

UTRAN 网络架构及接口协议研究

樊兆龙,徐子平,陈姜晶子

(解放军理工大学 通信工程学院,江苏 南京 210007)

摘要:全面介绍了 UTRAN(UMTS Terrestrial Radio Access Network)的相关内容,包括了 UTRAN 体系结构、功能描述、移动性管理以及 UTRAN 接口协议的描述。其中,在 UTRAN 的体系结构的基础上重点研究了接口协议,包括协议模型中层和平面的划分,各平面内部协议栈中主要协议的功能和互联机制以及各个协议的特点,同时对每个接口中协议的使用进行了详细的研究。此外,功能和移动性管理中对用户数据的和信令在核心网(CN)与用户设备(UE)之间的传输也做了说明。

关键词:通用移动系统陆地接入网;层;平面;接口协议

中图分类号:TP39

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2013)09-0210-05

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2013.09.053

Research on UTRAN Architecture and Interface Protocol

FAN Zhao-long, XU Zi-ping, CHEN Jiang-jingzi

(Institute of Communication Engineering, PLA University of Science and Technology, Nanjing 210007, China)

Abstract: Describe the overall architecture of the UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network), including UTRAN basic structure, functions description, mobility management and interface protocol. Based on UTRAN basic structure, focus on the research about interface protocol, which includes the partition about layers, planes, inner main protocols functions and interconnection mechanism and characteristics, the using of protocols in every interface is investigated in detail at the same time. Moreover, user data transporting between core network and user equipment has interpreted.

Key words: UTRAN; layer; plane; interfaces protocol

0 引言

UTRAN 是 UMTS 中最重要的接入方式,与核心网(CN)以及用户设备(UE)共同构成了 3G 系统。可提供语音、数据、图像等多媒体业务,适用范围广。随着 3G 技术的迅猛发展,用户迫切希望以更大带宽、更高速率的接入速度来满足对丰富的网络资源的需求。然而,核心网的速率经过 2G 到 3G 的演进已经有了很大程度的提高,瓶颈问题并不在此,UTRAN 作为 3G 中连接核心网与用户设备的桥梁,对于解决高接入速率有着更重要的意义。通过对 UTRAN 架构进一步的了解,对体系结构、功能以及移动性管理的掌握,尤其对接口协议的分析、研究,为后续的设计,3G 接入网的优化有着一定的帮助。

1 UTRAN 体系结构

UTRAN(UMTS Terrestrial Radio Access Network),

即通用移动通信系统陆地接入网络,位于 UE 和 CN 之间,为用户提供接入的核心网^[1],与另外一种无线接入网(GSM EDGE Radio Access Network,GERAN)共同构成 UMTS(通用移动通信系统),是 3GPP 制定的全球 3G 标准之一^[2]。

UTRAN 体系结构可以由以下几点来描述:

- 1) UTRAN 是一个信令与数据传输分离的网络;
- 2) 根据传输功能的不同,将系统分为了 UTRAN 功能和 CN 功能并且二者处于一个设备中;
- 3) UTRAN 控制着 RRC(无线资源控制)连接的移动性;
- 4) 接口之间的功能划分保证了尽可能小的随机性,接口应基于它所控制的实体的逻辑模型^[3]。

UMTS 体系结构以及 UTRAN 的体系结构如图 1 所示^[4]。

从图 1 可以看出,UTRAN 是由通过 Iu 接口连接

到 CN 的一系列 RNS(无线网络子系统)组成,一个 RNS 是由一个 RNC(无线网络控制器)、一个或者多个 Node B(节点 B)以及随机数量的 SAS(独立 SMLC)通过 Iub 接口而组成。

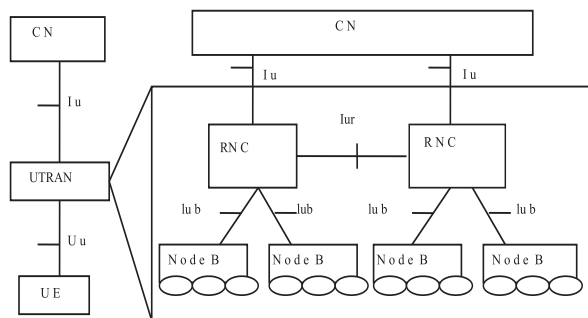


图1 UMTS 体系结构及 UTRAN 体系结构

每个 RNC 在无线连接期间承担特定的逻辑角色,包括 SRNC(服务 RNC)、DRNC(漂移 RNC)和 CRNC(控制 RNC);CRNC 总体控制 UTRAN 接入点(主要是基站)的逻辑资源,SRNC 负责 UE 和 UTRAN 之间特定的连接,当 UE 和 UTRAN 之间无线资源需要使用其他控制而非 SRNC 时,则需要 DRNC。

一个节点 B 可以支持频分双工(FDD)、时分双工(TDD)以及两重模式,TDD 模式有两种码片速率可以选择:3.48 McpsTDD 和 1.28 McpsTDD。每一个 TDD 小区都支持以上两种模式^[5]。

在 UTRAN 中,RNS 中的 RNC 负责向 UE 发出信令来进行切换,也可以通过 Iur 接口进行 RNC 之间的交互。Iu 和 Iur 为逻辑接口,Iur 可以在 RNC 之间或者适合传输的虚拟网络之间直接通过物理连接传送^[6]。

2 UTRAN 功能描述

2.1 用户数据传输

这项功能使得用户数据通过 UTRAN 在 Uu 和 Iu 参考点之间相互传送。

2.2 系统整体接入控制功能

系统整体接入控制功能包括了允许接入控制、拥塞控制以及系统信息广播。允许接入控制的目的是指接收或者拒绝新的用户、新的无线接入承载或者新的连接(如切换),允许接入控制应当避免过载情况并且应当基于干扰和资源测量。拥塞控制的任务是监测和处理系统在当前连接用户数量下是否接近过载或者已经过载。然后控制系统回到一个稳定的状态。系统信息广播是指在 UE 需要与网络互连的情况下为 MS(移动站)提供接入层及非接入层的信息^[7]。

2.3 移动性有关功能

移动性有关功能包括:切换、SRNS 重定位、定位。

切换功能实现了无线接口的移动性,它基于无线测量技术并且用来维护 CN 所要求的服务质量(QoS)。切换同样可以实现在不同系统之间,比如从 UMTS 到 GSM 之间的切换。切换功能可由 CN 来控制,也可独立地在 UE 中进行,因此,这项功能实体可位于 SRNC、UE 或者二者之中。

当一个 SRNS 的角色将要被另外一个 RNS 或者 BSS 替代时,SRNS 重定位功能将会协调它们之间的活动和关系。此项功能实现了一个 RNS 与另外的 RNS 或者 BSS Iu 接口之间的移动性。SRNS 重定位功能的初始化是由 SRNC 完成的,该功能实体位于 RNC 或 CN 中。

定位功能提供能确定 UE 地理位置的能力^[8]。

2.4 无线资源管理控制有关功能

无线资源管理控制有关功能包括:无线资源配置及运行、无线环境研究、结合/分离控制、连接建立和释放、无线承载分配和去分配、无线协议功能、射频功率控制、无线信道译码、信道译码控制、随机发起接入和探测处理、CN 为非接入层分配信息功能等。

无线资源管理与无线通信资源的分配和维护相关。UMTS 无线资源必须在电路交换业务模式及分组交换业务模式下实现共享。具体功能这里不再讨论。

其他的 UTRAN 功能还包括:同步、广播及多点传送业务、广播/多点传送业务分配、广播/多点传送业务流控制、CBS(小区广播业务)状态汇报、追踪、音量报告、非接入层节点选择、接入网络信息管理、MBMS 供给、MBMS 通知^[9]。

3 移动性管理

3.1 信令连接

信令连接即是一个专用连接。UE 可能存在信令连接也可能不存在信令连接。

当一个信令连接建立于接入层的专用控制服务接入点(DC-SAP)时,CN 可以通过它一边的专用连接 SAP 到达用户设备,并且 UTRAN 拥有 CN 与 UE 之间的这段特殊的连接上的上下文(context),这个上下文是在连接释放之后才消除的。这个专用连接可以只从 UE 那里初始化。

当一个专用连接不存在时,CN 通过告知 SAP 到达 UE,这个送往 UE 的消息可以是一个请求使用户设备建立一个专用连接,用户设备也因此被标记成一个用户终端或者一个“地理区域”^[9]。

3.2 移动性操作结果

当 UE 存在一个专用连接,UTRAN 将会处理 UE 无线接口的移动性,包括软切换过程以及处于 CELL_PCH 状态下的移动性。

当一个在 UTRAN 和 UE 之间的专用连接不存在时,则 UTRAN 中不需要 UE 的信息。因此,移动性的处理直接将发生在 UE 和 CN 外部接入层(例如:注册过程)。当正在寻呼 UE, CN 将会提供一个“地理区域”通过在 UTRAN 中识别来确定寻呼一个实际的小区。在专用连接建立的全过程中,UE 会禁止向 CN 注册,当专用连接释放后,如果有需要的话,UE 将会向 CN 执行一个新的注册。

因此,UTRAN 不会包含 UE 任何永久的位置注册,只有处于临时的专用连接时的上下文。这个上下文包含位置信息和无线资源分配信息以及相关的连接参考。

4 UTRAN 接口及协议分析

4.1 UTRAN 接口的通用协议模型

UTRAN 接口的通用协议模型的结构基于层和平面相互逻辑分离这个原则。因此,在需要的情况下,这个标准模型可以很容易地改变协议栈以及平面结构从而适应合适的需求。图 2 为 UTRAN 接口通用协议模型参考图。

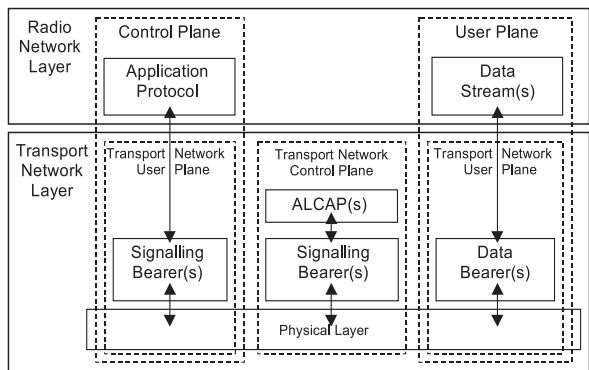


图 2 UTRAN 接口通用协议模型

水平层面:上述协议结构由两个主要的层组成,无线网络层和传输网络层。所有 UTRAN 的相关问题只是在无线网络层是可见的,传输网络层用于 UTRAN 并由 UTRAN 选择代表了标准的传输技术,但是并没有规定任何 UTRAN 特定的要求。

垂直平面:包括了控制平面、用户平面、传输网络控制平面以及传输网络用户平面。

控制平面包括应用协议,即 RANAP(无线接入网络应用协议),RNSAP(无线网络子系统应用协议),NBAP(Node B 应用协议)以及传输应用协议消息的信令承载。另外,应用协议用来在无线网络层上建立承载(即无线接入承载或者无线链路)。在三层平面的结构中,应用协议的承载参数不能直接依靠用户平面技术。

用户平面包括了数据流以及传输数据流的数据承

载,而数据流是由一个或者多个指定接口的帧协议所刻画的。

传输网络控制平面是一个在用户平面和控制平面之间工作的平面,它工作在无线网络控制平面的应用协议完全独立于已选择用户平面的数据承载条件下。传输网络用户平面中数据承载以及应用协议中的信令承载同样属于传输网络用户平面,但控制由传输网络控制平面控制。

4.2 传输网络接口协议分析

4.2.1 信令传输(SCCP)

SCCP 是 UTRAN 与 CN 之间接口(Iu)的信令传输协议。SCCP 可以提供面向连接的业务,也可以提供无连接的业务。其中面向连接的业务在数据传递之前应用实体之间必须先建立连接,可以是一般性的连接,也可以是逻辑连接;无连接业务是指两个应用实体之间,无需建立逻辑连接就可以传递信令数据。

4.2.2 用户数据的 IP 传输(GTP-U)

GTP-U 协议是在 CN 中的 PS 域和 Iu 接口中提供传输服务的用户平面协议,用于分组数据用户平面中,同时,GTP-U 又是一种在 UMTS 网络中支持用户平面数据传输的传输网络协议。它来源于 2G 的 GPRS 系统。在 2G 中,GTP-U 协议仅在 2G-GGSN 网络实体之间使用,在 3G 中,它通过 Iu-ps 接口到达了 RNC 实体。GTP-U 协议在 UMTS 网络中属于分组交换域,在 UTRAN 一边它位于 RNC 中,在 CN 一边它位于 SGSN 和 GGSN 中。图 3 所示为位于传输网络用户平面上的 GTP-U 协议^[10]。

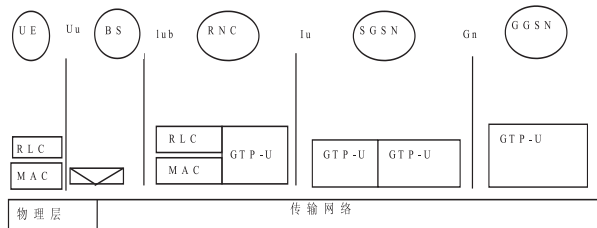


图 3 传输网络用户平面协议

在核心网中,GTP-U 协议在以下三个接口中使用,即 Gn、Gp 以及 Iu-ps 接口。Gn 接口是 3G 核心网络分组域中 SGSN 和 GGSN 之间的接口(上图所示);Gp 接口是不同 3G 核心网络分组域中的两个 SGSN 之间或 GGSN 和 SGSN 之间的接口,用来相互连通;而 Iu-ps 是 RNC 实体与 SGSN 实体之间的接口^[11]。

GTP-U 协议的主要功能包括:分组数据传输、封装、数据分组排序、路径生存检验等。

4.3 无线网络接口协议分析

在 UMTS 协议体系中,无线网络协议由传输网络协议顶层的下一层构成。无线网络层从 UE 扩展到整

个 UTRAN,并且在 CN 的边缘节点终止。无线网络协议用于控制无线接入承载的建立、维护和释放,以及用无线接入承载在 UE 和 CN 间传输用户数据^[11]。

4.3.1 无线网络控制平面

无线网络层的控制平面协议执行 RAB 需要的所有控制。根据应用于整个 UTRAN 控制平面设计的客户端-服务器方式,这些协议可以实现无线资源的管理决定并对所有 UE 进行 RAB 维护,即使它们在 UTRAN 区域中移动时也可以实现。

1)无线接入网络应用协议(RANAP)。

Iu 接口连接 UMTS 无线接入网和 CN,同样的 Iu 接口还把电路域和分组域的业务连接到了 UTRAN。Iu 接口已经设计为可支持 UTRAN 和 CN 技术的独立演进。除此之外,还可以在不改变 Iu 接口的情况下,独立发展核心网的 CS 和 PS 业务,并用相同的 Iu 接口连接到 UTRAN。UTRAN 希望到 CS 和 PS 的连接尽可能相似。

因此,在 UTRAN 和 CN 间定义了单独信令协议,称为 RANAP,CS 域和 PS 域都使用 RANAP 接入 UTRAN 提供的业务。RANAP 是控制 Iu 接口资源的协议。RANAP 实体存在于 RNC 中,其对等体的实体在 MSC 或 SGSN 中。

图 4 为 RANAP 协议位置^[10]。

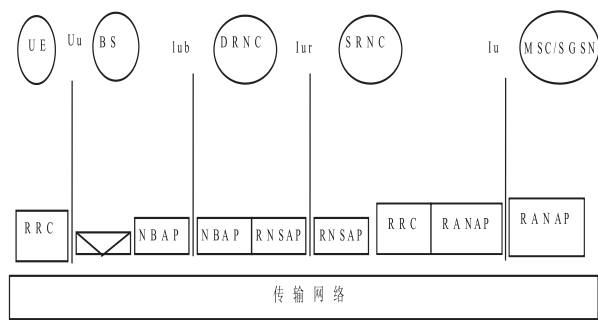


图 4 无线网络控制平面协议

RANAP 位于 Iu 信令传输的顶层,在 Iu 接口上使用信令传输业务来传输 RANAP 消息。传输协议栈由几个协议层组成,但最高层总是 SCCP。虽然有两种传输选择(ATM 或 IP),但总是由 SCCP 实体为 RANAP 提供传输协议栈的业务接口。

RANAP 对底层的传输层有一定的要求。其基本的要求是假设 RANAP 发送到对等端实体的每个消息(PDU)将无差错地到达对等端实体。也就是说,传输协议栈要为 RANAP PDU 提供在 Iu 接口的可靠数据传输^[12]。

RANAP 为高层协议提供业务:在 MSC 服务器 SGSN 侧,非接入层协议使用 RANAP 业务。通过 RNC 中的 RRC 协议互通,RANAP 在 UE 和 CN 之间传输高层

协议的信令消息。

2)无线网络子系统应用协议(RNSAP)。

RNSAP 是无线网络层上的控制平面协议。它提供跨 Iur 接口的控制信令的交换。RNSAP 是由两个 RNC 来使用,一个是 SRNC,另一个是 DRNC,SRNC 实现 CN 的 RANAP 的信令连接。RNSAP 总是工作在 SCCP 之上。

RNSAP 负责整个 Iur 接口的承载管理信令,用于建立无线链路,并允许 SRNC 控制那些在 DRNS 中使用专用资源的无线链路。

RNSAP 交换提供的主要 UTRAN 控制功能包括:

- 1)传输网络管理;
- 2)公共传输信道的业务管理(如寻呼等);
- 3)专用控制信道的业务管理,包括无线链路建立,增加、删除和测量报告;
- 4)下行共享传输信道的业务管理;
- 5)公共和专用测量对象的测量报告;
- 6)SRNS 重定位,当服务 RNS 角色由另一个 RNS 代替时,该功能可以协调 RNS 间活动。

当 RNSAP 用于建立一个或多个无线链路 DRNC 中的必要资源时,它将参与无线链路的建立过程。并且在这一过程中还会建立信令承载的面向连接的业务。

其他 UTRAN 范围内可能需要从 RNSAP 实体获得协议活动的过程有传切换、硬切换、小区更新、UTRAN 注册区域更新与漫游,下行功率控制以及 Iur 接口上 RRC 连接的释放与重新建立^[13]。

3)Node B 应用协议(NBAP)。

NBAP 是无线网络层协议,用于维护 Iub 接口控制平面信令,从而控制 Iub 接口的资源并提供 BS 和 RNC 之间的通信。

NBAP 位于传输层的顶层,使用传输层的服务在 Iub 接口传输 NBAP 消息。NBAP 的信令承载提供了可靠的端对端连接。这意味着 NBAP 假定每一个 NBAP 发送给对等端实体的消息都能无差错达到目的地。Iub 接口可能存在多个点到点的 NBAP 信令连接^[10]。

4.3.2 无线网络用户平面

UTRAN 帧协议是无线网络层用户平面协议,用来在公共 UTRAN 承载网络传输用户数据。帧协议在所有 UTRAN 接口(Iu、Iub、Iur)上都处于激活状态。帧协议使用的传输网络服务是基于 ATM 或 IP 协议栈的。

下面将分析各个接口处的帧协议^[14]:

1)Iu 接口的帧协议。

在 Iu 接口处的帧处理协议既可用于电路域的用

户数据传输,也可用于分组域的用户传输。由于两个域的传输业务不同,所以要使用以下两种 Iu 帧协议模式:

透明模式用在不需要任何特殊的协议活动的 RAB 上。因此透明模式下数据只是简单地通过传输网络而不需要增加任何协议头信息。透明模式可用于从 RNC 到 SGSN 或在相反方向上以 GTP-U 格式传输非实时的数据分组。

支持模式是一个具有控制 PDU 和用户数据组帧的完整协议。这些协议用于 CS 域中承载 AMR 语音的 RAB。因此支持模式的控制 PDU 能够执行实时语音传输所需要的速率控制和时间同步。图 5 所示为 Iub-FP 和 Iur-FP 位置图^[10]。

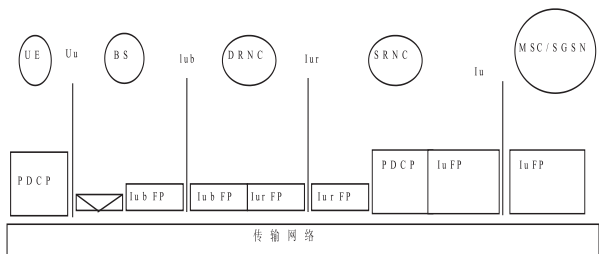


图 5 无线网络用户平面协议

2) Iur/Iub 接口上专用信道和公共传输信道帧协议。

SRNC 能够通过该协议同那些由 SRNC 自身或远程 BS 提供服务的 UE 进行用户数据帧交换。除了一般的上、下行数据传输,帧协议还有许多控制功能,这些功能可以执行的时间调整和同步,外环功率控制命令和其他 UE 需要知道的无线接口参数更新也在专用信道帧协议消息中发送。

为了在公共传输信道发送和接收数据帧,需要两种不同的帧处理协议:一个用于 Iur 接口,另一个用于 Iub 接口。

除了同具体传输信道类型有关的上下行链路数据传输,这些帧协议还执行一些控制任务。Iur 接口使用基于信用的帧协议处理流控制。

5 结束语

文中对 UTRAN 进行了全面的描述与研究,首先介绍了 UMTS 体系结构中 UTRAN 的地位以及 UTRAN 的体系结构;其次描述了 UTRAN 的功能,包括了用户数据传输、系统整体接入控制、移动性、无线资源管理等功能;接着对移动性管理分别从信令连接和移动性操作结果两个方面进行了介绍;最后着重分析研究了

UTRAN 接口以及协议模型,水平层面上分为传输网络层和无线网络层,垂直平面上分为控制平面、用户平面、传输网络控制平面以及传输网络用户平面,据此分别对两个平面内具体接口协议进行了分析。

参考文献:

- [1] 3GPP 3rd Generation Partnership Project, Technical Specification Group Services and System Aspects (Release 5), UMTS Access Stratum, Service and Functions [S]. 3GPP TS 23. 110 V5. 0. 0, 2003.
- [2] 3GPP 3rd Generation Partnership Project, Technical Specification Group Radio Access Network (Release 5), UTRAN Overall Description [S]. 3GPP TS 25. 401 V6. 9. 0, 2006.
- [3] 3GPP 3rd Generation Partnership Project, Technical Specification Group Radio Access Network (Release 7), UTRAN Overall Description [S]. 3GPP TS 25. 401 V7. 5. 0, 2007.
- [4] 3GPP 3rd Generation Partnership Project, Technical Specification Group Services and System Aspects (Release 5), General UMTS Architecture [S]. 3GPP TS 23. 101 V5. 0. 1, 2004.
- [5] 3GPP 3rd Generation Partnership Project, Technical Specification Group Radio Access Network (Release 6), Radio Interface Protocol Architecture [S]. 3GPP TS 25. 301 V6. 5. 0, 2007.
- [6] 3GPP 3rd Generation Partnership Project, Technical Specification Group Services and System and Aspects (Release 5), Vocabulary for 3GPP Specifications [S]. 3GPP TR 21. 905 V5. 10. 0, 2005.
- [7] 3GPP 3rd Generation Partnership Project, Requirements for evolved Universal Terrestrial Radio Access (UTRA) and Universal Terrestrial Radio Access Network [S]. 3GPP TR 25. 913 V7. 3. 0, 2006.
- [8] 3GPP 3rd Generation Partnership Project, Physical Layer Aspects for Evolved Universal Terrestrial Radio Access (UTRA) (Release 7) [S]. 3GPP TR 25. 814 V7. 1. 0, 2006.
- [9] 张志千. UTRAN 网络协议层的总体描述 [J]. 科技信息 (学术研究), 2008 (8): 189-190.
- [10] 杨利梅. 接入网网络管理的实现 [J]. 通信世界, 2002 (24): 54-55.
- [11] 李 强. 第三代移动通信网网络管理接口研究及标准介绍 [J]. 广东通信技术, 2006 (2): 37-41.
- [12] 彭木根, 李平安, 王文博. 3G 技术与 UMTS 网络 [M]. 第 2 版. 北京: 人民邮电出版社, 2008.
- [13] 高 鹏, 赵 培, 陈庆涛. 3G 技术问答 [M]. 第 2 版. 北京: 人民邮电出版社, 2011.
- [14] 吴伟陵, 牛 凯. 移动通信原理 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2006.

作者：[樊兆龙](#)，[徐子平](#)，[陈姜晶子](#)，[FAN Zhao-long](#)，[XU Zi-ping](#)，[CHEN Jiang-jingzi](#)
作者单位：[解放军理工大学 通信工程学院, 江苏 南京, 210007](#)
刊名：[计算机技术与发展](#)

ISTIC

英文刊名：[Computer Technology and Development](#)

年，卷(期)：2013(9)

参考文献(14条)

1. 3GPP 3rd Generation Partnership Project [Technical Specification Group Services and System Aspects \(Release 5\)](#), UMTS Access Stratum, Service and Functions 3GPP TS 23.110 V5.0.0 2003
2. 3GPP 3rd Generation Partnership Project [Technical Specification Group Radio Access Network \(Release 5\)](#), UTRAN Over-all Description 3GPP TS 25.401 V6.9.0 2006
3. 3GPP 3rd Generation Partnership Project [Technical Specification Group Radio Access Network \(Release 7\)](#), UTRAN Overall Description 3GPP TS 25.401 V7.5.0 2007
4. 3GPP 3rd Generation Partnership Project [Technical Specification Group Services and System Aspects \(Release 5\)](#), General UMTS Architecture 3GPP TS 23.101 V5.0.1 2004
5. 3GPP 3rd Generation Partnership Project [Technical Specification Group Radio Access Network \(Release 6\)](#), Radio Interface Protocol Architecture 3GPP TS 25.301 V6.5.0 2007
6. 3GPP 3rd Generation Partnership Project [Technical Specification Group Services and System and Aspects \(Release 5\)](#), Vocabulary for 3GPP Specifications 3GPP TR 21.905 V5.10.0 2005
7. 3GPP 3rd Generation Partnership Project [Requirements for e-evolved Universal Terrestrial Radio Access \(UTRA\) and Universal Terrestrial Radio Access Network](#) 3GPP TR 25.913 V7.3.0 2006
8. 3GPP 3rd Generation Partnership Project [Physical Layer Aspects for Evolved Universal Terrestrial Radio Access \(UTRA\) \(Release 7\)](#) 3GPP TR 25.814 V7.1.0 2006
9. [张志千](#) [UTRAN网络协议层的总体描述](#) 2008(08)
10. [杨利梅](#) [接入网络管理的实现](#) 2002(24)
11. [李强](#) [第三代移动通信网网络管理接口研究及标准介绍](#)[期刊论文]-[广东通信技术](#) 2006(02)
12. [彭木根](#). [李平安](#). [王文博](#) [3G技术与UMTS网络](#) 2008
13. [高鹏](#). [赵培](#). [陈庆涛](#) [3G技术问答](#) 2011
14. [吴伟陵](#). [牛凯](#) [移动通信原理](#) 2006

本文链接：http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjz201309053.aspx