

基于 UMTS 的 QoS 结构及管理策略的研究^{*}

马 燕

(重庆师范大学物理学与信息技术系 重庆400047)

Study on the Architecture and Management Policy Based on UMTS QoS

MA Yan

(Department of Physics and Information Technology, Chongqing Normal University, Chongqing 400047)

Abstract Along with the high speed development of mobile systems communications, the research of third generation of mobile systems are in progress rapidly, UMTS is one of the much representative schemes in the global. The paper discusses the architecture and server function of the UMTS and UMTS QoS. Based on this, the paper studies emphatically UMTS QoS architecture, Structure Components, mechanism and Management scheme of each part and arithmetic.

Keywords UMTS, QoS, Architecture, Policy

1 引言

目前,随着全球移动通信的高速发展,第三代移动通信系统(3G)的研究开发工作正在加速进行。3G 将在全球范围内提供语音、数据以及综合业务支持,其业务服务质量(QoS)保证体系的研究是非常关键的问题。欧洲电信标准学会(European Telecommunications Standards Institute, ETSI)提出的通用移动通信系统(Universal Mobile Telecommunication System, UMTS),是目前全球范围几个最具有代表性的3G 方案之一。UMTS 既支持现有的业务,也提供新的业务,包括多媒体和移动用户以2 Mbit/s 的速率接入 Internet。

UMTS 网 QoS 体系集合了 ATM 网络、IP 网络、第二代 GSM 的 QoS 机制,总体上来说,UMTS 对 QoS 总体的要求包括:

- UMTS 网络的 QoS 参数不应局限于与其对接的一种或很少几种外部网络的 QoS 参数定义和控制机制。UMTS 的 QoS 控制机制应当是与外部网络 QoS 机制互相独立的,这种机制能够在网络的不同层面提供 QoS 保证能力。
- 所有 QoS 参数定义及其组合必须是无二义性的。
- QoS 控制机制必须支持有效的无线传输资源的利用。
- QoS 参数定义及其控制机制的制订必须保证核心网络和接入网络可以互相独立地演进。
- 必须保证 UMTS 网络自身的可演进性(尽量降低 QoS 控制机制对未来 UMTS 网络引入新技术的影响)。

2 UMTS QoS 的分层体系结构

2.1 UMTS 的分层结构

UMTS 的结构从物理和功能的角度都实现了模型化。在物理方面用域(Domain)的概念进行模型化,在功能方面用层(Stratum)的概念进行模型化。域为最高级别的物理实体组;参考点在域间定义。层是和多个域提供的业务的一个方面有关的协议组。

UMTS 结构可分为两个域:用户设备域和基本结构域。用户设备是用户用来接入 UMTS 业务的设备,用户设备有无线接口与基本结构相连。基本结构由物理节点组成,这些物理节点完成终止无线接口和支持用户通信业务需要的各种功能。基本结构是共享的资源,它为其覆盖区域内的所有授权用户提供业务,其结构如图1所示。用户设备域包括具有不同功能的各种类型的设备,这些设备被称为用户设备,它们可能兼容一种或多种现有的接入接口(固定或无线),如双模式 UMTS GSM 用户设备。用户设备可以包括智能卡。用户设备域可进一步分为移动设备(ME)域和用户业务识别单元(USIM)域。

移动设备完成无线传输和应用,移动设备还可分为实体,如完成无线传输和相关功能的移动终端(MT),包含端到端应用的终端设备(TE)。对移动终端没有特殊的要求,因为它与 UMTS 的接入层和 UMTS 的核心网有关。

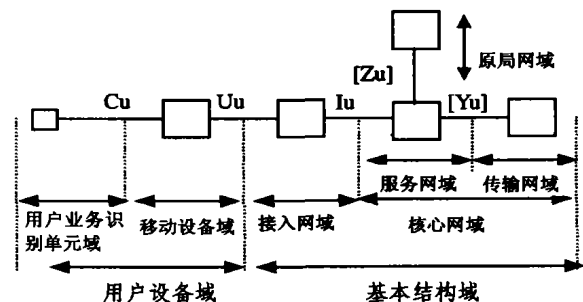


图1 UMTS 的域和参考点

对图1进一步的分析,可将 UMTS 的结构按照层次分解为图2所示的分层结构。

在图2中,MS 即移动用户,RAN 是无线接入网络,MS 通过无线用户接口(Uu),实现了用户业务通过空中无线链路接入3G 网络的功能。在 MS 端主要包含物理层(采用 WCDMA 或 TD-CDMA 技术)、媒体接入层(MAC)、无线链路层(RLC)等;无线网络 RAN 内部通过协议中继(Relay)实现无线链路

^{*}重庆市教委2002年度应用基础项目资助(编号:020805)。马 燕 教授,主要研究方向为计算机网络新技术、多媒体图像处理。

和有线链路的对接;Iu 是 RAN 和 3G 服务节点之间的接口, 3G 服务节点是以 ATM 技术为支撑的有线接入段协议, 为支持 Internet 业务, 采用 AAL5 适配层协议, 物理层(L1)无明确限定具体传输方式; 在此之上, 透过 RAN、MS 和 3G 服务节点之间存在两个高层连接, 即逻辑联络层(LLC)和更为复杂的第三层实体(L3CE), L3CE 是一些以 C/S 方式构件的软件实体, 实现诸如无线资源管理、呼叫控制、移动管理等网络级功能; 在 3G 服务节点内部, 为实现到 Internet 网络的接入, 再进行一次协议中继, 这里, 第三层实体的信息映射到通用分组无线服务的隧道协议 GTP(GPRS Tunneling Protocol); Gn 是 3G 服务访问点到 3G 之间的网关。3G 网关节点以 TCP/IP 协议为主体的 5 层对应关系; 构建在最上层的是移动用户到 3G 网关的 UMTS 用户进程, 它通过 3G 网关进入 Internet 骨干网, 最终实现用户对 Internet 的访问。

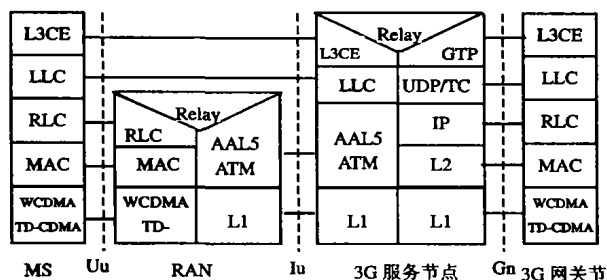


图2 UMTS 网络分层协议模型

2.2 UMTS QoS 的体系结构

通过以上的分析, 可以看出 UMTS 用户接入 Internet 存在一个复杂的多段、多层次的连接过程, 与之对应, UMTS 的 QoS 保证体系是一个多段的层间映射/分段保证机制。图3给出了这个机制的总体构架。

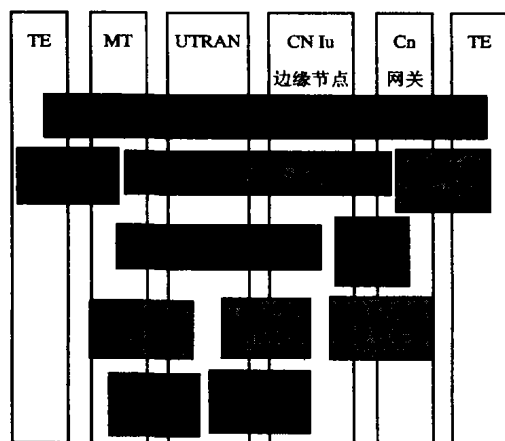


图3 UMTS QoS 的分层结构

在 UMTS 中, 端到端的业务可以分解为: 终端设备/移动终端(TE/MT)局部承载业务、外部承载业务和 UMTS 承载业务。TE/MT 局部承载业务负责移动台(MS)不同组成部分之间的通信, 这些组成部分可以是 MT 和一个或几个相连的 TE, 其中 MT 负责通过空中接口到 UMTS 陆地无线接入网(UTRAN)的物理连接。外部承载业务则负责核心网络(CN)和外部网络终端的连接。UMTS 承载业务由无线接入承载(RAB)业务和核心网承载业务来实现, 这两种业务反映了在各自蜂窝网络拓扑上实现 UMTS 承载业务的最优方法。RAB 业务在 MT 和 CN Iu 边缘节点之间提供信令和用户数据的

保密传输, 这种传输将保证 UMTS 承载业务协商的 QoS 或信令的缺省 QoS。该业务基于无线接口的特性, 并且对 CN 承载业务连接 UMTS CN Iu 边缘节点和通向外部网络的 CN 网关, 该业务的作用为有效地控制和利用骨干网来提供协商的 UMTS 承载业务。UMTS 分组核心网将支持有不同 RAB 业务由无线承载业务和 Iu 承载业务来实现。无线承载业务覆盖无线接口传输的所有方面, 该业务利用 UTRA 频分双工或时分双工(UTRA FDD/TDD)业务。Iu 承载业务提供 UTRAN 和 CN 之间的传输, 对分组业务, Iu 承载业务将提供有不同 QoS 要求的承载业务 CN 承载业务利用通用的骨干网业务。骨干网业务包括网络第一层和第二层的功能, 可以根据运营商的需求来选择。UMTS 并没有定义骨干网业务, 可以利用现有的网络标准。

2.3 UMTS QoS 的管理功能与分类

所有 UMTS 实体的 QoS 管理功能可确保 UMTS 各承载业务接入点之间协商的业务, 同时, 通过和 UMTS 外部业务之间的翻译和映射提供端到端的业务。

·控制平面 UMTS 承载业务的 QoS 管理功能, 等同于控制平面的业务建立、更改和保持功能, 提供所有用户平面的 QoS 管理功能的相关属性。业务管理同样可以在其他情况下提供业务, 它可以通过属性翻译向下层发出业务请求, 也可以通过询问其他的控制功能实体来接收业务提供的许可信号。

·用户平面的 QoS 管理功能将信令和用户数据业务量保持在一定的限度内, 用特定的 QoS 属性值来定义。

按照 QoS 的功能和业务级别, 可将其分为 4 个等级: 会话级(Conversational)、交互级(Interactive)、流级(Streaming)、背景级(Background)。它们的基本特性和典型应用如表 1 所示。

表1

业务级别	时延	基本特征	应用	
			允许差错	不允许差错
会话级	<<1s	·保持数据流信息实体间的时间关系 ·人们可接受的会话时延	普通语音和视频	Telnet, 交互式游戏
交互级	≈1s	·请求响应模式 ·保持有效载荷内容	话音信息	电子商务、WWW 应用
流级	<10s	保持数据流信息实体间的时间关系	流级音频和视频	FTP、静态图像、寻呼
背景级	>10s	·不要求数据在一定时间内到达 ·保持有效载荷内容	传真	E-mail、文件传输

3 无线承载业务 QoS 性能分析

从图2中可以看出, UMTS QoS 是由一个复杂的多段、多层次连接过程, 在不同的层次上, QoS 实现不同的功能, 在最高端实现用户可靠、稳定的端到端服务。为了实现这种服务功能, 要求各个层次的 QoS 能够根据业务级别来实现相应的功能。其中无线承载业务是 UMTS QoS 的一个重点, 因为它是系统连接能力的瓶颈, 其服务质量影响了整个系统。下面重点研究图2中无线承载业务的 QoS 问题。

3.1 无线承载业务 QoS 结构

与传统的 QoS 描述方式不同, 在 UMTS 系统中, QoS 定义下面的术语来描述:

• The loss profile: 指出如果网络连接性能降低时, QoS 所能容许的范围, 具体可以用 Jitter (抖动)、BER (位出错率) 来描述。

SSD (The Seamless Service Descriptor): 为用户提供无缝服务的类型, 常用 0~5 之间的整数来描述, 0 表示最差的服务, 5 表示最好的服务。

• SDD (The Service Degradation Descriptor): 描述由于服务质量下降用户所能承受的程度, 也用 0~5 来描述, 与 SSD 相似。

无线承载业务的 QoS 的结构可由图 4 来说明。

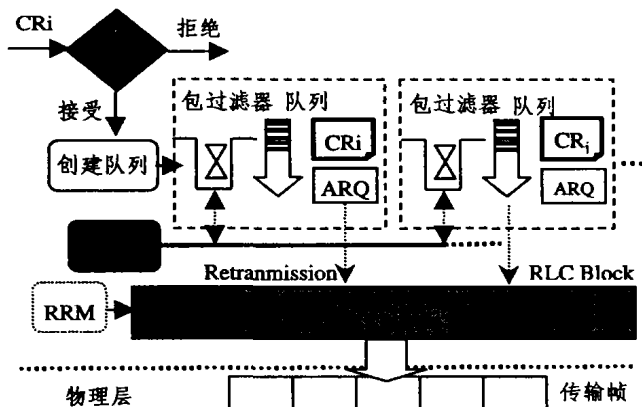


图4 QoS 结构的组成元素

当用户通过终端设备 (TE) 发出连接请求 CR (Connection Request) 时, 通过 CAC (Connection Admission Controller) 根据当前网络可用资源、所需的 QoS 以及已存在的连接服务状态等检查来决定是否响应。如果响应, 则由调度程序创建一个队列。RLC 协议负责进行初始化, CR 队列进入相应的处理模块后, 首先按照 Policer 的要求进行数据过滤, 如果符合要求则进入等待队列并形成 RLC 块, 由调度模块处理后形成要传输的数据帧。如果不符合要求则按照其 ARQ (Automatic Repeat Request) 的设置请求重传。其中 RRM 即无线资源管理模块 (Radio Resource Manager)。

3.2 CAC (Connection Admission Controller) 模块

从提供服务的角度来看, CAC 模块的主要任务是保证在提供已连接用户的 QoS 资源的前提下提供最大数量的 CR 请求。CAC 应进行预测以避免拥塞发生, 其输出通过布尔量来指明某一个 CR 是否可以响应。CAC 响应 CR 请求的依据应按照 RRM 所提供的信息来决定, 主要是根据 CR 所在的服务基站上已存在的连接的信息特性和 QoS 设备情况决定。

根据以上分析, CAC 可由两个部分组成: 连接冲突计算 CIE (Connection Impact Evaluator) 和布尔判定标记 BDM (Boolean Decision Maker)。其结构如图 5 所示。

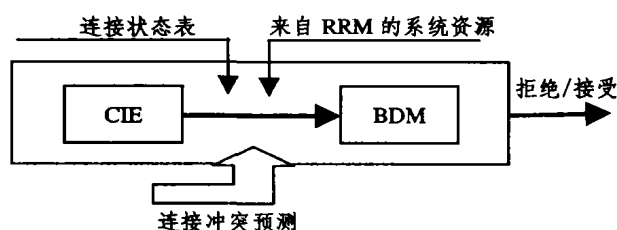


图5 CAC 模块的结构

CIE 模块由下面的参数来决定是否响应 CR:

• 实际连接请求;

• 从 RRM 获得的当前单元和相邻单元可用的系统资源 (带宽和内存);

• 当前单元和相邻单元的边接状态表。

3.3 约束 (Policer)

在网络中, 各种连接常常会竞争系统的资源, 因此需要一种策略机制来阻止某些连接以“非法”的方式过度消耗系统资源。下面给出的一种策略是基于 BS 的数据链路层, 其原理也可用于其它层, 它对通信进行监控, 可以通过过滤算法改变队列中通信的属性 (如对峰值速率、平均速率、猝发速率)。

猝发速率可以通过调整过滤器的大小来进行控制, 它是以峰值速率传送时的连续位的最大数值。下面分析它与数据过滤器等的关系。

用 B 表示猝发速率, S 表示过滤器的容量, A 表示平均速率, P 表示峰值速率。假设在 $t=0$ 时, 过滤器是满的, 它在 S/P 秒内可以 P 的峰值速率发送 S 个连续位。在此时间内, 有 $S \cdot (A/P)$ 个数据位到达过滤器, 它又可以在 $S \cdot (A/P^2)$ 秒之内发送 $S \cdot (A/P)$ 个连续位, 依次类推, 可以得出下面的式子:

$$B = S + S \cdot A/P + S \cdot A^2/P^2 + S \cdot A^3/P^3 + S \cdot A^4/P^4 + \dots$$

由上式, 猝发速率 B 可以表示为:

$$B = S \cdot \left[\frac{1 - \left(\frac{A}{P}\right)^{n+1}}{1 - \frac{A}{P}} \right]$$

由于 $0 < \frac{A}{P} < 1$ 因此有 $B = S \cdot \left[\frac{1}{1 - A/P} \right]$

由此可以推算出, 数据过滤器的大小应为:

$$\text{容量} = \left[1 - \frac{\text{平均速率}}{\text{峰值速率}} \right] \cdot \text{猝发速率}$$

3.4 调度 (The Scheduler) 模块

调度模块可以在传送帧内部形成不同的 RLC 块序列, RRM (Radio Resource Manager) 根据冲突和传输的条件来决定传送格式结构的设置 TFCS (Transport Format Combination Set), 由它控制调度模块所形成的各种 TFC (Transport Format Combination) 可以传输到其上的无线链路层。假设每个 TF (Transport Format) 都已按照编码方案具有确定的符号, 其相应的位都可以被传送, 调度模块可以选择 TF 以使链路得到最优级化, 同时满足不同通信服务类别的队列的 QoS 需求。其结构示意图如图 6 所示。

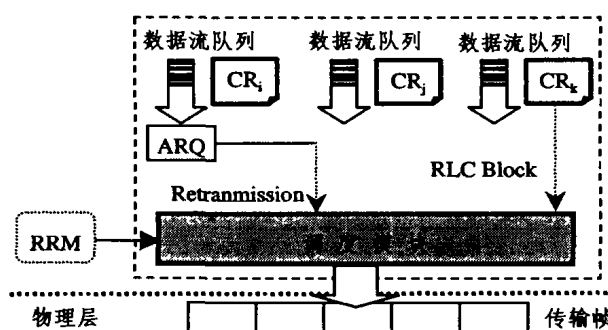


图6 调度模块组成元素

下面讨论信息包时间延迟与通信质量的关系。为此, 引入两个概念:

• 最大可容忍延迟 Dmax (The maximum tolerable delay): 在网络层传送包的最大可容忍延迟时间;

• 最大可容忍抖动 Jmax (The maximum tolerable jitter):

(下转第 177 页)

第7步:支付平台向商家返回银行反馈的成功与否的信息,让商家知道交易是否成功,以便商家做好相应的准备,如是否准备发货等。

4. 性能分析

本文所设计的电子商务支付,是一个基于 SPKI 的匿名支付方案。下面我们对这个方案进行评价。

匿名性:该方案是将客户的帐号和公钥进行绑定。在整个支付过程中,只有银行知道客户的具体身份和帐号,对于商家和支付平台而言,客户都是匿名的。对于银行来说,客户没有必要匿名,因此这个方案很好地实现了匿名支付。

不可伪造性:SPKI 的证书在签发和传递中都有证书签发者的私钥进行签名,这样可防止一些假冒者进行伪造。

交易的可追踪性:虽然在通常的支付中,客户都是匿名的,但在特殊情况下(如系统的安全性受到攻击),根据我们需要我们是在银行端查到客户的支付信息,从而可以查到资金的流向。

支付的灵活性:由于我们是将客户的公钥和帐户绑定,只要帐户里有足够的金额,并且在银行得到相应金额的授权证书,则客户可以在电子商务中进行小金额、大金额等多种形式的交易,这可以用 SPKI 证书中的 Authorization 域加以限制条件,以实现支付额度的控制。而且 SPKI 证书支持再授权,SPKI 的这种可再授权的特点还使得这种支付方式可以象电子现金支付方式一样灵活地进行转让、存、取等操作。

安全性:由于证书中只有客户的公钥,即使证书在传递或保存过程中被窃取或丢失,也不会造成经济上的损失。它不象电子现金一样,没有备份或丢失了以及硬盘故障的时候就没

有了。而且得到该公钥的人也获取不到与该公钥相对应的客户的相关信息,不象第三方代理在支付过程中还是与信用卡号等关键信息相关联,存在潜在的安全隐患。客户只需要再产生密钥对到银行去重新关联帐号即可。这有效地保障了客户资金的安全。

结束语 在本文中,我们针对 B2C 电子商务的发展中,客户对电子商务中支付的匿名性要求日益提高的问题,提出了一个适用于 B2C 电子商务支付的基于 SPKI 的匿名支付方案。由于 SPKI 强调使用公钥而不是使用名字,因此该支付方案中,客户只公布自己的公钥,而不会泄露其他私人信息,很好地实现了支付的匿名性和保护了客户的隐私。而且,虽然支付匿名,但在客户注册的银行端有客户的详细信息,在必要情况下也可对客户的行为进行追踪。因此本方案在实际中有其实用性。

参考文献

- 1 Ellison C, Frantz B, Lampson B, Rivest R, Thomas B, Ylonen T. SPKI Certificate Theory, SPKI Requirements. RFC 2693. Sep. 1999
- 2 Ellison C. SPKI Requirements. RFC 2692. Sep. 1999
- 3 Heikkilä J, Laukka M. SPKI Based Solution to Anonymous Payment and Transaction Authorization. <http://www.tml.hut.fi/Research/TeSSA/Papers/Heikkilä-Laukka/nordsec99-heikkilä-laukka.pdf>
- 4 Kesdogan D. Evaluation of Anonymity Providing Techniques Using Queuing Theory. In: The 26th Annual IEEE Conf. on Local Computer Networks, Paper Session #4, 2001
- 5 Claessens J, Preneel B, Vandewalle J. Anonymity Controlled Electronic Payment Systems[A]. In: Proc. of the 20th symposium on information theory in the benelux [c], Belgium: Haasrode, 1999. 109~116

(上接第151页)

在包延迟时最大可容忍延迟变化。

用 t_{inter} 表示同一个包中两个 RLC 块之间的时间, T_{inter} 表示相邻两个包之间的间隔时间(即第 i 个包中的最后一个 RLC 块和第 $i+1$ 个包中第一个 RLC 块时间),如图7所示。

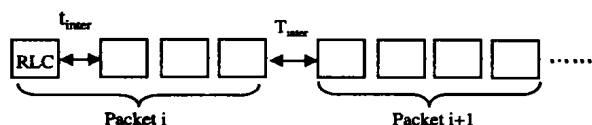


图7 RLC 块之间与包的关系

假设第 i 个包的延迟时间为 D_i , 由于: $D_i = T_{inter} + \sum t_{inter}$, 为了能够满足数据流的实时性需要, 调度模块必须要保证: $T_{inter} + \sum t_{inter} \leq D_{max}$ 。

此外, 调度模块还必须保证实时数据流对抖动的要求, 即 $D_{i+1} - D_i \leq J_{max}$ 。

结束语 本文主要讨论了 UMTS 中的 QoS 结构与功能, 重点分析了一种基于包交换的 UMTS 的 QoS 体系结构与相应管理算法与机制。目前 UMTS QoS 还在不断发展和完善中, 还有很多问题需要解决, 如上下层之间 QoS 参数的解析和映射规程, 全网络范围的资源管理和接入控制机制, 支持现有异构网络之间 QoS 机制的互操作性等很多问题尚处于研究之中。由于 3G 支持各种各样的业务, 今后用户对通信的要求也越来越高, 因此未来无线通信中的 QoS 将是一个重

点。3G 的最终目标是一个全 IP 的网络, 这也决定了 QoS 将是 3G 的一个不可或缺的部分。所以 3G 的 QoS 将是 3G 研究工作的一个重点, 而 3G 的最终建设也必将把保证业务的 QoS 放在首位。

参考文献

- 1 Mjögeman M, Thomasson R. Performance Simulations of the UMTS Common Packet Channel. <http://citeseer.nj.nec.com/443486.html>
- 2 Koodli R, Puuskari M. Supporting packet-data QoS in next generation cellular networks. IEEE Communications Magazine, 2001, 39(2)
- 3 Koh T, Levenson S, Walton T. End to end QoS considerations for UMTS. Emerging Technologies Symposium: Broadband, Wireless Internet Access, 2000 IEEE, 2000. 5
- 4 Chalmers D, Sloman M. A Survey of Quality of Service in Mobile Computing Environments. IEEE Communications Survey, Second Quarter 1999
- 5 Hultsch W. Quality of Service Support in 3rd Generation Mobile Networks. <http://www.wtc2000.org/pdf/ab-006s.pdf>
- 6 Baudet S, Besset-Mathias C, Frêne P, Giroux N. QoS Implementations in UMTS. Alcatel Telecommunications review, Q1 2001. 40~49
- 7 Knightly E W, Ness B. Admission Control for Statistical QoS: Theory and Practice. IEEE Network, 3/1999