

LTE 系统中专有承载的设计与测试

李小文, 郭丽丽

(重庆邮电大学 重庆市移动通信技术重点实验室, 重庆 400065)

摘要:文章描述了 LTE(长期演进)系统的网络结构,在此基础上,设计出了 PDN(分组数据网)连接建立过程中专有承载的建立。用 SDL(规范描述语言)和 TTCN(数表结合表示法)对专有承载建立的实现进行了测试仿真,生成专有承载建立成功的 MSC(消息顺序图),并将仿真结果与协议规范进行比较以验证符合程度。该测试过程已应用于 LTE 无线综合测试仪表的开发中。

关键词:专有承载;一致性测试;业务流模板;服务质量;长期演进

中图分类号: TN929.5

文献标志码: A

文章编号: 1005-8788(2012)02-0059-05

Design and testing of dedicated bearer in LTE systems

Li Xiaowen, Guo Lili

(Chongqing Key Lab of Mobile Communications, Chongqing University
of Posts and Telecommunications, Chongqing 400065, China)

Abstract: This paper describes the network architecture of LTE systems. On this basis, it designs the setup of the dedicated bearer in the process of the Packet Data Network (PDN) connection establishment and tests and simulates the implementation of the established dedicated bearer with the Standard Description Language (SDL) and Tree and Tabular Combined Notation (TTCN), generating its Message Sequence Chart (MSC). Then, it compares the simulation results with the protocol specifications for conformance verification. This test procedure has been applied to the development of LTE wireless integrated test instruments.

Key words: dedicated bearer; conformance testing; TFT; QoS; LTE

0 引言

为了适应未来 10 年移动通信技术的发展,3GPP(第三代合作伙伴计划)组织启动了 LTE(长期演进)计划与 SAE(系统架构演进)项目。它包括演进型的 UMTS(通用移动通信系统)E-UTRAN(演进型全球陆地无线接入网),E-UTRAN 是由 eNodeB(演进基站)构成的单层结构,基于分组交换,大大简化了网络结构,降低了复杂度,减小了系统时延。为了确保 EPS(演进分组系统)充分发挥自身的技术优势,LTE 引入了多种承载及处理机制;为实现 UE(用户设备)的永远在线,当 UE 连接在网络上时,UE 和网络之间会建立默认承载;而当 UE 有其他业务时,需要建立专有承载以获得更高的 QoS(服务质量)来承载不同的业务。为保证协议实现的质量,进行协议测试是一种必要的手段。协议测试已成为通信软件研究与开发领域中最活跃的方法。协议测试是一种典型的黑盒测试,它包括一致性测试、互操作测试等。协议的一致性测试是依据协议中的具体描述对协议的某些实现进行测试。本文把 PDN(分组数据网)连接建立过程中专有

承载的建立过程作为切入点,编写对专有承载建立的测试例,通过 SDL(规范描述语言)和 TTCN(数表结合表示法)的协仿真,将仿真结果与协议规范进行比较,完成对专有承载的一致性测试。

1 LTE 系统的网络结构

LTE 系统的非漫游网络结构如图 1 所示。为了实现承载和控制相分离,S1 接口分为用户面和控制面,其中 S1-U(用户面的 S1 接口)将 eNodeB 与

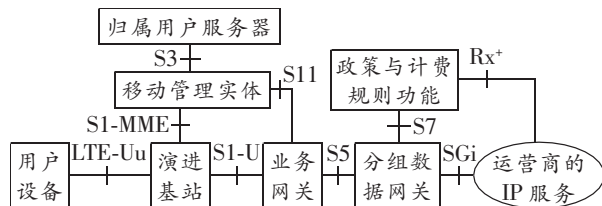


图 1 LTE 系统的非漫游网络结构

S-GW(业务网关)连接,用于传送用户数据和相应的用户面控制帧;而 S1-MME(控制面的 S1 接口)则将 eNodeB 与 MME(移动管理实体)相连,完成 S1 接口的无线接入承载控制等功能。控制平面和用户平面分别由 MME 和 S-GW 执行。P-GW(分组数据网关)提供与外部分组交换网络的互联;

数据网关,告知承载激活。

由于 MME 实体对默认承载建立过程中的专有承载建立进行控制,保证了 PDN 连接请求中专有承载的建立顺利完成^[2-3]。

3 一致性测试

协议的一致性测试在协议软件开发过程中是非常重要的一个环节,它是依据协议中的描述对协议的实现进行测试,以检验所实现的系统与协议规范的符合程度。选择在 UE 发起 PDN 连接过程中建立专有承载过程具有代表性。

3.1 SDL 设计

SDL 是一种描述系统行为的语言,系统行为通过系统内的所有进程实例对应的有限状态机协同工作以及与环境的信息交互来实现。SDL 把应用领域划分成两部分:SDL 系统和环境。SDL 系统是设计者关注的对象,用 SDL 语言来说明和描述。系统以外的部分都被视为系统的环境。系统与环境之间可以通过交换信号来通信,以保证能对外部事件做出反应。在对会话管理 ESM(EPS 会话管理)层专有承载协议实现的过程中,设计了如图 3 所示的 SDL 进程图。从图中可以看出,这里为保证专有承载建立流程的实现,设计了 BCA(承载上下文激活

状态)、BCAP(承载上下文激活等待状态)和 BCI_PTI(承载上下文不激活状态);并设计了 ESMMSGW_PD_N_ACTIVATE_RSP、EMMESM_CONTEXT_SETUP_REQ、EMMESM_DATA_IND、ESMSGW_EPS_DEDICATED_ACTIVATE_REQ 和 EMMESM_RB_SETUP_REQ 等通信原语。其中,EMMESM_CONTEXT_SETUP_REQ 原语携带着激活默认承载上下文请求消息;EMMESM_RB_SETUP_REQ 原语携带网络端发起的激活专有承载上下文请求;EMMESM_DATA_IND 原语中携带着激活专有承载上下文接受消息或激活默认承载上下文接受消息。通过外部环境中定义的接口可以发送信号至该进程。图中在 TESM-BCI_PTI 状态下收到 ESMMSGW_PD_N_ACTIVATE_RSP 信号和 ESMMSGW_EPS_DEDICATED_ACTIVATE_REQ 信号,首先判断默认承载是否建立成功,如果建立成功并且存在标志位 Flag,则发送 EMMESM_RB_SETUP_REQ 原语用于建立专有承载;如果未建立并且存在标志位 Flag,则发送 EMMESM_CONTEXT_SETUP_REQ 原语用于建立默认承载。状态跳转至 TESM-BCAP。在 TESM-BCAP 状态下,收到 EMMESM_DATA_IND 后,状态又跳转至 TESM-BCA 状态^[4]。

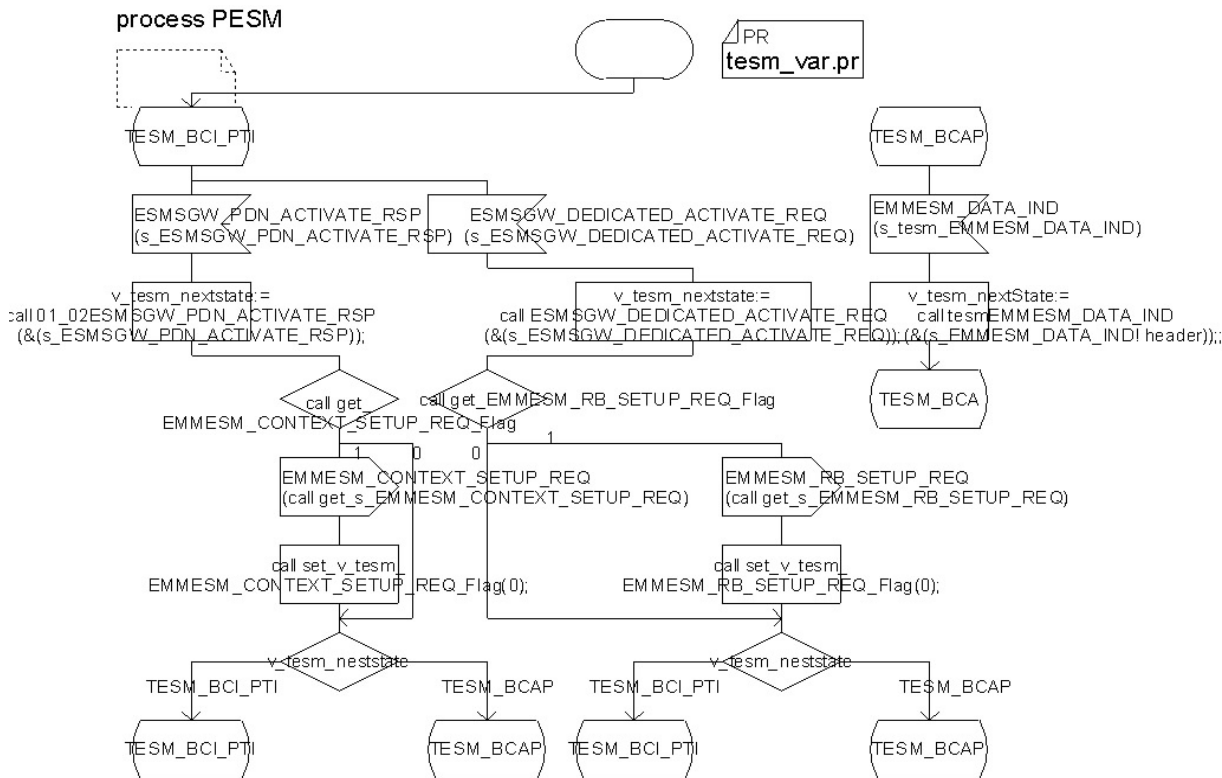


图 3 对专有承载建立的 SDL 进程图

3.2 TTCN 设计

TTCN 是一种规范测试语言,是用于开放系统互连一致性测试集的测试表示法。TTCN 测试模型分为被测实体和测试系统,测试系统的外部环境是通过抽象服务原语和协议数据单元与被测实体进行信息对话和数据交换的。在本文中,被测实体为 ESM 模块,根据测试目的,通过选择 ESM 模块与测试环境的接口来进行测试,以达到测试和验证 ESM 模块功能的目的。

在构造专有承载建立测试例时,首先组装默认承载建立的测试例,即环境给被测实体 ESM 的 ESMGW_PDN_ACTIVATE_RSP 原语,测试 SDL 系统收到环境发来的原语后能否向下层传递消息,即给环境发送 EMMESM_CONTEXT_SETUP_REQ 原语。当环境收到原语后,会与 TTCN 本身的约束条件进行比较,如果与 TTCN 数据相同,则会继续下一步的测试操作,当 UE 接受请求时,即由环境给被测实体发送 EMMESM_DATA_IND 原语,其中携带着激活默认承载上下文接受消息。接着组装专有承载测试例,即被测实体给环境发送的 EMMESM_RB_SETUP_REQ 原语,当 UE 接受请求时,即由组装环境给被测实体发送 EMMESM_DATA_IND 原语,其中携带着激活专有承载上下文接受消息。最后对其进行编译,若无错误,则测试例完成^[5]。

3.3 仿真过程及仿真结果

将被测实体的 C 语言头文件通过 Sdth2sdl 转化为 PR 文件,再通过 SDL 将 PR 文件转化为 SUN 文件,然后再选中被测的 SDL 系统,执行菜单 Generate 中的 Make 生成 SDL Simulator 的可执行文件。然后选择菜单 Build 中的 Generate Code,生成 TTCN 的可执行文件。最后将 SDL 和 TTCN 的可执行文件结合起来,通过协仿真产生仿真结果。仿真结果以 MSC 形式出现,如图 4 所示。从仿真结果看出:处于 BCI_PTI 的网络端收到 ESMGW_EPS_DEDICATED_ACTIVATE_REQ 原语和 ESMGW_PDN_ACTIVATE_RSP 原语后,优先建立默认承载,即发送 EMMESM_CONTEXT_SETUP_REQ 原语,状态跳转至 BCAP 状态。当终端接受默认承载建立请求时,则发送 EMMESM_DATA_IND 原语,网络端状态跳转至 BCA。而后继续进行专有承载的建立,网络端发送 EMMESM_RB_SETUP_REQ 原语,状态跳转至 BCAP,当终端接受专有承载建立请求时,则发送 EMMESM_DATA

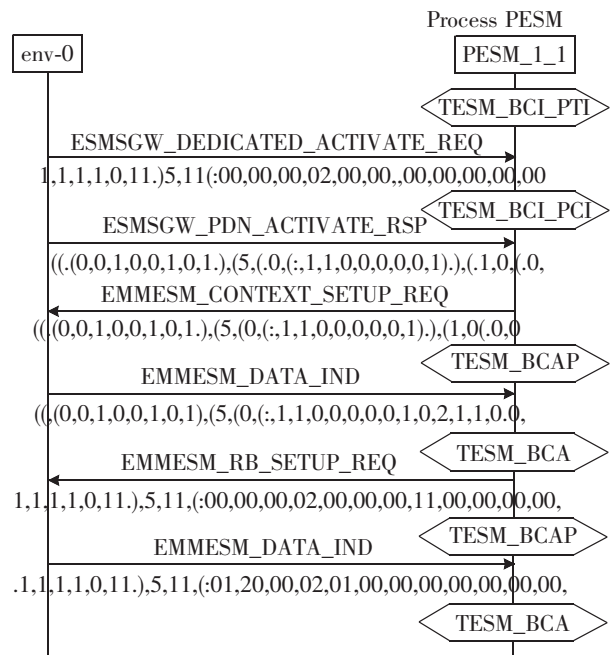


图 4 MSC 仿真图

_IND 原语,网络端状态跳转至 BCA。而设计的流程图如下:当处于 BCI_PTI 的网络端有“专有承载上下文建立请求”和“默认承载上下文建立请求”消息后,网络端先处理默认承载,发送“默认承载上下文建立请求”,状态跳转至 BCAP,当终端接受请求时,则发送“建立默认承载上下文接受”消息,网络端状态跳转至 BCA。再处理专有承载,发送“专有承载上下文建立请求”,状态跳转至 BCAP,当终端接受请求时,则发送“建立专有承载上下文接受”消息,网络端状态跳转至 BCA。结果表明,两者是相符的,说明对专有承载建立的一致性测试正确。

4 结束语

本文介绍了在 PDN 连接建立过程中专有承载的建立,采用了在 MME 端控制专有承载的建立,而不是同时进行默认承载和专有承载的建立,保证了在多 PDN 连接存在的情况下,至少默认承载成功建立,实现 UE 的永远在线。接着介绍了使用 SDL 和 TTCN 软件作为测试工具实现 ESM 实体的一致性测试。这对学习高层协议栈开发与测试有一定的借鉴作用。

参考文献:

- [1] 姬自英,李小文. LTE 网络中 ESM 协议分析与设计 [J]. 电视技术,2010,34(12):80-81.
- [2] 徐晖,梁华瑞. 建立多 PDN 连接承载的方法、装置及系统 [P]. 中国专利:200810115681.0,2009-12-30.

- [3] 陈喆,刘岚,周进怡,等. 缺省承载建立过程中专有承载建立的控制方法和设备 [P]. 中国专利: 200710151672. 2, 2009-04-01.
- [4] 宋茂强. 通信软件设计基础(第 2 版) [M]. 北京: 北京邮电大学出版社, 2008.
- [5] 李小文,李贵勇,陈贤亮,等. TD-SCDMA 第三代移动通信系统、信令及实现 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2003.

(上接第 6 页)

的通信系统中有着广泛的应用前景。全光 OFDM 信号的产生是全光 OFDM 系统的关键技术, 对其进行研究具有重要的意义。目前, 全光 OFDM 技术还基本处于初步研究阶段, 尚有不少技术难题, 诸如如何有效减小信号的 PAPR(峰均功率比), 如何降低对相位噪声和频偏的敏感度, 如何解决同步问题等等, 有待进一步深入研究。

参考文献:

- [1] Miyamoto D, Mandai K, Kurokawa T, et al. Waveform-Controllable Optical Pulse Generation Using an Optical Pulse Synthesizer [J]. IEEE Photonic Technology Letter, 2006, 18(5): 721-723.
- [2] Ye Hang, Chen Hongwei, Tang Chao, et al. All-optical sampling OFDM system performance analysis [J]. Journal of Chinese Optical Letters, 2011, 9(1): 36-39.
- [3] Chen Hongwei, Chen Minghua, Xie Shizhong. All-Optical Sampling Orthogonal Frequency-Division Multiplexing Scheme for High-Speed Transmission System [J]. Journal of Lightwave Technology, 2009, 27(21): 4848-4854.
- [4] 李源,王凯,李蔚蓝,等. 一种基于光耦合器的全光正交频分复用系统和器件 [J]. 中国激光, 2010, 37(4): 1022-1027.
- [5] Huang Yue-Kai, Qian Dayou, Saperstein R E, et al. Dual-polarization 2×2 IFFT/FFT optical signal processing for 100-Gb/s QPSK-PDM all-optical OFDM [A]. OFC 2009 [C]. San Diego, CA, USA: OSA, 2009. 1-3.
- [6] Kumar S, Yang D. Optical implementation of orthogonal frequency division multiplexing using time lenses [J]. Optics Letters, 2008, 33(17): 2002-2004.

(上接第 41 页)

- [11] Bianciotto A, Puttnam BJ, Thomsen B, et al. Optimization of wavelength-locking loops for fast tunable laser stabilization in dynamic optical networks [J]. Journal of Lightwave Technology, 2009, 27(12): 2117-2124.
- [12] Ishii H, Kano F, Yoshikuni Y, et al. Mode stabilization method for superstructure-grating DBR lasers [J]. Journal of Lightwave Technology, 1998, 16(3): 433-442.
- [13] Ohshima S, Ide K, Ibe H. Rapid, precise, and stable control of optical frequency for SG-DBR LD using quartz etalon [J]. Journal of Lightwave Technology, 2007, 25(6): 1537-1542.