Y. 123. QoS FGNGN-OD-00010 A QoS control architecture for Ethernet-based IP access network
- 7 IPQoSNGN 亟待破解的技术难题. <http://www.chinanetcom.com.cn/mj/dxjs.asp?Unid=2172>
- 8 Y. NGN. QoS FGNGN-OD-45 General Aspects of Quality of Service and Network Performance in the Next Generation Networks
- 9 ITU-T G. 902 Framework recommendation on functional access networks (AN)