

超三代移动通信系统的 QoS 体系结构*

林 闯, 曾荣飞⁺, 雷 蕾, 肖圳莎

(清华大学 计算机科学与技术系, 北京 100084)

QoS Architecture in Beyond 3rd Generation Mobile Communication System

LIN Chuang, ZENG Rong-Fei⁺, LEI Lei, XIAO Zhen-Sha

(Department of Computer Science and Technology, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

+ Corresponding author: Phn: +86-10-62772487, E-mail: zengrf@csnet1.cs.tsinghua.edu.cn, <http://www.tsinghua.edu.cn>

Lin C, Zeng RF, Lei L, Xiao ZS. QoS architecture in beyond 3rd generation mobile communication system.

Journal of Software, 2008,19(1):90-102. <http://www.jos.org.cn/1000-9825/19/90.htm>

Abstract: Recently, the QoS architecture in the beyond 3rd generation mobile communication system is becoming a hot topic in the area of computer networks and telecommunications. In this paper, the state-of-the-art QoS architectures are presented. By analyzing and comparing the key projects and papers published abroad, it is concluded that QoS architecture in B3G (beyond 3rd generation) system should be an all-IP, hierarchical and end-to-end framework. The main characteristics include scalability, controllable, self-adaptation and dynamic resource management. Finally, the design principals are proposed, and future works are summarized as well.

Key words: end-to-end QoS architecture; scalable; controllable; self-adaptable; dynamic resource management

摘 要: 近年来,超三代移动通信系统的 QoS 体系结构已成为计算机网络领域和通信领域的一个研究热点。调研了相关的主要研究项目,通过对重点项目和国外该领域相关论文成果进行分析和比较,总结出未来 B3G(beyond 3rd generation)系统 QoS 体系结构应是一种全 IP 的、层次化的、端到端的 QoS 体系结构,它应具有集成性、可管理性、可扩展性、自适应性和动态资源管理等特点。最后提出了 B3G 系统 QoS 体系结构的基本设计原则,并对未来工作进行了展望。

关键词: 端到端的 QoS 体系结构;可扩展性;可管理性;自适应;动态资源管理

中图法分类号: TP393 文献标识码: A

超三代(beyond 3rd generation,简称 B3G)移动通信系统是以高速的、全 IP 的综合业务为主的新一代移动通信系统。它具有覆盖范围广、支持高速移动、承载更多的移动数据业务和高分辨率的多媒体业务等特点。在体系结构方面,B3G 系统较好地融合了基于 IPv6 的 Internet 和移动网络,支持区域性无线接入和自组织网络的无缝连接;在实现技术上,B3G 系统采用多输入多输出(multiple input multiple output,简称 MIMO)的多天线技术和正交频分复用(orthogonal frequency division multiplexing,简称 OFDM)技术等来提高网络性能;在 QoS 体系结构

* Supported by the National Natural Science Foundation of China under Grant No.90412012 (国家自然科学基金); the China Postdoctoral Science Foundation under Grant No.20060400063 (中国博士后科学基金); the Orange France Telecom R&D Lab. (Beijing) (北京法国电信研发中心有限公司资助项目)

Received 2007-07-12; Accepted 2007-09-13

方面,B3G 系统提供一种可管理的、端到端的服务质量保证,其 QoS 体系结构具有集成性、可管理性、可扩展性、自适应型和动态资源管理等特点。

未来的超三代移动通信系统将融合各种异构的无线通信系统和传统的 Internet 网络.因此,为了提供端到端的 QoS 保证,B3G 系统 QoS 体系结构包括 Internet QoS 体系结构和移动通信系统 QoS 体系结构,移动通信部分又分为接入网络和核心网络,其中,Internet 和核心网络 QoS 体系结构主要参考 Diffserv 体系结构.3G 系统的 UMTS QoS 体系结构是移动通信系统 QoS 体系结构的主要代表,也是 B3G QoS 体系结构的基础,它试图解决接入网络和核心网络的 QoS 保证问题。

IETF(Internet Engineering Task Force)定义的集成服务(Intserv)和区分服务(Diffserv)是经典的互联网 QoS 体系结构,也是 B3G 移动通信系统中核心网络 QoS 体系结构的主要参考模型.Intserv 体系结构是在异构的网络元素之上提供端到端的质量保证型服务或可控负载型服务^[1-3].Intserv 是一种基于流的、状态相关的体系结构.与状态无关的体系结构(原来的 IP 网络体系结构或 Diffserv)相比,它所提供的服务具有更高的灵活性和更好的服务质量保证.但是,Intserv 控制机制高度复杂,可扩展性和鲁棒性也相对较差,这些都阻碍了 Intserv 的发展并加速了 Diffserv 的诞生.Diffserv 体系结构的设计目标在于通过简化内部节点的服务机制和服务对象来简单而有效地满足实际应用对可扩展性的要求.此外,Diffserv 通过面向对象的模块化思想和封装思想,增强了系统的灵活性与通用性.总之,Diffserv 是一种可扩展的、状态无关的 QoS 体系结构,它具有层次化结构和总体集中式的控制策略^[4].

Intserv 控制机制高度复杂和 Diffserv 无法提供较好的服务质量保证,导致这两种体系结构至今未被广泛应用.目前,互联网 QoS 体系结构的研究成果还包括 Intserv 和 Diffserv 相结合的体系结构^[5]、多协议标签交换(multiprotocol label switch,简称 MPLS)^[6]、OverQoS 体系结构^[7]和动态包状态(dynamic packet state,简称 DPS)^[8]等.至今,关于 QoS 体系结构的研究仍未能较好地平衡可扩展性、可管理和提供有效的端到端 QoS 保证这三者之间的关系问题。

近年来,人们除了关注 Internet 的服务质量以外,移动通信系统的 QoS 体系结构研究也取得了一些进展.其中,3GPP(3rd generation partnership project)定义的 UMTS(universal mobile telecommunications system) QoS 体系结构就是 3G 系统 QoS 体系结构的典型代表,也是 B3G 系统 QoS 体系结构的基础和主要参考架构^[9-11].

UMTS QoS 体系结构能够充分利用无线网络资源,在不同层面上提供 QoS 保证(如图 1 所示)^[11].

从水平角度来看,UMTS QoS 体系结构将承载业务分成 TE/MT(terminal equipment/mobile terminal)本地承载业务、UMTS 承载业务和外部承载业务 3 部分.其中,UMTS 承载业务的 QoS 管理功能是在 UMTS 承载业务接入点之间为用户提供可协商的、有质量保证的服务,它又分为控制层面的 QoS 管理和用户层面的 QoS 管理:控制层面 QoS 管理的功能包括业务管理、翻译、许可/能力控制和签约控制等;用户层面 QoS 管理的功能是将信令或用户可以使用的数据业务量保持在特定的 QoS 属性限度内,具体包括映射功能、分级控制功能、资源管理功能和业务量调节功能等。

UMTS 用户接入 Internet 是一个复杂的、多段多层次的连接过程.与之对应,UMTS 的 QoS 体系结构也是基于层间映射/分段保证的架构.在图 1 中,自上而下来看,高层定义的 UMTS 用户业务级别 QoS 由第 3 层实体和 GTP(GPRS tunnelling protocol)协议实体的 QoS 保证机制来实现;第 2 层分为无线接入端承载 QoS 和 Gn 承载 QoS;处于最底层的无线接入承载 QoS 又分为无线承载 QoS 和 Lu 接口承载 QoS 两部分.该体系结构通过在各层和各段上设置众多的 QoS 检测、控制、参数解析/映射和接入控制实体来实现全网范围的 QoS 保证。

此外,UMTS QoS 体系结构还结合了 ATM 网络、IP 网络、GSM 网络的 QoS 机制,它试图架构一个能够与现存的异种网络互操作的 QoS 体系结构.但是可以看出,它只提供从基站到 Internet 接入点之间的 QoS 保证,并未真正解决端到端的 QoS 保证问题。

综上所述,无论是 Internet 还是 3G 系统都没有处理好端到端的 QoS 保证、可扩展性和可管理性三者之间的关系问题.此外,由于接入技术的异构性,需要提供更普遍的 QoS 保证以及切换过程中的 QoS 保证,这些都使得上述 QoS 体系结构不再适合 B3G 系统.因此,B3G 系统 QoS 体系结构的研究将重点解决上述问题,使其除了

能够提供端到端 QoS 保证以外,还具有集成性、可管理性、可扩展性、自适应性和动态资源管理等特点.

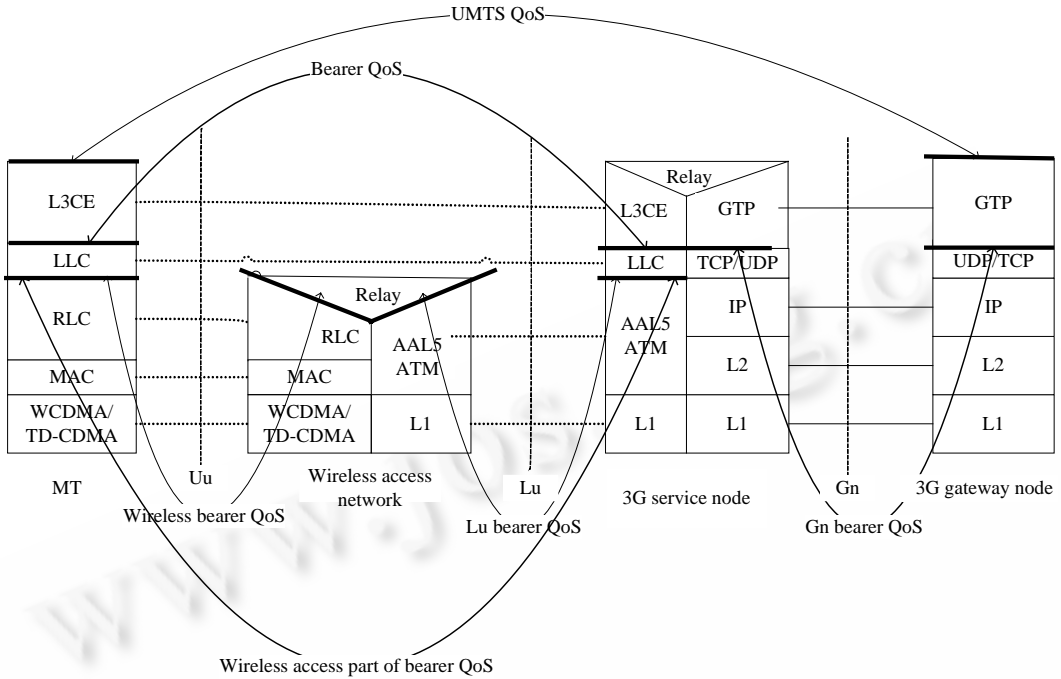


Fig.1 QoS architecture of UMTS

图 1 UMTS QoS 体系结构

1 B3G 系统 QoS 体系结构研究现状

本文调研了 B3G 系统 QoS 体系结构的 5 个主要项目,其中,Moby Dick QoS 体系结构、EVEREST QoS 体系结构、DAIDALOS QoS 体系结构和 DOCOMO QoS 体系结构重点解决了接入部分的 QoS 保证,而 Ambient 网络 QoS 体系结构则是从整体上来考虑如何提供有效的端到端 QoS 保证.

1.1 Moby Dick 网络 QoS 体系结构

Moby Dick 网络是基于 IPv6 的全 IP 的移动通信系统,它成功集成了无缝接入、移动性管理、AAAC (authentication, authorization, accounting and charging)管理、QoS 保证和个性化服务提供等功能.在 QoS 体系结构方面,接入网络和核心网络都参考了 Diffserv 体系结构,其中,QoS 代理负责在接入网络中提供 QoS 保证^[12-15].

1.1.1 端到端的数据传输

Moby Dick 网络 QoS 体系结构包括核心网络的 QoS 保证和接入网络的 QoS 保证两部分.在接入网络部分,Moby Dick 重点解决了用户注册、服务请求和快速切换 3 个场景的 QoS 保证问题.在上述 3 个场景中,QoS 代理根据网络的实际情况和服务请求来配置接入路由器和无线网关,从而实现对接入网络的管理.

当用户首次进入某一区域时需要注册.用户先从接入路由器处获取转交地址(care of address,简称 CoA),然后向接入路由器发出注册请求,接入路由器中的 AAAC 模块接收该请求信息,并代表用户向 AAAC 服务器发送注册请求.如果注册的区域是外地域,那么外地域的 AAAC 服务器使用 DIAMETER 协议向家乡域的 AAAC 发出注册请求;若验证成功,AAAC 服务器将结果反馈给用户,并将可以使用的 DSCP(differentiated services code point)映射信息发给用户.为保证在给用户提供服务时有较小的延时,AAAC 服务器将该用户的 NVUP(network view of the user profile)信息发送给 QoS 代理.

注册成功后,用户开始服务请求过程.用户使用终端上的中间件对数据包进行 DSCP 标记,然后发给接入路

由器;接入路由器向 QoS 代理发送(地址,DSCP)信息来请求决策,QoS 代理根据用户的 NVUP 属性和当前网络资源的使用情况决定是否提供服务.如果可以提供该服务,那么,QoS 代理配置接入路由器.接入路由器为用户提供服务.此时,该服务进入其他域,并执行与该域相似的服务请求,直到到达目的地为止.接入路由器向 QoS 代理请求服务验证只发生在应用的第 1 个数据包上.

当用户从一个区域移动到其他区域时,用户接收到新区域的广播通知后开始进行快速切换.切换需要原接入路由器参与来协商参数.在切换期间,原 QoS 代理也会将用户的 NVUP 属性和分配资源的情况等上下文信息发送给新 QoS 代理,新 QoS 代理根据上述信息和实际网络资源使用情况配置新的接入路由器.

1.1.2 数据传输的控制

接入网络的 QoS 保证是由 QoS 代理和接入路由器共同实现的.QoS 代理主要负责控制层面的 QoS 管理和网络资源管理.具体而言,它通过对边界路由器的输入和输出流进行监测来实现对网络资源的管理,通过使用 COPS(common open policy service)协议与其他区域中的 QoS 代理通信,为用户提供接入网络的 QoS 保证.此外,它还负责服务接纳控制和配置其他网络实体.接入路由器主要负责传输层面的 QoS 管理,它在拓扑结构上位于接入网络的边界,其功能与 Diffserv 网络边界路由器的功能相似,即主要负责对流进行监测、整形等.接入路由器通过与 QoS 代理之间通信,执行 QoS 代理的决策.此外,接入路由器将队列的负载和网络资源的使用情况等信息反馈给 QoS 代理,QoS 代理根据这些信息动态调整决策,从而实现 QoS 代理对网络资源的实时管理.

Moby Dick 网络 QoS 体系结构主要采用 COPS 协议和 DIAMETER 协议进行实体通信和控制.COPS 协议主要负责在策略决定点(policy decision point,简称 PDP)和策略实施点(policy enforcement point,简称 PEP)之间传递控制和管理信息,如 QoS 代理和接入路由器之间、AAAC 和 QoS 代理之间传输信息.DIAMETER 协议用于 AAA 服务器和 AAA 客户端(如网络接入服务器)之间传递验证、授权、记账和收费信息.

1.1.3 小结

Moby Dick 网络 QoS 体系结构具有如下特点:

- 可扩展性,但不能提供端到端的 QoS 支持.Moby Dick 网络是一种基于 IPv6 的全 IP 的体系结构,它在核心网络支持 Diffserv 体系结构,而在接入网络通过 QoS 代理提供 QoS 保证.由于 QoS 代理可以针对不同的接入技术有所不同,因此 Moby Dick 网络具有较好的可扩展性,但是未能解决端到端的 QoS 保证问题.
- 动态资源管理.接入路由器将队列的负载和网络资源的使用情况等信息反馈给 QoS 代理,QoS 代理根据这些信息动态调整决策,从而实现 QoS 代理对网络资源的实时管理.
- 集成性.QoS 代理除了具有 QoS 管理功能外,在设计上还充分考虑了其他功能.接入路由器也是由 QoS 模块、AAAC 模块、快速切换模块等组成.因此可以看出,B3G 网络 QoS 体系结构具有一定的集成性.
- 适应性.在服务方面,Moby Dick 网络可以根据网络运营商的意愿来提供任何类型的服务,并能提供不同级别的服务质量保证.在管理方面,网络运营商能够有效地管理网络资源.因此,Moby Dick 网络具有一定的适应性.

1.2 EVEREST网络QoS体系结构

EVEREST 网络 QoS 体系结构具有层次化、基于策略管理和通用无线资源管理(common radio resource management,简称 CRRM)等特点.它主要参考了 UMTS QoS 体系结构、DiffServ 体系结构和 IETF 基于策略的 QoS 管理,继承了 3GPP QoS 体系结构中的 PDF 实体,引入了带宽代理(bandwidth broker,简称 BB)和无线 QoS 代理(wireless QoS broker,简称 WQB).EVEREST 除引入基于资源的接纳控制机制外,还在无线接入网络和核心网络中使用基于策略的架构来管理网络资源,它的优势在于可以考虑无线网络资源、用户的物理位置、终端的传输能力等多方面因素^[16-18].EVEREST 网络的 QoS 体系结构如图 2 所示^[16].

1.2.1 端到端的数据传输

EVEREST 网络在整体上采用基于策略的管理框架,其中核心部分是 Diffserv 体系结构,而接入网络的数据传输过程与 Moby Dick 网络基本一致.在提供端到端的 QoS 保证时,EVEREST 网络需要将 DiffServ 服务类型

(AF,EF,Best-effort)映射成不同接入网络所提供的服务类型(如 UMTS 提供的会话类、流类、交互类、背景类)。目前主要有两种映射方案,即静态映射和动态映射。由于动态映射允许资源管理实体实时掌握网络资源使用情况,有利于保持核心网络和接入网络的 QoS 一致性,所以,EVEREST 网络采用动态映射机制。

1.2.2 数据传输的控制

从图 2 可以看出,EVEREST 网络实体 BB 和 WQB 位于控制层面,其中,BB 位于核心网络,而 WQB 处于接入网络。带宽代理位于核心网络的控制层面,它负责在用户、外部承载服务和无线资源管理之间协商 QoS 和进行资源预定。BB 的具体功能包括:与相邻的 BB 之间通过 SIBBS(simple inter-domain BB signaling protocol)协议通信,掌握网络资源的使用情况;查询域内资源信息;配置域内的边界路由器并给边界路由器分配资源;进行接纳控制。WQB 与 BB 具有相同的功能,只是在拓扑结构上所处的位置不同。WQB 的主要任务是根据 RAN(radio access network)采用的特定机制来配置无线接入网中其他实体,并提供通用无线资源管理功能。此外,它通过与 BB 和 PDF 进行 QoS 协商来提供端到端的 QoS 保证。策略决定功能(policy decision function,简称 PDF)是逻辑上的策略决策实体,它在 IP 承载层上制订基于业务的本地策略。PDF 根据从 AF(application function)获得的信息和运营商预先定义的策略规则来授权 IP 承载资源。此外,PDF 将从 G_q 接口获得的策略建立信息映射成 IP 网络授权的 QoS 参数。在该体系结构中,为了将业务的 QoS 要求映射成某个域内特定的 QoS 属性,WQB,BB 和 PDF 之间通过 COPS-SLS 协议来进行 QoS 协商,QoS 协商最终将决策出应该为用户提供何种 RAT 和 QoS 保证。

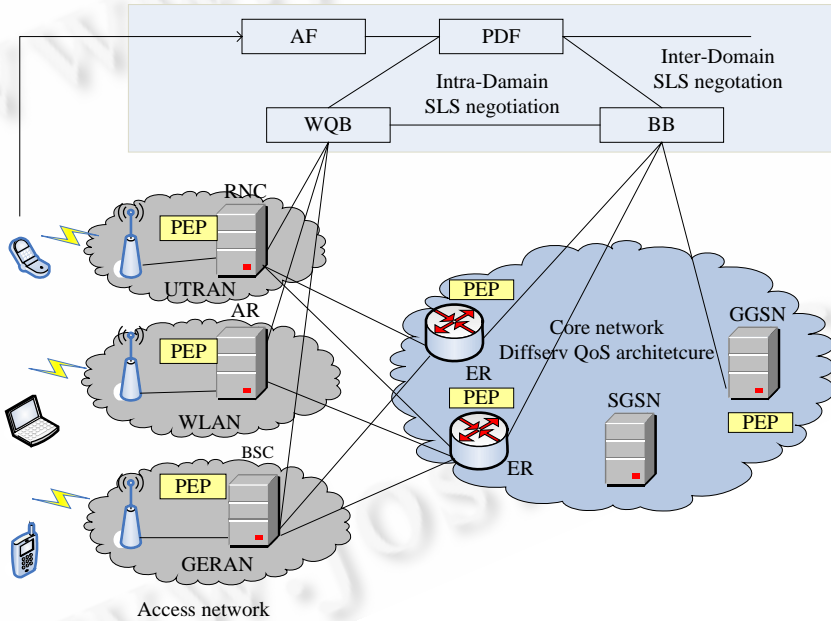


Fig.2 QoS architecture of EVEREST network

图 2 EVEREST 网络 QoS 体系结构

1.2.3 小结

EVEREST 网络 QoS 体系结构具有如下特点:

- 具有策略管理和通用无线资源管理功能。策略管理和通用无线资源管理使得网络能够实时管理网络资源、提高网络资源的利用率。
- 可扩展性。接入网络与核心网络控制实体的分离、层次化 BB 和 SGSN(serving GPRS supporting node)控制功能与路由功能的分离,使得网络具有更好的可扩展性,并解决了信令负载、过量配置和移动管理等问题。
- 基于资源的接纳控制。3GPP 标准未考虑资源因素,只要应用层会话建立,PDF 就为用户提供服务;而

EVEREST 网络 QoS 体系结构引入了基于资源的接纳控制机制,由此提高了系统的整体性能。

- 未能提供较好的、端到端的 QoS 保证.与 Moby Dick 网络相似,由于核心网络采用 Diffserv 架构,所以没有真正解决端到端的 QoS 保证问题。

1.3 DAIDALOS网络QoS体系结构

DAIDALOS 网络具有层次化、可扩展性、安全性和移动性等特点,它支持无缝接入、多播和 QoS 保证等功能,但在资源管理和控制方面稍显复杂,而且也未能较好地解决端到端的 QoS 保证问题^[19-21]。

1.3.1 端到端的数据传输

DAIDALOS 网络 QoS 体系结构将业务分为两类:多媒体业务和一般性业务,并采用不同方式来提供 QoS 保证.多媒体服务提供子系统(multimedia service provisioning,简称 MMSP)通过使用 SIP(session initiation protocol)和 SDP(session description protocol)协议管理媒体服务会话和进行 QoS 协商.对于一般服务,MMSP 不参与服务质量保证的过程,而是由终端对请求服务的数据包进行 DSCP 标记,网络实体根据 DSCP,SLA(service level agreement)以及网络的可用资源等信息为用户提供服务.但是,所有的服务都是由 QoS 代理来进行接纳控制(服务请求分别来自于 MMSP,AR(access router)).

对于多媒体服务,端到端的数据传输过程如下:首先,由 ANQoSBr 激活不同的接入路由器.然后,用户的终端节点在 MMSP 服务器上注册.假定在一个接入网络中有两个用户(MT1 和 MT2)需要通信,MT1 给 MT2 发送一个 SIP INVITE 请求信息,为了了解 MT2 的终端处理能力,该信息中途被 MMSP 截取,并由 MMSP 向 MT2 发送 SIP OPTIONS 请求.接下来,MMSP 通过给 ANQoSBr 发送 COPS 信令来进行资源分配请求.如果 MMSP 可以为应用分配资源,则给 MT2 发送 SIP INVITE 请求.最后,MT2 接收请求,两个用户终端间的多媒体服务会话建立完毕.上述过程中,需要使用 SIP 代理/服务器来接收 SIP 请求和解释 SDP,并能将高层的服务请求映射成底层设备可以理解的 QoS 属性。

对于一般性服务,当接入路由器接收到用户第 1 个含有 DSCP 标记的数据包时,AR 代表用户向 ANQoSBr 发出资源请求.假定同一接入网络中两终端进行 FTP 业务,操作的序列如下:首先,ANQoSBr 激活接入路由器;然后,MT1 初始化一个有 DSCP 标记的 FTP 会话.AR 暂存该数据包,并代表用户向 ANQoSBr 发出资源请求. ANQoSBr 根据用户的属性(NVUP)、运营商与用户之间的 SLA 和网络资源的使用情况,来决定是否该为用户提供服务.如果可以提供服务,ANQoSBr 根据 SLA 来配置 AR;最后,接入路由器给 MT2 转发暂存的数据包.至此,FTP 会话建立完毕。

1.3.2 数据传输的控制

在 DAIDALOS 网络中,层次化的 ANQoSBr,CNQoSBr 和 MMSP 负责提供 QoS 保证.其中,ANQoSBr 和 CNQoSBr 与 Moby Dick 网络的 QoS 代理的功能基本一致,只是在拓扑结构中所处的位置不同,它们的分离有利于系统的可扩展性.ANQoSBr 主要负责接入网络的接纳控制、资源管理、维持不同接入网络内的资源负载平衡和提供 QoS 保证,CNQoSBr 是核心网络中负责资源管理的实体.为使网络有较好的可扩展性,CNQoSBr 把聚集流作为服务对象.在资源管理方面,CNQoSBr 主要任务是配置核心路由器(core router,简称 CR)和边界路由器(egress router,简称 ER).此外,CNQoSBr 需要周期性地与 ANQoSBr 通信,并宣布核心网络资源的使用情况.MMSP 主要用于管理多媒体服务的 SIP 服务会话,它由 SER(SIP express router)代理/服务器、协调引擎和媒体管理等组成。

1.3.3 小结

DAIDALOS 网络 QoS 体系结构具有如下特点:

- 层次化.在 DAIDALOS 网络 QoS 体系结构中,CNQoSBr,ANQoSBr 和 MMSP 的组织关系是层次化的,这种层次化的关系有利于系统的可扩展性和提供端到端的 QoS 支持.其中,CNQoSBr 和 ANQoSBr 的功能与 EVEREST 网络的 WQB 和 BB 功能相似.此外,针对多媒体服务设计的 MMSP 有利于 DAIDALOS 网络提供区分的 QoS 保证。
- 可扩展性.层次化的体系结构、功能的模块化和接入网络与核心网络控制实体的分离都使得网络具有

可扩展性.

- 未解决端到端的 QoS 保证问题.在 DAIDALOS 核心网络中,CNQoSBr 对聚集流提供 QoS 保证,采用的方式与 Diffserv 体系结构基本相似.这种体系结构虽然具有可扩展性,但不能提供很好的端到端的 QoS 保证.

1.4 DOCOMO QoS体系结构

DOCOMO 实验室提出的 QoS 体系结构具有层次化、可扩展性、适应性、鲁棒性和可维护性等特点.它主要参考基于策略的管理架构、应用网络和 NSIS(next step in signaling)体系结构,并在此基础上将管理、控制与传输相分离.此外,它还提出了基于终端的层次化策略管理系统,通过协调跨层适应算法来最优化网络性能^[22,23].

1.4.1 DOCOMO QoS 框架

DOCOMO QoS 体系结构将管理、控制与传输相分离,这样有利于系统的可扩展性、可维护性等.数据层由控制层来管理,它负责向用户提供诸如无缝切换等 QoS 服务.传输层除了具备其他体系结构(如 Diffserv,Moby Dick,EVEREST 等)中已出现的功能和模块外,还调整了部分已有模块的功能(如流分类器、流监测器),并引入了新的模块(如包隧道).不难看出,由于数据层缺乏全局意识,因此它提供 QoS 保证的能力有限.相反地,控制层具有全局意识,它可以通过制定策略和参数来控制数据层,使其提供更好的 QoS 保证.控制层中新引入的模块或实体包括 QoS 发起者、QoS 代理、QoS 控制器、QoS 上下文、对等发现模块和切换区分模块等.其中,QoS 代理作为 PDP,其主要功能是从策略控制器、接纳控制模块获取相关信息、与其他 QoS 代理通信和配置 PEP.此外,在切换时,它和 QoS 上下文、切换区分模块一起提供 QoS 保证.目前,几乎所有 QoS 体系结构在切换时都只提供一种类型的 QoS 保证,这不符合区分服务的原则.该体系结构在切换时通过控制数据层的包隧道模块来提供 3 类服务:快速切换、平滑切换、无缝切换.管理层根据 SLA、应用网络服务器的属性和网络实际负载情况制订管理策略,以便更好地提供 QoS 保证.

1.4.2 跨层适应平台

DOCOMO 提出了跨层适应性平台,它通过协调终端的跨层适应算法来优化网络整体性能.跨层适应平台是一种基于终端的层次化策略管理系统,它定义了算法和策略的表达形式,并将实体表达成策略的形式.该平台包括两个重要实体,即系统 PDP 和层 PDP.系统 PDP 的主要功能包括:对策略进行翻译并检查是否发生冲突;将存储在通用策略存储器(common policy repository,简称 CPR)中的策略发送给层 PDP,以便层 PDP 执行该策略;定义系统范围内的触发错误、事件策略,并将其安装在层 PDP 上;根据实际需要修改和限制现存跨层适应算法的执行.层 PDP 主要有两大功能:一是维护本地适应算法;二是封装部件,从而使暴露给系统 PDP 的结构更加简单.跨层适应算法通过理解用户、应用和系统请求来配置网络实体,从而适应实际的异构网络.因此,它能够较好地隐藏异构性所带来的复杂性问题.

1.4.3 小结

DOCOMO QoS 体系结构由层次化的网络架构和基于终端的层次化策略管理系统组成,具有如下特点:

- 管理、控制和数据传输功能相分离.该体系结构由管理、控制和数据传输 3 个平面组成,它将服务质量引入到每个平面,共同来提供 QoS 保证.但是,这种功能划分存在一些问题:第一,决策控制逻辑和分布式数据包处理的捆绑设计导致网络管理控制的复杂度不断恶化;第二,针对明确的网络运行目标缺乏必要的集中决策,容易导致网络连接视图理解和控制动作的不一致性.
- 可扩展性.层次化的策略管理系统、功能的模块化和层间信息交换的标准化,使得各个实体间相对独立和透明,也使该体系结构具有良好的可扩展性.

1.5 Ambient网络QoS体系结构

目前,网络的决策逻辑和分布式系统相互交织导致控制平面和管理平面变得异常复杂.此外,移动通信环境的多样性和接入技术的异构性也对网络提出了更高的要求,这些都使得由欧盟资助的 AN(Ambient network)没

有沿用 UMTS 体系结构,而是以一种全新的理念对现有移动系统进行扩展.AN 打破了传统互联网的“边缘论”思想,强调在网络某些节点中加入业务处理、QoS 保证和安全相关的功能,使得网络支持更多的业务类型^[24-27].

1.5.1 Ambient 体系结构

Ambient 网络提出一个业务、控制与传输相分离的体系结构.该体系结构的核心是 Ambient 控制空间(Ambient control space,简称 ACS),它使得业务动态地适应当前网络和端节点,图 3 描述了 Ambient 控制空间的逻辑组织和主要特点^[27].ACS 框架允许控制功能模块化,也允许以即插即用的方式添加新的控制功能,这使得作者可以根据特定应用选择与之相适应的功能,这些都有利于提高网络的适应性和可扩展性.

ACS 包括 3 个接口,即 Ambient 业务接口(Ambient service interface,简称 ASI)、Ambient 资源接口(Ambient resource interface,简称 ARI)和 Ambient 网络接口(Ambient network interface,简称 ANI).ANI 用于不同网络的控制空间之间的通信,它允许将控制空间的功能发布给其他网络以供它们使用,并将一个 ACS 的功能与另一个 ACS 的功能相连接.ASI 将连接和控制功能以一种统一的方式提供给上层的应用和业务使用,它允许用户和应用向 ACS 发起请求以建立、维护和终止终端系统之间的端到端连接和传送业务.简而言之,ASI 是业务提供者、业务接收者以及 Ambient 网络之间的接口.ARI 在 ACS 和传输层之间,它向 ACS 提供控制机制以管理传输平面的资源,这些资源可以通过一个抽象层访问,使得 ACS 功能与传送技术无关.

当异构网络组合与协作时,为使网络运营商不用进行手工配置,这要求 AN 管理系统具备动态性、分布式和自管理能力,并对周围环境有较好的感知和适应能力.因此,AN 网络定义了 4 种管理模式,即基于模式的管理、对等模式、即插即用和流量工程,其中前两种用于网络组合,后两种则用于自我管理.

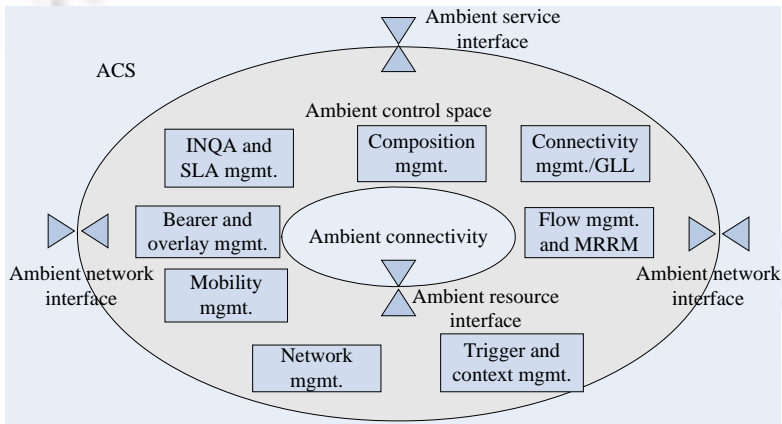


Fig.3 Ambient ACS and related interfaces

图 3 Ambient 控制空间和相关接口

1.5.2 端到端的 QoS 控制

位于 ACS 中的服务质量功能区域(QoS-FA)负责端到端的 QoS 支持,它通过建立和管理服务质量关联(QoS association)来实现对异构和移动网络动态的 QoS 控制.QoS-FA 的主要功能是 SLS 广告、SLS 协商、SLS 实现与释放、监测和结束 SLS.QoS-FA 的网间服务质量协议功能实体(INQA-FE(inter-network QoS agreements-function entity)),又称 Ambient 网络服务质量实体,AQE(Ambient network QoS entity))主要负责端到端的服务质量的动态控制,它包括广告模块、协商模块、监测模块、接纳控制模块和 GANS(generic Ambient network signalling)信令层协议(INQA-GSLP(generic signalling layer protocol)).

在未建立双边协定的情况下,AN 若要提供服务,则需广播其 QoS 性能.当请求服务时,QoS-FA 需要协商 AN 间的 SLS(service level specification).SLS 协商完毕后,已协商的资源在供应商处成为可用资源或者可被调用资源,前者将自动完成 QoS 实现,而后者将在被调用后完成 QoS 实现.在提供服务时,AN 通过 ARI 接口将 SLS 映射为特定的 QoS 实现,由于与特定的技术相关,因此,该功能不是由 QoS-FA 来实现.在服务过程中还需要 SLS 监

