

# LTE/SAE 的 QoS 研究

查敦林<sup>1,2</sup>, 郭晓东<sup>1</sup>, 孙知信<sup>1</sup>

(1. 南京邮电大学 计算机学院, 江苏 南京 210003;

2. 中兴通讯股份有限公司, 江苏 南京 210012)

**摘要:**为了满足用户不断增强的移动宽带需求,3GPP于2004年启动了长期演进(LTE)与系统架构演进(SAE)的研究。由于LTE/SAE系统对UMTS网络进行了显著的改进,LTE/SAE的服务质量(QoS)机制也相应地做了许多改进和增强,比如通过简化承载业务架构,引入默认承载、QoS分类标识(QCI)等概念,最终实现了业务数据速率的提高以及用户体验的提升。通过将LTE/SAE系统的QoS与3GPP的2G和3G的QoS进行比较,介绍了移动通信网络中QoS的发展历程,说明LTE/SAE系统在哪些方面提高了用户体验。指出了目前LTE/SAE系统QoS机制还需要深入研究的问题。

**关键词:**长期演进;系统架构演进;服务质量;默认承载;QoS分类标识;保证比特速率;最大比特速率;聚合最大比特速率

中图分类号:TP31

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2010)11-0250-04

## QoS Research in LTE/SAE System

ZHA Dun-lin<sup>1,2</sup>, GUO Xiao-dong<sup>1</sup>, SUN Zhi-xin<sup>1</sup>

(1. Computer College, Nanjing Univ. of Posts & Telecommunications, Nanjing 210003, China;

2. Zte Corporation, Nanjing 210012, China)

**Abstract:** In order to satisfy the user's increasing demand in mobile broad band, the 3GPP organization began the long term evolution (LTE)/system architecture evolution (SAE) research project. Because the LTE/SAE system improves the UMTS network remarkably, the quality of service (QoS) mechanism also makes many improvements, such as predigesting the bearer service architecture, importing the concept of default bearer, QoS class identifier (QCI), etc., which achieves the increase of service data rate and the enhancement of user experience in the end. According to comparing the QoS of LTE/SAE to the 2G and 3G, introduce the development process of QoS in the mobile communication, and show the LTE/SAE system how to improve the user's experience. Point out the problem of QoS mechanism in the current LTE/SAE system, which needs more study.

**Key words:** long term evolution; system architecture evolution; quality of service; default bearer; QoS class identifier; guaranteed bit rate; maximum bit rate; aggregate maximum bit rate

## 0 引言

具备更高的数据传输率、更灵活的频谱带宽配置、更小的系统时延、更低的运营成本、更多样化的业务、以及无缝移动性是运营商对下一代移动网络的必然要求<sup>[1]</sup>。根据3GPP R8版本确定的长期演进(LTE)与系统架构演进(SAE)两大标准所构建的LTE/SAE系统,通过基于全IP的分组核心网,扁平化的网络层次架构,并支持多种接入技术灵活接入的特点满足了以

上的要求<sup>[2,3]</sup>。

同时,提供具有严格服务质量(QoS)保证的数据、语音、图像、视频等多媒体业务,和支持跨不同接入网络的端到端QoS保证,成为LTE/SAE系统的研究重点之一<sup>[4]</sup>。

保证服务质量的目的是向用户提供满意的服务,不同类型的业务对服务质量的要求有所不同,传统的衡量服务质量的参数包括端到端延迟、抖动、分组丢失率、网络吞吐率和数据传输可靠性等。

由于LTE/SAE系统在接入网络结构上的优化,接入网结构更加扁平化,即把通用移动通信系统(UMTS)的无线网络控制器(RNC)和基站(Node B)两个节点,简化到只有演进型基站(eNode B)一个节点,从而演进系统的QoS结构相比UMTS的QoS进行了简化,但也做了不少增强和改进<sup>[5]</sup>。比如由于希望更

收稿日期:2010-02-24;修回日期:2010-05-28

基金项目:国家自然科学基金(60973140);江苏省自然科学基金(BK2009425);江苏省高校自然科学基金(08KJB520005);中兴基金资助项目

作者简介:查敦林(1974-),男,安徽芜湖人,博士,研究方向为计算机通信、LTE网络架构;孙知信,博士,教授,研究方向为计算机网络与安全、多媒体通信。

好地实现用户的“永远在线”体验,故引入了默认承载概念;为了取消 UMTS 系统复杂的 QoS 协商机制,放弃了专用信道概念,采用共享信道和配备灵活的动态调度机制<sup>[6]</sup>。

下文将通过介绍 LTE/SAE 的承载业务架构,分析承载级 QoS 的参数和属性,然后将其与 2G 和 3G 的 QoS 比较,进一步说明 LTE/SAE 给用户带来的体验的提高。

## 1 LTE/SAE 的 QoS 机制

### 1.1 SAE 承载业务架构

由于 LTE/SAE 系统需要提供的是端到端 QoS,所以沿用了 UMTS 系统相似的 QoS 框架——分层次、分区域的 QoS 体系结构,即上层的 QoS 要求分解为下层的 QoS 属性,下层为上层提供承载业务<sup>[6]</sup>。SAE 的 QoS 承载业务架构如图 1 所示<sup>[7]</sup>。

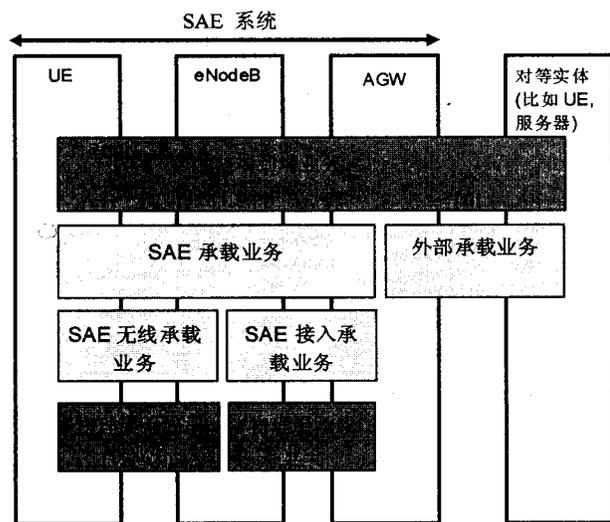


图 1 SAE 承载业务架构

图中端到端的承载业务可以沿着端到端的路径划分成不同的网络段业务。端到端承载业务可以分解成两部分:SAE 承载业务与外部承载业务。其中,外部承载业务用于连接 UMTS 核心网和位于外部网络节点之间的业务承载。SAE 承载业务则可以分为 SAE 无线承载业务与 SAE 接入承载业务两部分。SAE 无线承载业务根据必需的 QoS,在 eNodeB 与 UE 之间传输承载业务数据,将无线承载链接到对应的承载业务;SAE 接入承载业务根据必需的 QoS,在 AGW 和 eNode B 之间传输承载业务数据,向 eNode B 提供端到端承载的聚合 QoS 描述,同时将接入承载链接到对应的承载业务<sup>[4]</sup>。

SAE 的 QoS 控制的基本粒度是承载,即相同承载上的所有流量将获得相同的 QoS 保障,不同类型的承

载提供不同的 QoS 保障。SAE 还提出了一些新的承载类型概念,比如默认承载、专用承载、GBR 承载和 Non-GBR 承载等<sup>[5]</sup>。

1)默认承载:一种满足默认 QoS 的数据和信令的用户承载。默认承载可以简单理解为一种提供尽力而为 IP 连接的承载,给用户设备(UE)提供“永远在线”的 IP 连接。默认承载的 QoS 参数可以来自于从归属用户服务器(HSS)中获取的签约数据,也可以通过策略计费规则功能(PCRF)交互或者基于本地配置。

2)专用承载:对某些特定业务所使用的 SAE 承载。一般情况下专用 SAE 承载的 QoS 比默认 QoS 的要求高。专用承载在 UE 关联上行(UL)业务流模板(TFT),在 PDN GW 关联一个 DL(下行)TFT, TFT 中包含业务数据流的过滤器,而这些过滤器只能匹配某些准则的分组,专用承载的 QoS 参数总是由分组核心网分配。

3)GBR 承载:与保证比特速率(GBR)承载相关的专用网络资源,在承载建立或修改过程中通过例如 eNode B 的接纳控制等功能永久分配给某个承载,这个承载在比特速率上要求能够保证不变。

4)Non-GBR 承载:与 GBR 承载相反,网络资源不能永久分配给某个承载,即不能保证该承载的比特速率不变,就是 Non-GBR 承载。

专用承载可以是 GBR 承载或 Non-GBR 承载,而默认承载应该是 Non-GBR 承载。

一个承载维护的是一个服务数据流(SDF)的集合,对应相同承载级别 QoS 的多个 SDF 的集合,每个 SDF 是由 IP 的 5 元组(源 IP 地址、目的 IP 地址、源端口号、目的端口号、IP 层以上协议 ID)描述,以此来识别终端和应用或服务。所以 SDF 可以用来连接到 Web、流媒体服务器或邮箱服务器<sup>[8]</sup>。

### 1.2 SAE QoS 参数与属性

#### 1.2.1 QoS 参数

一个 SAE 的承载关联到下列承载级 QoS 参数<sup>[5,7]</sup>。

(1)QoS 分类标识(QCI)。

QCI 可同时应用于 GBR 和 Non-GBR 承载。一个 QCI 是一个值,用于指定访问节点内定义的控制承载级分组转发方式(如调度权重、接纳门限、队列管理门限、链路层协议配置等),这些都可以有运营商预先设置到接入网节点(比如 eNode B)中。在接口上使用 QCI 而不是传输一组 QoS 参数主要是为了减少接口上的控制信令数据传输量,并且在多厂商互联和漫游环境下使用不同设备或系统间的互连互通更加容易。

(2)分配和保留优先级(ARP)。

ARP 可同时应用于 GBR 和 Non - GBR 承载。ARP 的主要目的是能够决定是否接受请求的承载建立/修改(尤其对于 GBR 承载的无线容量是否有效), 或者在资源受限时拒绝上述请求。另外, eNode B 可以使用 ARP 决定资源受限时, 哪个承载可以丢弃。一个承载的 ARP 仅在承载建立成功之前对承载的建立产生影响。承载建立之后再需要对承载的特性进行改变时, 应该由 QCI、GBR、MBR 和 AMBR 等参数决定。

(3) 保证比特速率(GBR)。

GBR 仅应用于 GBR 承载, 提供给 GBR 承载保证的比特速率, GBR 承载的业务包括语音、流媒体、实时游戏等。

(4) 最大比特速率(MBR)。

MBR 仅应用于 GBR 承载, 它为业务设置数据传输速率的限制。如果发现业务的数据传输速率超过 MBR 时, 网络将通过业务量整形算法来限制速率。MBR 的值一般大于或等于 GBR 的值。

(5) 聚合最大比特速率(AMBR)。

AMBR 仅应用于 Non - GBR 承载, 同一个 UE 的多个 SAE 承载可以共享同一个 AMBR, 即一组 SAE 承载中的每个承载可以使用全部的 AMBR 资源, 例如当其他 SAE 承载没有任何业务流时, 有业务流的那个承载可以使用全部的 AMBR 定义的全部带宽。如果超出了 AMBR 限制, 网络可能在上行链路和下行链路使用业务流量调节算法, 就像 MBR 的调节算法一样。

1.2.2 标准 QCI 属性

一个 QCI 特性可由承载类型、优先级、分组延迟预算、分组丢失率等组成, 它代表了 SAE 系统为某个 SDF 提供的 QoS 特性。每个 SDF 仅与一个 QCI 关联, 如果多个 SDF 具有相同的 QCI 和 ARP 值, 则它们可以作为单独的业务集合来处理, 这就是 SDF 集合。QCI 特性一般由运营商根据实际需求预配置在 eNode B 上, 表 1 给出了 SAE 系统定义的标准 QCI 属性<sup>[7]</sup>。

表 1 标准 QCI 属性

QCI	承载类型	优先级	分组延迟预算	分组丢失率	业务举例
1	GBR	2	100ms	10 <sup>-2</sup>	会话语音
2		4	150ms	10 <sup>-3</sup>	会话视频(直播流媒体)
3		3	50ms	10 <sup>-3</sup>	实时游戏
4		5	300ms	10 <sup>-6</sup>	非会话视频(缓冲流媒体)
5	Non-GBR	1	100ms	10 <sup>-6</sup>	IMS 信令
7		7	100ms	10 <sup>-3</sup>	语音、视频(直播流媒体), 交互类游戏
6		6			视频(缓冲流媒体), 基于 TCP
8		8	300ms	10 <sup>-6</sup>	的业务(如 www、E-mail, 聊天、FTP、P2P 文件共享等)
9		9			

(1) 承载类型: 决定是否需要在整个承载生存时间内固定分配与承载相关的资源, 也就是决定是 GBR 承

载还是 Non - GBR 承载。对于一个业务的承载类型是由运营商的策略决定, 当有足够的容量时, 实时业务和非实时业务都可用 Non - GBR 承载进行传输。

(2) 优先级: 用来区分相同或不同 UE 的 SDF 集合。每个 QCI 都与一个优先级相关联, 优先级数越小表示优先级越高。

(3) 分组延迟预算(PDB): 定义了链路层 SDU 在接入节点和 UE 之间的链路中的逗留时间。链路层中可包括排队管理功能, 对于某一特定的 QCI 特性, PDB 对于上行和下行的取值是相同的。采用 PDB 的目的是为了支持对调度和链路层功能进行配置。

(4) 分组丢失率(PLR): 定义了由发送方链路层 ARQ 协议处理的 SDU 没有成功到达相应的接收方的比率。因此, PLR 是一个非拥塞情况下的分组丢失情况。这个参数允许适当的链路层协议配置。对于某一特定的 QCI 特性, PLR 对于上行和下行的取值是相同的。

2 2G、3G 和 LTE/SAE 的 QoS 比较

LTE/SAE 承载等价于 2G - GPRS 和 3G - UMTS 标准中使用的“PDP 上下文”, 所以在与 2G 和 3G 的比较中, 重点比较 2G 对应的 R97/98 PDP 属性和 3G 对应的 R99 PDP 属性。其中 R97/98 PDP 属性是指 3GPP 标准 Release 1997 和 1998 的 2G - GPRS 部分的分组数据协议(PDP)服务质量属性<sup>[9]</sup>; R99 PDP 属性是指 3G - UMTS 和 2G - GPRS 在 3GPP 标准 Release 99 的 PDP 服务质量属性<sup>[10]</sup>。表 2 描述了不同版本标准的服务质量属性<sup>[8]</sup>。

表 2 PDP 上下文的 QoS 属性在不同标准中的等价属性

R97/98 PDP 属性	R99 PDP 属性	LTE/SAE 承载属性
时延等级	业务等级 业务处理优先级	承载类型
可靠等级	SDU 错误率 剩余数据错误率 错误 SDU 传递	分组丢失率(PLR)
峰值吞吐量等级	上行链路 MBR 下行链路 MBR	最大比特速率(MBR)
过程等级	分配和保留优先级 (ARP)	分配和保留优先级 (ARP)
平均吞吐量	未使用	未使用
未使用	最大 SDU	未使用
所需的重排序	传递顺序	传递顺序
未使用	传递时延	分组延迟预算(PDB)
未使用	保证比特速率(GBR)	保证比特速率(GBR)
未使用	未使用	聚合最大比特速率 (AMBR)

从表 2 可以看出,3GPP 的服务质量(QoS)是如何从 2G 发展到 3G 最后演进到 LTE/SAE 的过程。

在 2G-GPRS 的 R97/98 版本中,语音是基于电路交换的,电路连接建立后即可保证业务的服务质量,所以语音的 QoS 保证比较简单;而 GPRS 采用的是分组交换方式,由于 GSM 无线接口技术的限制,GPRS 只能提供尽力而为的服务质量,这种业务对传输时延和传输速率是没有任何保证的<sup>[9]</sup>。

3G-UMTS 的 R99 版本,在对 R97/R98 版本的 QoS 参数进一步细化的同时,也增加了一些新参数,比如前面提到的传输时延和传输速率,其目的是:对已有的和将要出现的所有电路和分组交换服务类型来说,网络的资源分配机制和调度算法要尽可能灵活。这一层面的灵活性和在 UTRAN 中专用传输信道定义的所有可能选项是一致的<sup>[11]</sup>。同时 R99 版本按业务流对时延的敏感程度不同定义了 4 种 QoS 的业务类型:会话类、流类、交互类和后台类,每种类型都有相对应的 QoS 具体属性和应用举例<sup>[12]</sup>。

发展到 R8 版本的 LTE/SAE,舍弃了电路交换,支持全 IP 网络,服务质量(QoS)的表示相比 R99 版本更加简单。由于包括更少的属性域和预定义的标签,所以减少了可能的组合数量;通过保持不同制造商对相同类型服务的网络应用的一致性,实现用户跨网络的无缝移动的体验;通过预定义的默认承载,缩短了业务建立的时延,实现用户的“永远在线”的体验;通过采用 QCI 和预定义的承载类型(GBR 或 Non-GBR),确定了不同类型的业务的 QoS 具体需求,提供给用户高速且流畅的体验<sup>[6]</sup>。

### 3 结束语

LTE/SAE 系统是移动网络向全 IP 网络发展的重要一步,为了满足其需求,LTE/SAE 的 QoS 做了诸多的改进,引入了许多新的概念:比如简化了 UMTS 的承载架构,发展成 LTE/SAE 的承载业务架构,提出了默认承载、专用承载、GBR 承载和 Non-GBR 承载等

概念;在描述 QoS 参数和属性时,提出了 QCI 和 AMBR 等新概念。文章最后将 LTE/SAE 的 QoS 与 2G 和 3G 的 QoS 比较,表明 LTE/SAE 给用户带来的体验的提高。

随着 LTE 于 2009 年底在瑞典和挪威开始商用,移动通信网络进入了无线高速分组交换时代,这将给 LTE/SAE 的 QoS 管理带来有益的探索,比如 LTE 与 3GPP 的 2G 或 3G 网络切换导致的 QoS 映射问题,LTE 与 Non-3GPP 网络切换导致的 QoS 映射问题等<sup>[6]</sup>。

#### 参考文献:

- [1] 周兴围,赵绍刚,李岳梦,等. UMTS LTE/SAE 系统与关键技术详解[M]. 北京:人民邮电出版社,2009.
- [2] 爱立信(中国)通信有限公司. LTE-SAE 体系结构及性能剖析(上)[J]. 电信技术,2008(5):109-112.
- [3] 王晓鸣. LTE/SAE 中全新核心网的架构研究[J]. 电信工程技术与标准化,2009(4):88-91.
- [4] 黄 韬,刘韵洁,张智江,等. LTE/SAE 移动通信网络技术[M]. 北京:人民邮电出版社,2008.
- [5] 沈 嘉,索士强,全海洋,等. 3GPP 长期演进(LTE)技术原理与系统设计[M]. 北京:人民邮电出版社,2008.
- [6] 黄 韬,张智江. EPS 系统的 QoS 机制[J]. 中兴通讯技术,2008,14(6):45-49.
- [7] 3GPP TR23. 882 v8. 0. 0. System Architecture Evolution: Report on Technical Options and Conclusions[S]. 2008.
- [8] Lescuyer P, Lucidarme T. 演进分组系统(EPS):3GS UMTS 的长期演进和系统结构演进[M]. 李晓辉,崔 伟,译. 北京:机械工业出版社,2009.
- [9] 3GPP TS23. 401 v8. 0. 0. General Packet Radio Service (GPRS) Enhancements for Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN) Access[S]. 2007.
- [10] 3GPP TS23. 207 v8. 0. 0. End-to-end Quality of Service (QoS) Concept and Architecture[S]. 2008.
- [11] 蔺 萌,刘正军. 3G UMTS 网络中 QoS 策略分析研究[J]. 微计算机信息,2006,22(3):214-216.
- [12] 3GPP TS23. 107 v9. 0. 0. QoS Concept and Architecture[S]. 2009.

(上接第 249 页)

- w3.org/TR/scap12-part1/.
- [9] 王秀娟,曹宝香. 基于面向对象原型法的 N 层数据仓库设计[J]. 计算机技术与发展,2009,19(1):117-124.
  - [10] 金远平,王能斌. 联邦数据库管理系统 FDBMS 的设计和实现[J]. 计算机学报,1993,16(6):431-436.
  - [11] 冉崇善,王 瑞. 电力企业 EAM 中间件系统的研究与设计[J]. 计算机技术与发展,2008,18(2):194-201.

- [12] 刘 翔,程文青,刘 威. 一种从 XML 建立关系数据库的模式映射方法[J]. 计算机技术与发展,2007,17(2):1-7.
- [13] 耿 飙,宋余庆,梁成全,等. XML 文档到关系数据库映射方法的研究[J]. 计算机应用研究,2010,27(3):951-954.
- [14] Ort E, Mehta B. Java Architecture for XML Binding (JAXB) [EB/OL]. 2003-03. <http://java.sun.com/developer/technicalArticles/WebServices/jaxb/>.