

EPS系统的QoS机制

QoS Mechanism in Evolved Packet System

黄韬/HUANG Tao

张智江/ZHANG Zhi-jiang

刘韵洁/LIU Yun-jie

(中国联通, 北京100032)

(China Unicom Co. Ltd, Beijing 100032, China)

提供具有严格服务质量(QoS)保证的数据、语音、图像、视频等多种多媒体业务是目前移动通信系统面临的主要挑战之一^[1]。为了保证各种多媒体业务的服务质量,3GPP在通用移动通信系统(UMTS)中清晰地定义了端到端的QoS结构,并引入了多种承载及处理机制,以保证UMTS可以充分发挥自身的技术优势,为用户提供各种差异化的服务。

为了保证在未来10年内的技术先发优势,为运营商和用户不断增强的需求提供更好的支持,3GPP于2004年又提出了长期演进(LTE)与系统架构演进(SAE)两大研究计划^[2],其中SAE课题则主要是从网络架构的角度对系统性能进行优化与提高,与之相应的演进网络被称为演进的分组系统(EPS)。

EPS系统的QoS机制在UMTS系统基础上进行了诸多增强与改进。

首先,考虑到未来数据业务具有高速、突发的特征,为有效提高用户体验,减小业务建立的时延,真正实现用户的“永远在线”,EPS系统引入了默认承载的概念,即在用户进行网络附着的同时,为该用户建立一个固定数据速率的默认承载,保证其基本的业务需求。

其次,由于LTE系统在无线接入

中国分类号: TN929.5 文献标识码: A 文章编号: 1009-6868 (2008) 06-0045-03

摘要: 为了适应未来10年移动通信技术的发展,给用户不断增强的数据业务需求提供更好支持,3GPP组织启动了长期演进计划(LTE)与系统框架演进(SAE)研究项目。针对未来数据业务具有高速、突发性的特征,演进的分组系统(EPS)对服务质量(QoS)机制进行了诸多改进与增强,通过引入默认承载、聚合资源调度等概念,真正实现了用户的“永远在线”,提高了业务的数据速率,进而最终提升了用户体验。同时,针对未来UTRAN与E-UTRAN网络之间的互操作场景,设计了EPS的QoS等级标识(QCI)参数与通用移动通信系统(UMTS)QoS参数之间的合理映射。

关键词: 系统框架演进(SAE); EPS承载; 聚合最大比特速率(AMBR); QoS等级标识(QCI)

Abstract: For adapting the development of mobile communication technology in the next 10 years, and providing support for the enhancing data services continually, 3GPP organization began to the Long Time Evolution (LTE)/System Architecture Evolution (SAE) research project. Considering the character of high-speed and bursting data services, the Evolved Packet System (EPS) makes many improvements in the Quality of Service (QoS) scheme. With application of the default bearer, aggregate resources scheduling technologies, the EPS actually realizes the users' "always-online", improves the operational data rate and enhances the user experience ultimately. At the same time, for the inter-operation scene between E-UTRAN and UTRAN, this system designs the mapping of EPS QoS Class Identifier (QCI) and Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) QoS parameters.

Key words: System Architecture Evolution (SAE); EPS bearer; AMBR; QoS Class Identifier (QCI)

网中取消了专用信道的概念,转而采用了共享信道的机制,并采用更灵活的动态调度机制,EPS取消了UMTS系统中复杂的QoS协商机制。

另外,鉴于LTE/SAE网络增加了对GSM、WCDMA、LTE、CDMA2000及WiMAX等多种无线技术接入统一分组域核心网的需求,与之对应,EPS系统也要求能够支持跨不同接入技术的端到端QoS保证,即用户设备(UE)在跨越不同接入网时,能够有效地实现QoS参数之间的映射,保证无缝的

用户体验^[3]。

1 无线通信网络QoS的演进

随着无线通信技术与IP技术的紧密结合,移动通信网络从GSM系统的电路交换网发展到通用分组无线业务(GPRS)的分组交换网,再到能提供高速率实时数据业务的UMTS网络。在整个移动网络演进过程中,为了根据不同业务特点为用户提供满意的服务,移动网络的QoS机制也在不断发展成熟。

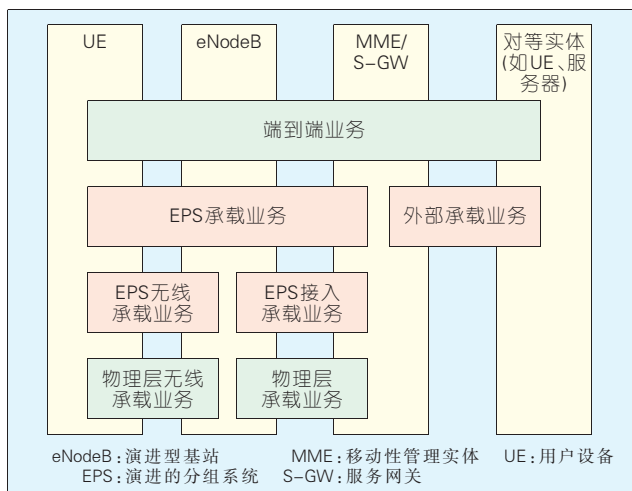


图1
EPS承载业务架构

GSM基于电路交换方式,电路连接建立后即可保证业务的服务质量,QoS保证比较简单,且QoS参数基本不在网络中传递。

GPRS基于分组交换方式,IP承载方式的引入,使得GPRS网络的QoS保证比GSM要复杂很多。GPRS定义的QoS参数有:时延级别、可靠级、最大数据流量、优先级、平均数据流量、重发需求等等,这些QoS参数要求能够在用户终端(UE)与网络侧实体服务GPRS支持节点(SCSN)、网关GPRS支持节点(GGSN)之间传递。

R99版本引入了端到端的QoS分层体系结构,这种架构涉及所有网元,包括用户终端、接入网实体、核心网实体,而且不同接口的QoS参数处理必须保持一致。可以说,UMTS系统引入的QoS分层体系结构是移动通信网在QoS技术演进方面的大飞跃^[4]。同时,R99版本的核心网IP承载还采用了互联网工程任务组(IETF)定义的QoS技术,包括有:综合服务/资源预留(Int-Serv/RSVP)、多协议标记交换(MPLS)、差分服务(Diff-Serv)、流量工程和基于约束的寻路等技术,并首次明确定义了4种不同QoS的业务类型:会话类、流类、交互类以及背景类。

R5/R6阶段中,为了实现端到端的QoS保证,以满足IMS移动多媒体业务的服务质量要求,3GPP组织又提出基于IP连接的策略控制机制^[5]。随后,

R7版本将R6版本中的策略控制功能(PDF)与流计费功能(FBC)相合并,在业务控制层和接入/承载层之间增加了策略控制和计费(PCC)子系统,完成资源接纳控制功能。

R8版本针对未来数据业务具有突发性的特点,引入EPS专用承载及默认承载的概念,有效地减小了业务承载的建立时延,真正实现了用户的“永远在线”^[6]。同时,针对LTE网络无线接入网共享信道机制的特征,在EPS网络的承载处理(承载创建/修改/删除)过程中,取消了网络实体间复杂的QoS协商机制。

2 EPS系统的QoS机制

在R8的EPS系统中,QoS控制的基本粒度是承载(Bearer),即相同承载上的所有数据流量将获得相同的QoS保障,不同类型的承载提供不同的QoS保障。与UMTS系统相比,EPS系统的承载机制不同之处在于:

- 采用EPS承载代替分组数据协议(PDP)上下文,一个EPS承载能够看作UE与分组数据网网关(PDN-GW)之间的逻辑电路。
- 在初始附着的过程中按照用户签约的默认QoS等级建立一个默认承载,即每个UE总是至少有一个激活的承载存在,从而保证用户在开始业务时具有更短的时延。
- 将由终端发起PDP上下文建立

流程改为通过网络侧触发方式的数据承载建立流程,其触发条件可以是IP多媒体子系统(IMS)会话中的策略与计费规则功能实体(PCRF)交互、初始附着时移动性管理实体(MME)指示,或是由UE请求,从而方便未来很多由网络端发起的业务QoS及策略控制。

- EPS的QoS基于QoS等级标识(QCI)参数,其中QCI可用来代替UMTS系统中一套10多个参数,即演进型基站(eNodeB)可以从QCI推导出全部参数特征。

2.1 EPS承载业务架构

为了实现端到端QoS,EPS系统从业务的起点到业务的终点都建立和使用具有明确定义属性与功能的承载业务,EPS承载业务的分层架构如图1所示。

从图1可以看出,EPS承载业务架构继续沿用了UMTS网络相似的QoS框架结构——分层次、分区域的QoS体系结构,也就是说每一层的承载业务都是通过其下一层的承载业务来提供的^[7-8]。

端到端的QoS业务可以分解为两部分:EPS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。EPS承载业务则可以分为EPS无线承载业务与EPS接入承载业务两部分。EPS无线承载业务可根据请求的QoS,实现eNodeB与UE之间的EPS承载业务数据单元的传送,同时提供IP头压缩、用户平面加密功能,并可以为UE提供映射及复用信息;EPS接入承载业务则可以根据请求的QoS,实现MME与eNodeB之间的EPS承载业务数据单元的传送,同时提供端到端IP业务流汇聚的QoS保证^[9]。

2.2 EPS承载概念

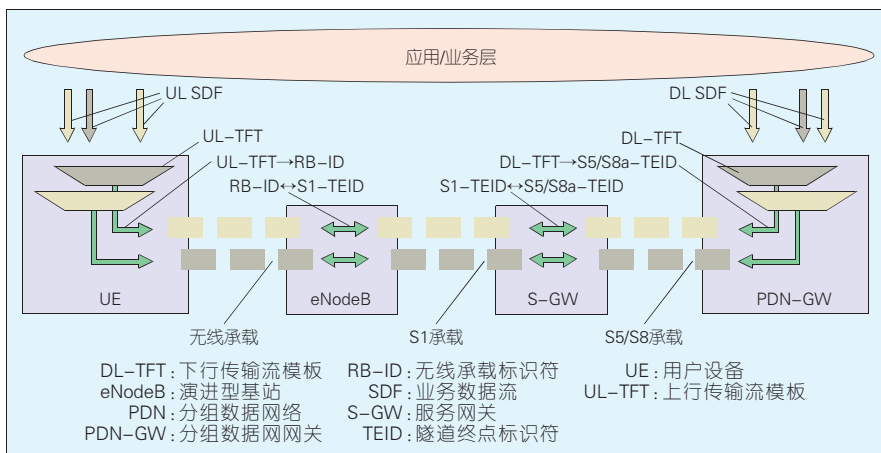
EPS系统中定义了分组数据网络(PDN)连接业务的概念,PDN连接业务是指EPS网络在UE与一个PLMN的外

部PDN之间提供的IP连接,PDN连接业务可支持一个或者多个业务数据流(SDF)的传输。

当服务网关(S-GW)和PDN-GW之间的S5/S8接口基于GPRS隧道协议(GTP)时,EPS网络中PDN连接业务由EPS承载提供;而当S5/S8接口基于代理移动IP(PMIP)协议时,PDN连接业务将由EPS承载和S-GW与PDN-GW之间的IP承载连接而成。一个EPS承载唯一标识SDF的一个集合体,对应相同承载级别QoS的多个SDF的集合,每个SDF对应传输流模板(TFT)中的一个数据包过滤器,也就是说每个EPS承载关联着UE的上行TFT和PDN-GW的下行TFT。

下面基于GTP协议的上行EPS承载为例,分析其建立过程与实现原理,如图2所示。首先,UE通过UL-TFT将一个上行SDF绑定成一个EPS承载,若在UL-TFT中包含多个上行分组数据包过滤器,则多个SDF将可以复用相同的EPS承载。随后依顺序,UE通过创建SDF与无线承载之间的绑定,实现UL-TFT与无线承载之间的一一映射;eNodeB通过创建无线承载与S1承载之间的绑定,实现无线承载与S1承载之间的一一映射;S-GW通过创建S1承载与S5/S8承载之间的绑定,实现S1承载与S5/S8承载之间的一一映射。最终,EPS承载数据通过无线承载、S1承载以及S5/S8承载的级联,实现了UE对外部PDN网络之间PDN连接业务的支持。

EPS系统中,在PDN连接业务存在期间会始终保持建立一个承载,来给UE提供“永远在线”的IP连接,这个承载叫做默认承载。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PCRF交互或者基于本地配置来改变这些值。连接到相同PDN的其他EPS承载称为专有承载,专有承载的创建或修改只能由网络侧来发起,并且承载级QoS参数值总是由分组核心网来分配。若在承载建立或修改过程



▲图2 基于GTP协议的EPS承载

中,与EPS承载相关联的保证比特率(GBR)对应的专有网络资源被恒定地分配,这个EPS承载就属于GBR承载;否则,这个承载就属于Non-GBR承载。专有承载可以是GBR承载或者Non-GBR承载,而默认承载一定是Non-GBR承载。

2.3 承载级QoS参数

EPS系统中,承载级QoS参数包括QCI、分配与保持优先级(ARP)、GBR、最大比特速率(MBR)和聚合最大比特速率(AMBR)。其中,QCI与AMBR两个参数是EPS系统新增加的,其余参数则都沿用于现有的UMTS系统。

无论是GBR承载还是Non-GBR承载,都包含与QCI和ARP两个参数。QCI是一个数量等级,用来表示控制承载级别的数据包传输处理的接入点参数,例如调度权重、接入门限、队列管理门限、链路层协议配置等等。ARP的主要目的是在资源限制的情况下决定接受还是拒绝承载的建立或修改请求。同时,ARP用于特殊的资源限制时(例如在切换时),决定丢弃哪个承载。一旦承载成功建立后,ARP将对承载级别的数据包传输处理没有任何影响。

除QCI与APR两个参数外,每个GBR承载还与GBR和MBR参数相关。GBR承载主要用于语音、视频、实时游戏等业务,采用专用承载和静态

调度的方式进行承载。参数GBR代表了预期能够由GBR承载提供的比特速率,参数MBR则限制了GBR承载能提供的比特速率,它表示了GBR承载提供期望数据速率的上限。

Non-GBR承载则主要用于各种数据业务的承载,为了尽可能提高系统的带宽利用率,EPS系统引入了汇聚的概念,并定义了AMBR参数。AMBR是到每个PDN连接的IP-CAN会话级QoS参数,相同PDN连接的多个EPS承载可以共享相同的AMBR值。当其他EPS承载不传送任何业务时,这些Non-GBR承载中的每一个承载都能够潜在地利用整个AMBR。因此,AMBR参数实际上限制了共享这一AMBR的所有承载所能提供的总速率。

AMBR参数基于两种不同的场景可分为UE-AMBR和(APN)-AMBR。UE-AMBR参数作为UE的签约数据保存在HSS中,用于指示UE针对不同PDN接入的参数属性,并通过网络注册流程由HSS传送给MME。当UE建立起到某PDN的第一条数据连接时,相应的上下行UE-AMBR即可以通过默认承载建立流程,传送到eNodeB实体,由eNodeB完成其控制与执行。APN-AMBR参数是存储在HSS中的针对每个接入点名称(APN)的签约参数,它实际上限制了同一个APN中的所有PDN连接期望提供的累计比特

▼表1 标准QCI属性

| QCI | 资源类型 | 优先级 | 数据包头延 | 数据包丢失率 | 典型业务 |
|--|---------|-----|--------|------------------|---|
| 1 | GBR | 2 | 100 ms | 10 ⁻² | 会话语音 |
| 2 | | 4 | 150 ms | 10 ⁻³ | 会话视频(直播流媒体) |
| 3 | | 5 | 300 ms | 10 ⁻⁶ | 非会话视频(缓冲流媒体) |
| 4 | | 3 | 50 ms | 10 ⁻³ | 实时游戏 |
| 5 | Non-GBR | 1 | 100 ms | 10 ⁻⁶ | IMS信令 |
| 6 | | 7 | 100 ms | 10 ⁻³ | 语音, 视频(直播流媒体), 交互式游戏 |
| 7 | | 6 | 300 ms | 10 ⁻⁶ | 视频(缓冲流媒体), 基于TCP的业务 (如www、E-mail、聊天、ftp、p2p文件共享, 逐行扫描视频等) |
| 8 | | 8 | | | |
| 9 | | 9 | | | |
| GBR: 保证比特率 Non-GBR: 非保证比特率 QCI: QoS等级标识 TCP: 传输控制协议 | | | | | |

速率。其中,下行APN-AMBR由PDN-GW负责执行,上行APN-AMBR由UE或PDN-GW负责执行。

2.4 标准QCI属性

QCI是EPS承载最重要的QoS参数之一,它是一个数量等级,代表了EPS应该为这个SDF提供的QoS特性,每个SDF都与且仅与一个QCI相关联。与相同IP-CAN会话相对应的多个SDF,若具有相同的QCI和ARP值,可以作为一个单独的业务集合来处理,这就是SDF集合。表1给出了EPS系统定义的标准QCI属性,所有的QCI属性均可由运营商根据实际需求预配置在eNodeB上,这些参数决定了无线侧承载资源的分配。

上述标准QCI参数属性描述了一个SDF集合所对应的数据包传送处理的特性:

- 资源类型:用来决定与业务或者承载级别的GBR值相关的专有网络资源能否被恒定地分配。GBR的SDF集合需要动态的策略与计费控制,而Non-GBR的SDF集合可以只通过静态的策略与计费控制。

- 优先级:用来区分相同UE的SDF集合,也用来区分不同UE的SDF集合。每个QCI都与一个优先级相关联,优先级1是最高的优先级别。

- 数据包时延预算(PDB):用于表示数据包在UE和PDN-GW之间可

能被延迟的时间,引入PDB参数的目的是支持时序和链路层功能的配置。对于同一个QCI,PDB值在上行和下行方向相同。

- 数据包丢失率(PLR):定义为已经被发送端链路层处理但没有被接收端成功传送到上层SDU的比率,因此,PLR参数实际上体现了非拥塞情况下数据包丢失率的上限。对同一个QCI,PLR值在上下行方向上相同。

3 EPS QCI与UMTS QoS参数的映射

UMTS系统向EPS系统的演进将是一个渐进发展的过程,考虑到LTE建网初期可能是热点部署,LTE网络的覆盖区域将小于UMTS的覆盖区域,因此UE极可能在UMTS系统与EPS系统之间进行频繁的互操作,如切

换、小区重选等等。

鉴于EPS和UMTS系统使用了两套不同的QoS机制,当UE在E-UTRAN与UTRAN之间切换时,必须重点考虑EPS承载的QCI参数与Pre-R8 PDP上下文的QoS参数之间的映射关系。

两套QoS机制之间的参数映射应当遵循如下规则:

- 一个EPS承载与一个PDP上下文应是一一映射关系。

- EPS承载参数ARP应与Pre-R8承载参数ARP一一映射,与UMTS系统不同的是,EPS系统允许两个或多个PDP上下文具有不同的ARP值。

- 基于GBR EPS承载的承载参数GBR、MBR应与Pre-R8“会话类”和“流类”的PDP上下文中的承载参数GBR、MBR一一映射。

- 当UE从E-UTRAN向UTRAN切换时,Pre-R8系统中传输时延、SDU错误率两参数的取值可分别由分组时延预算和数据包丢失率两个QCI参数分别推导;从UTRAN向E-UTRAN切换时,Pre-R8系统中传输时延、SDU错误率两个参数将被忽略。

表2给出了EPS承载参数QCI与Pre-R8系统中业务类别、业务处理优先级、信令指示及源统计描述符等QoS参数之间的一一映射关系。

4 结束语

随着未来网络全IP化趋势的加速,基于LTE/SAE项目的EPS系统将支

▼表2 EPS QCI参数与UMTS QoS参数之间的映射

| QCI | 业务类型 | 业务处理优先级 | 信令指示 | 源统计描述符 |
|-----|-------|---------|------|--------|
| 1 | 会话类型 | N/A | N/A | 语音 |
| 2 | 会话类型 | N/A | N/A | 未知 |
| 3 | 流媒体类型 | N/A | N/A | 语音 |
| 4 | 流媒体类型 | N/A | N/A | 未知 |
| 5 | 交互类型 | 1 | Yes | N/A |
| 7 | 交互类型 | 1 | No | N/A |
| 6 | 交互类型 | 2 | No | N/A |
| 8 | 交互类型 | 3 | No | N/A |
| 9 | 背景类型 | N/A | N/A | N/A |

EPS:演进的分组系统 N/A:未定义 QCI:QoS等级标识 QoS:服务质量 UMTS:通用移动通信系统

持全面的分组化,即提供真正意义上的纯分组接入,而不再提供电路域业务,同时R8又增加了网络结构扁平化、降低连接建立时间以及支持多种接入技术的需求,这为EPS系统的QoS机制引入很多新的特征。本文具体阐述了EPS承载概念、承载业务架构,以及相关的QoS参数及属性,这有助于清晰了解EPS网络提供的各类应用业务的实现背景。

同时,文中还针对用户在UTRAN与E-UTRAN之间切换时,所涉及的EPS QCI与UMTS QoS参数之间映射的问题进行了初步探讨。但是,目前3GPP组织还仅仅只是给出了一个粗略的思路,很多具体的实现细节,如QoS映射转换由哪个实体来实施、IPv4/IPv6双栈承载的处理原则、切换时AMBR参数的实现方案,以及切换时PCRF如何选择不同的QCI参数等问题都还需要进一步去研究,有的问题甚至可能会放到R9版本去解决。另外,如何保证Non-3GPP网络与EPS网

络之间的QoS映射关系^[10]也值得我们进一步去探讨。

5 参考文献

- [1] 刘威, 易波, 毛珊. UMTS核心网中基于区分服务的QoS控制模型[J]. 微电子学与计算机, 2004, 21(4): 41-45.
- [2] 3GPP TS23.401. General Packet Radio Service (GPRS) Enhancements for Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN) Access [S].
- [3] 3GPP TS23.207. End-to-end Quality of Service (QoS) Concept and Architecture [S].
- [4] 彭伟刚. 3G网络中的QoS[J]. 电信技术, 2002(10): 21-23.
- [5] 3GPP TS23.203. Policy and Charging Control Architecture[S].
- [6] 沈嘉, 索士强. 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.
- [7] JEONG SEONG HO, LEE SUNG HYUCK, KARAGIANNIS G. QoS model for networks using 3GPP QoS classes [C]. 63rd IETF Meeting, Oct 27, 2005.
- [8] LUDWIG R, EKSTROM H, WILLARS P, et al. An evolved 3GPP QoS concept [C] //Proceedings of 63rd Vehicular Technology Conference: Vol 1, May 7-10, 2006, Melbourne, Australia. Piscataway, NJ, USA: IEEE, 2006: 388-392.
- [9] 3GPP TR23.882. System Architecture Evolution: Report on Technical Options and Conclusions [S]. 2005.

[10] 3GPP TS23.402. Architecture Enhancements for Non-3GPP Accesses [S]. 2007.

收稿日期: 2008-08-04

作者简介



黄韬,毕业于北京邮电大学,现为中国联通博士后科研工作站站博士后,研究方向为下一代移动通信网、网络融合等。



张智江,教授级高级工程师。现任中国联通技术部总经理,中国“863”计划信息安全专家组成员,长期从事电信网络的规划、建设和运营管理工作。



刘韵洁,教授级高级工程师、中国工程院院士。现任中国联通科技委主任、北京邮电大学博士生导师,主要研究方向为下一代网络、电信网络的融合与发展等。□

中兴通讯 WiMAX 终端美国大规模上市 助力美国首个 WiMAX 16e 网络成功建设

中兴通讯于2008年10月宣布,中兴通讯自主研发的多款WiMAX 16e终端于2008年10月15号在美国大规模上市。中兴通讯是美国著名运营商Sprint的核心战略合作伙伴,随着Sprint的WiMAX 16e网络XOHM的成功商用,中兴通讯的WiMAX终端将正式进入Sprint和美国最大的电器分销商Bestbuy进行全面销售,并且中兴通讯的TU25是第一款通过Sprint认证并在其XOHM网络中投入使用的WiMAX USB Modem。

中兴通讯是全球领先的WiMAX设备制造厂商,也是WiMAX Forum的15个董事会成员之一,WiMAX研发机构遍布全球十多个研究所在WiMAX16e乃至WiMAX16m标准提案都处于业界领先地位。今年前3季度,ZTE仅在WiMAX 16m标准的基础算法研究方面,就已提交有效提案107篇。目前中兴通讯已经率先通过了WiMAX Forum Wave2系统和终端双认证。截至2008年8月中兴通讯已经在全球部署了超过30个WiMAX 16e网络,应用遍布亚太、

中东、非洲、欧洲、美洲等国家地区。

中兴通讯 IMS 及无线宽带解决方案亮相 GMI 2008

2008年10月,中兴通讯正式宣布参加GMI 2008“全球多业务互通”测试活动。中兴通讯将携IMS、无线宽带网络以及IPTV等先进的整体解决方案,参加GMI 2008全球5个站点中3个站点的测试。

GMI 2008测试包括6个方面,分别为会话控制功能、无线接入、基于IMS的IPTV、端到端的服务质量(QoS)、服务导向架构(SOA)、基于位置的服务等。

“GMI 2008是一个很好的机会,中兴通讯将借助此次测试充分展示其端到端IMS及无线网络设备/解决方案的良好互通性、灵活性、稳定性。无疑,这些优异的性能对帮助运营商快速部署下一代网络是至关重要的。”中兴通讯英国代表处总代表Kevin先生说。

此前,中兴通讯在美国Verizon实验室已成功参加GMI 2006测试活动,该测试基于运营商真实的网络环境,对IMS业务框架下的固定移动融合支持能力进行了验证。

