

# UMTS 的端到端 QoS 体系结构与保证机制

朱春梅, 江海涛, 吴伟陵

(北京邮电大学 信息工程学院, 北京 100876)

**摘要:**无线移动环境中实现QoS保证已经成为最为关键的问题之一。通过分析UMTS系统的端到端QoS体系结构,阐述了UMTS系统QoS保证体制的特点以及相应管理模块的功能,最后对4种不同情况下的端到端QoS保证流程进行了分析。这对今后3G无线资源管理和网络规划都具有重要的参考价值。

**关键词:**UMTS; 端到端QoS; 集成服务模型; 区分服务模型; 资源预留协议

**中图分类号:**TN929.5 **文献标识码:**A

## End-to-End QoS Architecture and Guarantee Mechanism for UMTS

ZHU Chun-mei, JIANG Hai-tao, WU Wei-ling

(College of Information Engineering, Beijing University of Posts and Telecommunications, 100876)

**Abstract:** QoS Guarantee in wireless mobile communication system has become one of the most important issues. This paper analyzes the architecture of end-to-end QoS for UMTS. Furthermore, the characteristic of UMTS end-to-end QoS guarantee mechanism and corresponding management functions are specified. Finally four different end-to-end QoS guarantee flows are proposed.

**Key words:** universal mobile telecommunication system; end-to-end QoS; IntServ; DiffServ; RSVP

## 0 引言

随着第三代移动通信系统全IP化的趋势日渐明朗,如何在无线移动环境中实现QoS保证,已经成为最为关键的问题之一。

分组网络中的QoS是指分组在一个或多个网络传输过程中所表现的各种性能,是各种性能参数的集合。而QoS保证的目标是为各种业务(包括图像、数据、语音和多媒体业务等)提供可靠的端到端服务质量保证。IETF已经提出2个著名的QoS服务模型和体系结构:集成服务模型(Integrated Service,简称IntServ或IS)和区分服务模型(Differentiated Service,简称DiffServ或DS)。IntServ模型<sup>[1]</sup>借

鉴了现有电信网络的设计思想,采用接纳控制和资源预留对数据流提供确保型的QoS。由于难以预先了解流的确切特性,预留带宽会导致资源利用率下降,而且又因为每个路由节点需要保存流的状态数量,并与流的数目成正比,就需要占用大量的存储空间和处理开销,因此系统伸缩性差。DiffServ模型<sup>[2]</sup>是将QoS需求近似的业务流汇集成类,网络通过每一跳的方式对每一类数据流提供一定程度的QoS保证。通常,数据报头的DS字段的设置规定了服务级别,基于DS字段的处理能够产生不同的服务级别。由于路由节点保存的状态数量正比于服务类别,而不是流的数量,网络伸缩性虽好,但是无法提供确保型QoS。通常,在网络规模小、服务质量要求高的

· 收稿日期:2002-05-24

· 基金项目:自然科学基金重大项目资助课题(No. 6986243)

· 作者简介:朱春梅(1976-),女,安徽合肥市人,北京邮电大学2000级博士生,主要研究方向为无线资源管理、宽带移动通信系统的业务建模与流量控制;吴伟陵(1938-),男,北京邮电大学教授,博士生导师,中国电子学会信息论分会主任委员。

边缘网络和接入网络,采用 IntServ 模型,而在骨干网络中采用 DiffServ 模型。

无线移动通信系统由于其固有特性给端到端 QoS 保证带来了很大挑战,无线资源匮乏、无线信道的不可靠性和时变特性导致无线接入网络成为端到端 QoS 保证的瓶颈,而且,无线接入网的 QoS 保证机制与 IP 核心网 QoS 保证机制之间的差异都是端到端 QoS 的保证,因此这是必须解决好的问题。

为了实现无线移动环境下的端到端 QoS, 3GPP<sup>[3]</sup>定义了 UMTS 系统系统一整套层次化、区域化的承载服务功能,包括了为保证约定的 QoS 在各层所需要提供的的所有功能。

### 1 UMTS 的端到端 QoS 体系结构

图1给出了UMTS 的端到端QoS 保证模型的网络结构图。对于全IP 的UMTS,终端的Internet 应用并不直接使用UMTS 系统服务,而是使用IP 的QoS

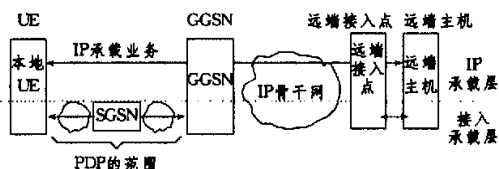


图1 UMTS端到端QoS保证模型的网络结构

Fig.1 UMTS end-to-end QoS guarantee network architecture

定义和属性,再通过 API 映射为 UMTS 系统 QoS 属性。UMTS 系统的分组数据协议 PDP 支持 IntServ 和 DiffServ 这两种 IP QoS 体系。QoS 参数的翻译与映射一般是通过网络的边缘设备完成(如

UMTS 系统的网关节点 GGSN)。

#### 1.1 分层次、分区域的服务质量保证机制

为了实现端到端网络的 QoS,源和目的端之间必须建立具有明确定义的特性和功能的承载服务,通常包括控制信令、用户面的传输和 QoS 管理功能。UMTS 系统给出了分层次、分区域的 QoS 体系结构,每一层的承载服务都是通过其下一层的承载服务来提供的。

由于端到端服务通常经过若干不同网络,其 QoS 从横向就可分为 3 个区域:TE/MT 本地承载服务、UMTS 系统承载服务、外部网络承载服务。其中 UMTS 系统承载服务从纵向又可以分为:无线接入承载服务和 CN 核心网承载服务。而无线接入承载服务又由下一层的无线接口承载服务和 Iu 接口承载服务构成。

#### 1.2 QoS 管理功能模块

UMTS 系统为了保证端到端的 QoS,提供了若干 QoS 管理功能,具体可以分为控制面和用户面的管理功能模块。图 2 给出了控制平面的 QoS 管理功能模块。

控制平面的 QoS 管理功能通过信令与外部网络协商,支持承载服务的建立与修改。具体模块分为:服务管理功能、翻译和映射功能、接纳和容量控制功能、用户控制功能。其中服务管理功能包括图 2 中所有各层承载服务的管理,主要负责协调各个模块完成各自服务的建立、修改和维护,并且它还向所有用户平面的管理功能提供相关参数。翻译和映射

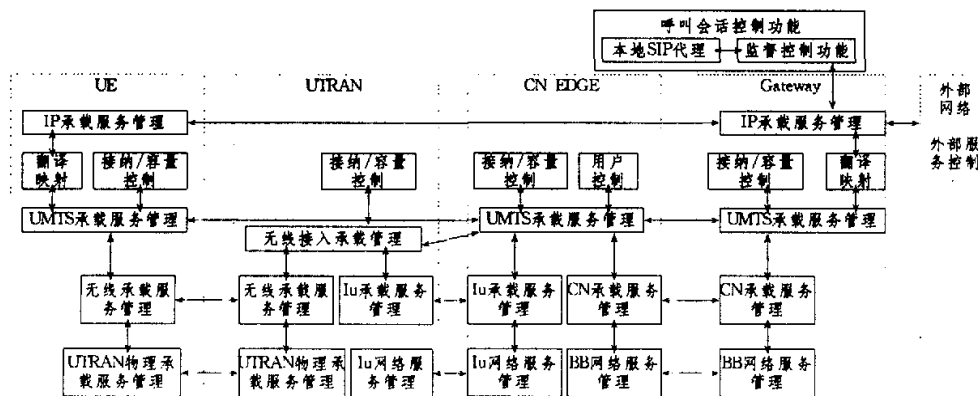


图2 控制平面的QoS管理功能模块

Fig.2 QoS management functions for the control plane

功能主要完成外部网络服务的信令与内部服务原语间的转换,其中包括 QoS 参数与 UMTS 系统承载服务属性的转换。接纳和容量控制功能负责维护网络所有可用资源的信息以及分配给 UMTS 系统承载服务的资源信息,并通过容量分析决定每个 UMTS 系统承载服务的请求和修改所需要的资源是否能够满足。用户控制功能则是检查 UMTS 系统承载服务的用户是否有权使用具有一定 QoS 的服务。

图 2 中还给出了呼叫会话控制功能(P-CSCF),其中包括本地会话初始协议(SIP)代理和监督控制功能(PCF)。P-CSCF 利用 SIP 的信令计算鉴权。这里的鉴权是指需要鉴权的 IP 资源,具体包括 IP 数据流的特性以及目的地与端口的限制。PCF 是为已鉴权的流所分配的 QoS 资源提供监督判决,最终的判决信息从 PCF 传递到 GGSN 网关。

用户平面的 QoS 管理功能负责在某些 QoS 属性的限制下,维持信令与用户数据的流量特性,以保证协商好的 QoS。具体模块如图 3(图中箭头指示数据流向)所示,划分为:映射、分类、资源管理和流量调节。映射功能主要完成在不同承载服务之间转移时为每个数据单元提供期望所获得的 QoS 标识。分类功能完成了当移动终端已经建立多个 UMTS 系

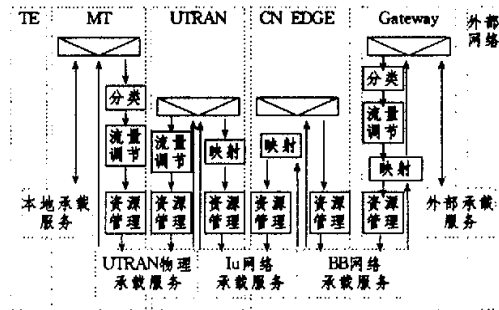


图3 用户平面的QoS管理功能模块  
Fig. 3 QoS management functions for the user plane

统承载服务时,根据 QoS 属性将数据单元分配到相应的服务上。具体实现可以从数据单元的报头或流量特性得到信息,选择合适的 UMTS 系统承载服务。资源管理功能负责根据请求的 QoS,在所有服务之间分配共享资源(例如资源调度、无线承载的功率控制等)。不同网络实体的资源管理对其具体的资源进行分配。流量调节功能提供了数据流量与请求的服务之间关于协商好的 QoS 的一致性检查。流量调

节通常由监督或整形功能完成。监督功能将数据流量与相关 QoS 属性进行比较,不一致的数据单元将被丢弃或标识,在出现拥塞的情况下可以优先丢弃。流量整形功能则按照 QoS 的要求形成相应的数据流量。

## 2 4 种端到端 QoS 保证机制的流程

我们将详细描述不同情况下,端到端 QoS 是如何保证的<sup>[4]</sup>。下面根据本地 UE 和 GGSN 支持的功能不同,分别给出了 4 种端到端 QoS 保证的上下行交互流程。

### 2.1 本地 UE 不提供 IP 承载服务的管理功能

本地 UE 不提供 IP 承载服务的管理功能见图 4。这种情况下假设 GGSN 支持 DiffServ 的边缘功能,IP 骨干网采用 DiffServ 机制。UE 不提供 IP 承载服务功能,端到端 IP QoS 由 GGSN 控制到远端主机。终端应用层的 QoS 需求被映射到 UE 的 PDP 参数中。UMTS 系统接入网的 QoS 控制由移动终端发起 PDP 信令或 SGSN 发起用户控制消息来完成。下行方向的 IP QoS 由远端主机控制到 GGSN,再由 GGSN 采用 DiffServ 边缘功能将数据流重新分类(重新标识 DiffServ 的编码点 DSCP),并通过 DSCP 将数据分配到不同的 PDP 中。在整个过程中 UE 负责控制 PDP 内容,而 GGSN 负责提供 PDP 内容与

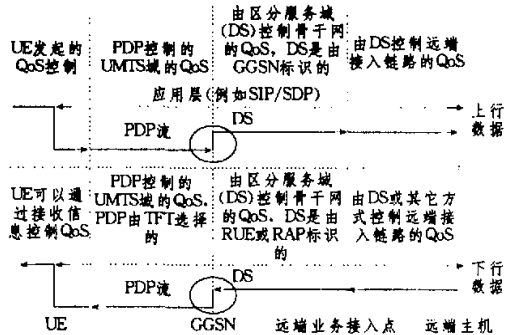


图4 本地UE不提供IP承载服务的管理功能  
Fig. 4 Local UE does not provide IP BS manager

DiffServ 之间的交互操作。PDP 流的控制范围仅限于 UMTS 系统接入网部分(UE 到 GGSN 之间)。图 4 给出了详细的 QoS 控制信息的交互流程,其中 RAP 是指远端接入点,而 RUE 是指远端 UE。图 1 中圈出的部分说明了在上行方向 GGSN 完成 PDP 向

DiffServ 的转换。而下行方向则由流模板(TFT)通过 TFT 过滤器完成了 DiffServ 向 PDP 流的转换。

### 2.2 本地 UE 提供 IP 承载服务的管理功能

本地 UE 提供 IP 承载服务的管理功能并支持 DiffServ,其示意图见图 5。这种情况下,假设 UE 和 GGSN 都支持 DiffServ 的边缘功能,IP 骨干网采用 DiffServ 机制。UE 提供 IP 承载服务功能,保证了端到端 QoS 控制到 GGSN 和远端主机,但是与 GGSN 的 IP 承载服务之间不使用 IP 层信令。终端应用层的 QoS 需求被映射到 IP 层,IP 层的服务需求被进一步映射到 UE 的 PDP 参数中。下行方向的 IP QoS 由远端主机控制到 GGSN,再由 PDP 控制 GGSN 和 UE 之间的 QoS。UE 采用 DiffServ 的边缘功能来提供 DiffServ 的接收控制,通过 GGSN 提供的 DiffServ 标识来决定该 IP QoS 在 UE 端是否被支持。上行方向的 IP QoS 由本地 UE 提供,而 UMTS 系统的 QoS 由 PDP 来支持,骨干网和远端接入网采用 DiffServ 机制来保证。在图 5 所示的情况下,UE 提供 DiffServ 控制,因此也提供了 PDP 与 DiffServ 之间的转化。GGSN 的 DiffServ 边缘功能可以从 UMTS 系统承载服务模块之间的 PDP 信令获得来自 UE 的 DSCP,对其进行重写,再通过翻译/映射功能传递到 IP 承载服务模块。

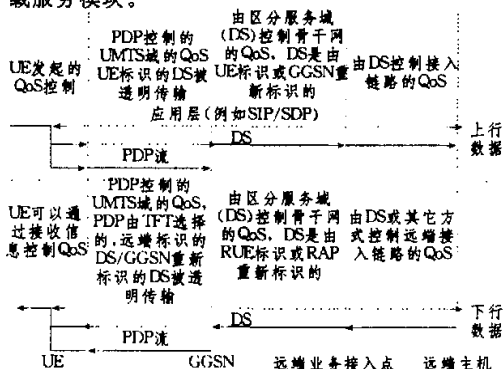


图5 本地 UE 提供 IP 承载服务的管理功能并且支持 DiffServ  
Fig. 5 Local UE provides IP BS manager and supports diffserv

### 2.3 本地 UE 支持 RSVP 信令和边缘 DS 的功能

图 6 给出了本地 UE 支持 RSVP 信令和边缘 DS 的功能,并支持服务监督的示意图,在这种情况下 UE 支持 IP 承载服务,并和远端主机保持 IP 层信令,但是 UE 和 GGSN 的 IP 承载服务之间没有 IP 层信令,GGSN 可以利用 UMTS 系统承载服务之间的

PDP 信令提供的信息。同样 UE 和 GGSN 支持 Diff-Serv 的边缘功能,骨干网支持 DiffServ,并且 UE 采用 RSVP 信令来控制 DiffServ。应用层的 QoS 需求映射到 RSVP 信令,UE 将建立适于 RSVP 会话的 PDP 内容。如果包括应用层的鉴权标记,它将映射到相应的 RSVP 信令和 PDP 参数中。无线接入的 QoS 由 PDP 提供,其内容来自 RSVP 信令信息。IP 层 QoS 分两层完成,端到端的 QoS 由 RSVP 控制,尽管 RSVP 信令可以用在 QoS 端到端模型中,但是未必所有的中间节点都支持。相反,DiffServ 可在整个 IP 骨干网中提供 QoS 保证。通常 UE 按照 DiffServ 给数据流分类,中间节点根据 RSVP 信令和 DiffServ 来提供 QoS,UE 需要完成 RSVP 和 DiffServ 之间的交互,而 GGSN 需要利用 PDP 中的信息选择合适 DiffServ 的设置。UE 通过 RSVP 信令来控制 PDP。

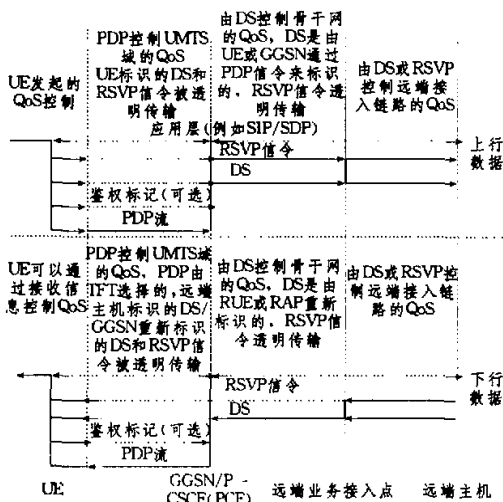


图6 本地 UE 支持 RSVP 信令和边缘 DS 的功能并支持服务监督  
Fig. 6 Local UE supports of RSVP signalling and diffserv with service monitoring

如果在 PDP 的建立和修改中包括了鉴权标志,GGSN 将利用监督模块提供 IP 层信令,根据鉴权标志来配置 DiffServ,以此来判断是否允许某类流被接纳。应用层的信令由 P-CSCF 的 SIP 提供,而 GGSN 需要通过与 P-CSCF 中的 PCF(监督控制功能)交互信令,来完成对数据流的监督控制。

### 2.4 本地 UE 采用 IntServ 机制,并支持 RSVP 信令

图 7 给出了本地 UE 采用 IntServ 机制,并支持 RSVP 信令的示意图。这里 UE 通过 IP 层信令完成

IP 承载服务的功能,保证端到端QoS。然而,这种情况与2.3节中所述的的不同之处在于UE不支持DiffServ,依赖GGSN来提供端到端QoS数据流的分类。GGSN支持RSVP与DiffServ的交互。相反,UE支持IntServ机制,采用RSVP完成对QoS的控制,而数据流的分类功能则完全由GGSN来完成。

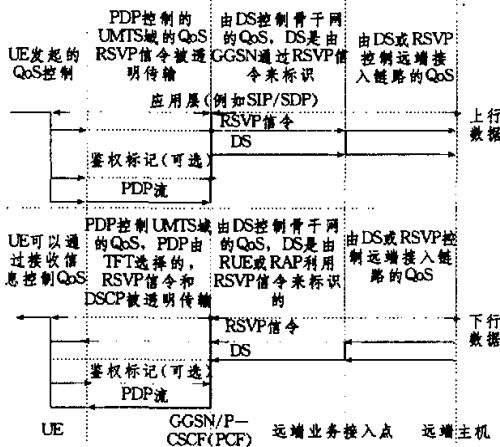
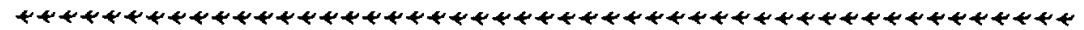


图7 本地UE采用IntServ机制并支持RSVP信令  
Fig.7 Local UE supports of RSVP signalling using intserv semantics

通信终端之间的应用层(SIP/SDP)提出QoS需求,再映射到RSVP的信令中,UE将建立支持RSVP会话的PDP。来自应用层的鉴权标志也要映射到相应的RSVP参数和PDP参数中去。

### 3 总结

目前如何在无线移动环境中实现端到端QoS



(上接9页) systems[J]. IEEE J Select Areas Commun, 1994,12(5):685-697.

[3] MARINKOVIC Slavica, VUCETIC Branka, USHIKAWA Akihisa. Space-time iterative and multistage receiver structures for CDMA mobile communications systems[J]. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 2001,19(8):1594-1604.

[4] DIVSALAR D, SIMON M K, RAPHELI D. Improved parallel interference cancellation for CDMA[J]. IEEE Trans, Commun, 1998,

保证的问题已经引起国内外许多3G标准组织的重视。UMTS系统在现有IP分组网络的QoS保证机制的基础上,结合无线接入网的特点提出了端到端QoS保证的体系结构。本文针对UMTS系统该体系结构的特性,详细分析了相应的QoS管理功能,并在此基础上根据本地UE和GGSN支持的不同功能,对4种不同情况下的端到端QoS保证流程进行了分析,这对今后3G无线资源管理和网络规划都具有重要的参考价值。

### 参考文献

[1] RFC1633,1994. Integrated Service in the Internet Architecture; an Overview[S].

[2] RFC 2475,1998. An Architecture for Differentiated Services[S].

[3] 3GPP TS 23.107 V4.0,2000. 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Services and System Aspects; QoS Concept and Architecture (Release 4)[S].

[4] 3GPP TS 23.207 V5.2.0,2002. 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Services and System Aspects; End-to-End QoS Concept and Architecture (Release 5)[S].

(编辑:龙能芬)

46(2):258-268.

[5] THOMPSON J S, GRANT P M. Smart antenna arrays for CDMA systems[J]. IEEE Pers Commun, 1996, 16-25.

[6] 蒋伯峰,冯爱刚,殷勤业.非周期扩频CDMA系统中时空信道的盲估计[J].电子学报, 2001,29(6):778-781.

[7] 蒋伯峰,王文杰,殷勤业.适用于任意阵列的多径信道二维方向角与相对时延的联合估计方法[J].电子学报,2000,28(12):1-4.

(编辑:何先刚)