

A Consistency Test Method about TD-SCDMA/GSM Handover Protocol

Yixuan Hao, Zhezhaio Zeng

College of Electrical and Information Engineering, Changsha University of Science and Technology, Changsha
Email: hyx07@163.com; hncs6699@yahoo.com.cn

Received: Sep. 7th, 2011; revised: Oct. 16th, 2011; accepted: Oct. 29th, 2011.

Abstract: This paper discussed a technique to achieve Protocol Conformance Test (PCT), analyzed the feasibility about this method, and presented the example of the approach about the TD-SCDMA Network System handover to GSM Network System in protocol specifications by TTCN-2. The results showed the flexibility, efficiency and high-logicality about the method in the field of PCT.

Keywords: TTCN-2; TD-SCDMA/GSM; PCT; T/G Network-Handover

一种 TD-SCDMA/GSM 切换的协议一致性测试实现方法

郝逸轩, 曾喆昭

长沙理工大学电气与信息工程学院, 长沙
Email: hyx07@163.com; hncs6699@yahoo.com.cn

收稿日期: 2011 年 9 月 7 日; 修回日期: 2011 年 10 月 16 日; 录用日期: 2011 年 10 月 29 日

摘要: 本文讨论了如何用 TTCN-2 实现 3GPP 协议一致性测试, 分析了这种实现方法的可行性, 给出了如何用 TTCN-2 实现协议规范中的 TD-SCDMA/GSM 切换的具体实例。研究结果表明该方法在协议一致性测试实现中的灵活性、高效性和逻辑清晰性。

关键词: TTCN-2; TD-SCDMA/GSM; 协议一致性测试; T/G 网络切换

1. 引言

2009 年 1 月 7 日, 工业和信息化部为国内运营商发放了 3G 牌照, 从此 TD-SCDMA 系统在我国正式进入商用阶段。为实现从 GSM 到 TD-SCDMA 的平滑过渡, 国内外各终端制造商开始推出 TD-SCDMA/GSM 双模终端, 以满足用户需求, 并适应用户使用习惯。因此, 在未来很长一段时间内, 中国移动将面临着建设和优化 GSM 和 TD-SCDMA 两张网络的局面, 从网络技术上 TD-SCDMA 属于 3G 技术, 可以给运营商带来高速的数据接入服务, 但因为 TD-SCDMA 网络的建设期才开始三年, 相比之下, 已经建设十多年的 GSM 网络有着更好的覆盖率, 由此 2G 和 3G 互操作的课题应运而生, 2G/3G 互操作不仅仅要求网络的融合, 更需要在融合中促进用户满意度和网络综合收益

的最大化^[1]。这也是中国移动通信研究院近年投入的重点课题。

在通信领域, 为了确保进入消费市场的设备在使用过程中不仅自身质量没有问题, 而且不会对通信网络中的其他设备带来不良影响, 各国通信主管部门都会对申请销售的电信设备进行一系列的测试和认证, 只有通过了这些测试并获取认证证书的设备才能进入市场进行销售。在这些认证环节, 协议一致性测试是其中最重要也是测试内容最丰富的测试。传统的协议一致性测试实现方法有 COT 方案^[2]和第一代 TTCN 方案^[3,4], 它们的提出为通信行业的发展开辟了一条新的道路, 但他们在协议一致性测试的实现过程中, 表现出了系统总体框架不够严谨, 抽象服务原语(ASP)的逻辑性不够清楚, 协议规范定义的个参数定义起来不够灵活, 对测试点(PCO)的检查也不够方便等不足。

本文提出一种运用第二代树表描述语言(TTCN-2)来实现协议一致性测试的方法,并针对其应用特点提出一种新的分布式协议一致性测试模型。基于这种方法,本文给出了一个实例,其详细阐述了如何运用TTCN-2来实现3GPP协议规范中从TD-SCDMA网络系统到GSM网络系统的切换流程,从而达到实现协议一致性测试的目的。此实例经过专用协议一致性测试系统验证通过可行,从实现的过程可以看出,TTCN-2的方法对于测试点的检查非常灵活方便,其对流程实现过程的逻辑性非常清楚。

2. TTCN-2 实现协议一致性测试的可行性分析

2.1. 协议一致性测试

协议一致性测试(Protocol Conformance Test)是一种被广泛应用的测试方式,其主要特点就是应用黑盒测试的手段来构造测试环境对被测系统进行测试,通过观察被测系统在不同测试场景下呈现于外部的反应是否与协议规范保持一致来判定该测试系统是否符合要求^[5,6]。在本文中,协议即为3GPP中所规范的,被测系统则由模拟的通信网络各网元设备以及手机终端组成的模拟通信网络中的接入层系统。

协议一致性测试标准包括抽象测试集(ATS),协议实现一致性说明(PICS)和协议实施附加信息(PIXIT)等三个部分^[7]。可执行测试集在以上三部分基础上生成。图1给出了一致性测试过程和原理。

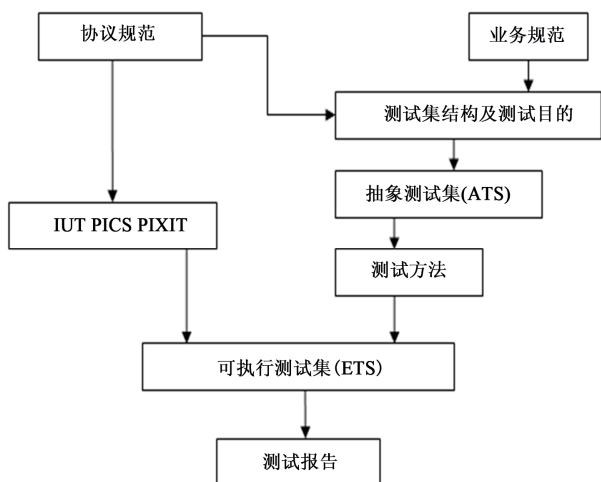


Figure 1. The flow chart of protocol conformance testing
图 1. 协议一致性测试过程

显然,协议一致性测试的主要目的是测试协议实现是否严格遵循相应的协议描述,判断通信产品的协议实现是否符合协议的国际标准,确认产品遵从规范要求,减少产品在现场运行时发生错误的风险性。因此,中国移动明确规定所有上市的TD-SCDMA/GSM终端产品必须通过协议一致性测试才能上市。

2.2. TTCN-2

TTCN(Tree and Tabular Combined Notation)树表描述语言,顾名思义,就是采用以树状结构和表格为表现形式的测试描述方法,其中表格主要用于数据类型、原语、协议观察点、约束等,树状结构则用于描述测试集、测试例、测试步。根据定义,TTCN需要满足以下几项需求:第一点,测试系统能够定义、构造发送和接收被测试实体(IUT)的抽象服务原语(ASP);第二点,能够定义和构造嵌入在ASP中的协议数据单元(PDU);第三点,在指定控制和观察点(PCO)上,能够规定ASP的发送或接收顺序和能够构造测试例^[8]。为了测试被测部分(IUT),我们需要建立一个仿真测试事件集合或交互行动序列,这个用于描述测试任务的事件或行动的序列称为测试例^[9],在3GPP规范TS 34.123中定义了大约1000个测试例用于描述通信网络中的各种行为。TTCN就是一种用于说明测试例的符号集,它可以建立一个实际被测系统的抽象模型,并说明测试例的执行过程。

本文采用第二代TTCN即TTCN-2来实现TD-SCDMA/GSM快速切换的协议一致性测试,TTCN-2是在TTCN上扩展而来的,由ISO和ITU提出,它在实现协议一致性测试时需要一个体系结构框架,即使测试模型,本文采用图2所示分布式测试模型来替代传统的本地式测试模型。

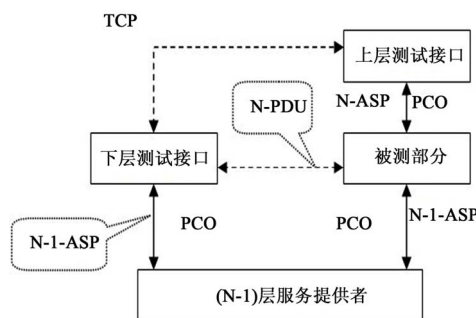


Figure 2. The model of protocol conformance testing
图 2. 协议一致性测试模型

这样, TTCN-2 就能够定义、构造发送和接收被测实体(IUT)的抽象服务原语(ASP);也能够定义和构造嵌入在 ASP 中的协议数据单元(PDU);还能够指定控制和观察点(PCO)上,能够规定 ASP 的发送或接收顺序和能够构造测试例,所以, TTCN-2 可以更精确灵活的定义出测试过程中所需要的上行和下行消息内容和顺序,并根据测试中出现的各种可能情况做灵活处理,很适合做消息格式和流程判断为主要内容的协议一致性测试实现方法。

3. TD-SCDMA/GSM 切换的协议规范信令流程

众所周知, TD-SCDMA/GSM 切换分为 GSM 系统切换到 TD-SCDMA 网络系统和 TD-SCDMA 网络系统到 GSM 网络系统,前者大多来自数据业务,后者大多来自语音业务,由于篇幅限制,本文将针对因语音业务需要实现从 TD-SCDMA 网络系统到 GSM 网络系统的切换提出基于 TTCN-2 的一种可行的方法。

针对语音业务,在 TD-SCDMA 覆盖边缘,支持 TD-SCDMA 到 GSM 的切换,但因为系统间的切换掉话率会高于系统内切换,所以不必支持系统的反向切换。在 TD-SCDMA 的建网初期,其覆盖没有 GSM/GPRS 广泛,因此在很多没有 TD-SCDMA 覆盖的区域需要利用 GSM/GPRS 网络来拓展 TD-SCDMA 的覆盖,保持基本业务的连续性,保持 3G 与 2G 话务的平衡性。而 TD-SCDMA 到 GSM 的切换的信令流程关键在于通信系统中手机终端(UE)和陆地无线接入网(UTRAN)两个网元之间的信令通信^[6],其流程如图 3 所示。

该流程在使用电路交换业务中(CS 域)以及小区专用信道(CELL_DCH)状态下,将 UE 与 UTRAN 之间的连接转移至 GSM 网络系统时被启动,UTRAN 发送一条 HANDOVER FROM UTRAN COMMAND 消息,UE 在接受到此消息后,即使在之前没有对目标小区进行 UE 测量,也会进行 TD-SCDMA/GSM 网络系统间的切换。因为根据协议规定^[6],在 TD-SCDMA/GSM 双模系统下,这时 UE 会执行信息元素中的命令“INTER SYSTEM TO UTRAN HANDOVER COMMAND”与 GSM 网络系统建立连接,同时携带与 GSM 网络系统接入所需要的相关候选/目标小区标识和无线参数。在

TD-SCDMA 系统切换至 GSM 网络系统成功后,UTRAN 应释放无线连接并清除相关 UE 的全部上下文信息。

4. TD-SCDMA/GSM 切换的实现

显而易见,本文中在协议一致性测试中所涉及到的被测部分(IUT)为 TD-SCDMA/GSM 切换的信令流程协议规范,而在 3GPP 规范 TS 34.123 中定义了数个与 TD-SCDMA/GSM 切换相关的测试例,其中,较具有代表性的测试例为 8.3.7.1M2,本文将以此测试例为代表,详细阐述如何利用 TTCN-2 实现测试例中的 TD-SCDMA/GSM 切换步骤。

3GPP 规范 TS 34.123 定义的测试例 8.3.7.1M2 测试目的为在 T 网接收到语音呼叫信令,网络侧发送 TD-SCDMA/GSM 切换信令 HANDOVER FROM UTRAN COMMAND,使得手机终端(UE)快速切换到 GSM 网络系统进行语音业务,并向网络侧回发一条网络切换完成信令用以确定^[6]。整个测试例具体可分为三个过程:

过程一:网络侧建立 GSM 网络和 TD-SCDMA 网络的小区,终端侧开机;

过程二:在 TD-SCDMA 网络系统中接电话;

过程三:接电话后从 TD-SCDMA 网络快速切换到 GSM 网络系统中,进行语音业务。

本文利用 TTCN-2 实现测试例中最关键的过程三,开发环境采用的是 Telelogic 公司提供的 TTCN TAU,其主要功能可以提供对 TTCN-2 用例的编辑,修改,编译和执行,另外还为用户提供了灵活编辑所生成的 C 代码的功能,其实现过程如表 1 所示。

It_LocalTest 是这个测试例的主要分支,用来完成 TD-SCDMA/GSM 的快速切换,按序号来描述 TTCN 中的各消息含义:

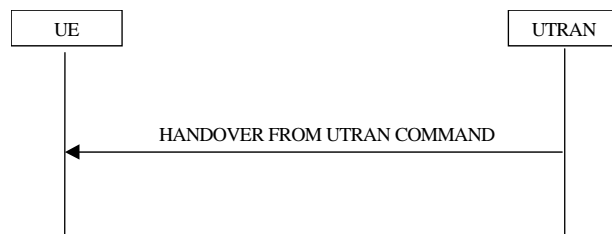


Figure 3. TD-SCDMA handover to GSM, successful case
图 3. TD-SCDMA 系统成功切换至 GSM 系统的信令流程图

Table 1. TD-SCDMA handover to GSM network with TTCN-2
表 1. 实现 TD-SCDMA/GSM 网络切换的 TTCN-2

序号	行为描述 (声明)	约束	结论
	lt_LocalTest		
1	[pc_GSM_EFR]		
2	(tcv_GSM_HO_Cmd := cs_G_HandOverCmd_FH_8371_M2('00001'B, tsc_G_TimeSlot, tcv_G_CellInfoA.tSC, tcv_G_CellInfoA.ncc, tcv_G_CellInfoA.bcc, 20, '000010'B, '000010'B, tsc_G_HoRefD, c_G_ChModeSpeechFRorHRV2, tcv_G_CellInfoA. cipherMode))		
3	+ts_IdleUpdated (tsc_CellA)		
4	+ts_CC_EnterU10_MT_Speech(tsc_CellA)		
5	+ts_RRC_Delay(400)		
6	+lt_FreqBand		
7	AM ! RLC_AM_DATA_REQ	cas_HandoverFromUTRANCommand_GSM (tsc_CellDedicated, tsc_RB2, cbs_InterSystemHandoverToGSM (tcv_CellIndInfo.dl_IntegrityCheckInfo, cb_HandoverFromUTRANCommand_GSM (tcv_RRC_Ti, c_RAB_Info_T314, tcv_FreqBand.o_TTCN_HO_CommandToBitstring(tcv_G SM_HO_Cmd))))	
8	CRTU_G ! CRTU_G_Act_REQ	cas_CrtugActReq	
9	CRTU_G ? CRTU_G_Act_RSP_CNF_CANCEL t_TTCN2CRTUG	car_CrtugActrsp	PASS

1) 根据协议规范的第 4 步要求, 需要网络侧检测 PIXIT 中的 pc_GSM_EFR 信息来知晓 UE 在 GSM 中的 EFR 支持情况。

2) 根据协议规范要求, 通过 GSM_HO_Cmd 来配置一些所需要的参数, 比如 GSM 网系统网络中的时隙(tsc_G_TimeSlot)为'010'B, 小区 1 中的各个信息(CellInfoA)等。

3) 更新网络侧在小区 1 的空闲状态。根据协议规范要求, 网络侧需要更新终端对于电路域移动性管理(MM)和分组域 GPRS 移动性管理(GMM)的状态。

4) +ts_CC_EnterU10_MT_Speech(tsc_CellA)是用一个分支进行小区 1 的电路域呼叫管理(CC)相关流程的处理, 在这个分支中, 网络侧和终端侧将在 TD-SCDMA 网络系统中对呼叫请求, 鉴权, 呼叫应答等流程做相应的处理。

5) 进入一个 400 毫秒的时延分支, 用以确保网络侧各个网元的同步, 保证网络系统的稳定性。

6) 进入一个频段配置分支, 根据协议规范要求, 此用例的频段(Frequency Band)需设为 GSM/PCS 1900, 但如果这个频段已被使用, 则设为 GSM/DCS 1800。

7) AM ! RLC_AM_DATA_REQ 中的“AM”是

PCO 名称, “AM_DATA_REQ”是 ASP 名称, 表示所操作的原语名称, 其含义是, 确认模式下(AM), 在无线链路控制层上发送一条数据请求消息给 UE, 消息的内容为 HandoverFromUTRANCommand, 即为 TD-SCDMA/GSM 网络切换请求消息。该消息中包含了之前根据协议规范定义的一些列参数信息(如: 相关候选目标小区标识、无线参数以及频道参数等)。

8) CRTU_G ! CRTU_G_Act_REQ 中的 CRTU_G 为 PCO 名称, 代表观测点为模拟 GSM 网络系统中的一个网元——基站设备, Act_REQ 为 ASP 名称, 代表 GSM 网络系统中的 CRTU 网元发送一条动作请求消息(CrtugActReq), 这条消息的目的是测试 GSM 网络侧是否有响应。

9) CRTU_G ? CRTU_G_Act_RSP_CNF 代表网络侧期待接收终端侧的确认新消息, 如果终端此时已经成功从 TD-SCDMA 网络切换至 GSM 网络, 则终端会回一条 GSM 网络侧的响应消息(CrtugActrsp), 网络侧收到此消息后认可 TD-SCDMA/GSM 切换成功, 将结论判为 PASS。此时, 整个 TD-SCDMA/GSM 切换流程将结束, TTCN-2 将会结束相关的定时器, 释放相关的资源, 完成 lt_LocalTest 这个主体分支。

此 TTCN-2 设计流程在专用的协议一致性测试系统下验证通过可行, 验证过程如图 4~7 所示, 其验证过程为:

图 4: 选取测试例 8.3.7.1M2, 可以看到在用例描述(Description)中, 描述了此用例是用于测试网络系统

从 TD(UTRAN)切换到 GSM, 并判定是否按照协议规范成功切换。

图 5: 终端(UE)关闭, 此时的模拟基站系统将配置此测试例中, UE 所需的基站, 建立所需要的小区, 并初始化相关数据等。

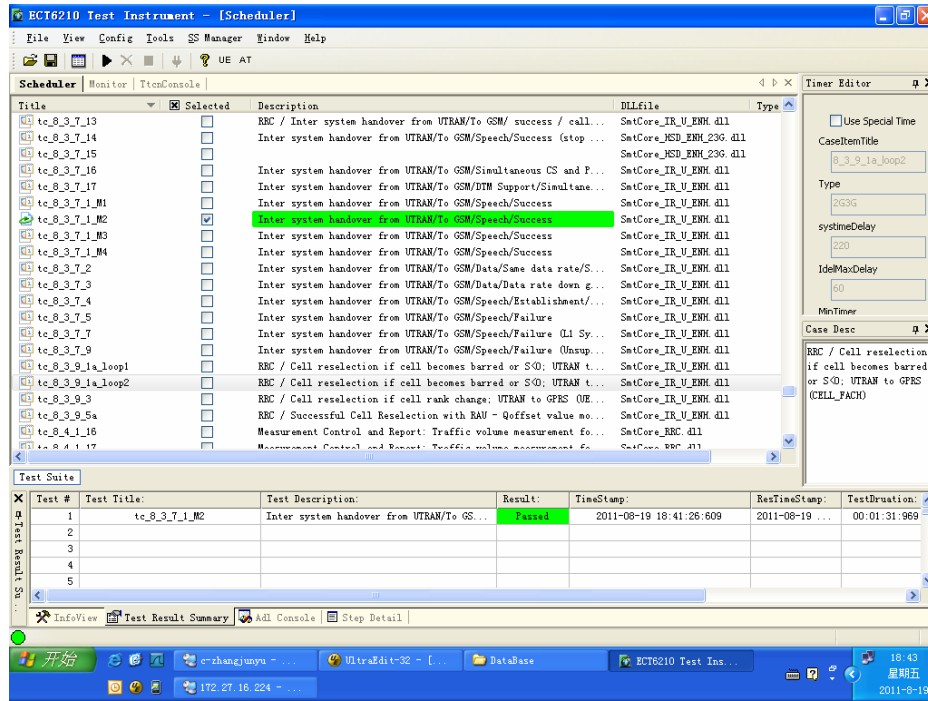


Figure 4. To chose test case 8.3.7.1M2
图 4. 测试例 8.3.7.1M2 验证选取用例图

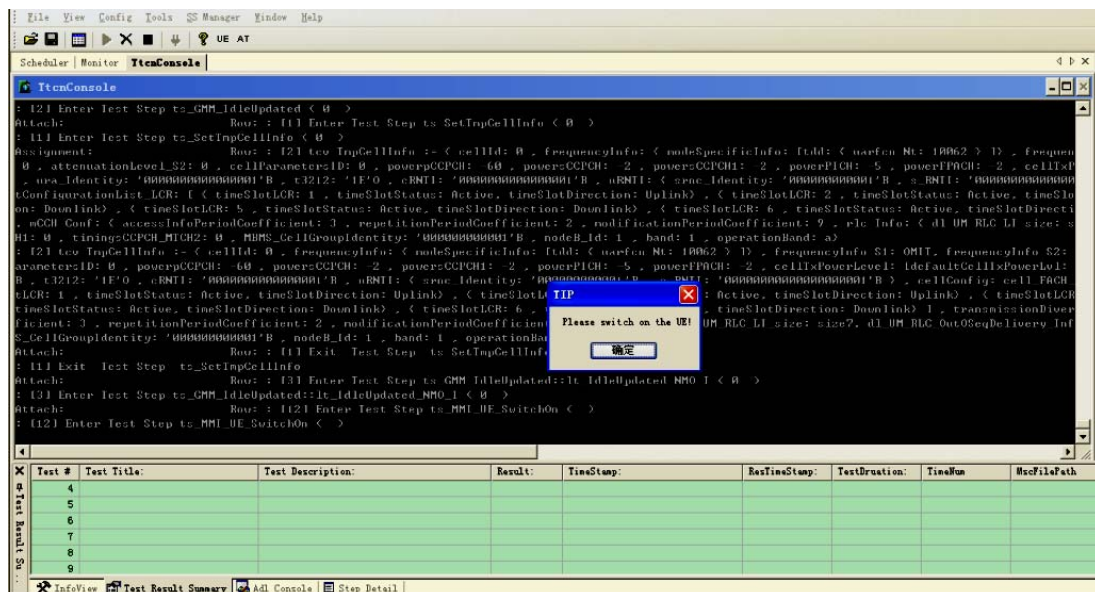


Figure 5. Config the cell UE need in test case 8.3.1M
图 5. 测试例 8.3.7.1M2 验证配置终端所需小区过程图

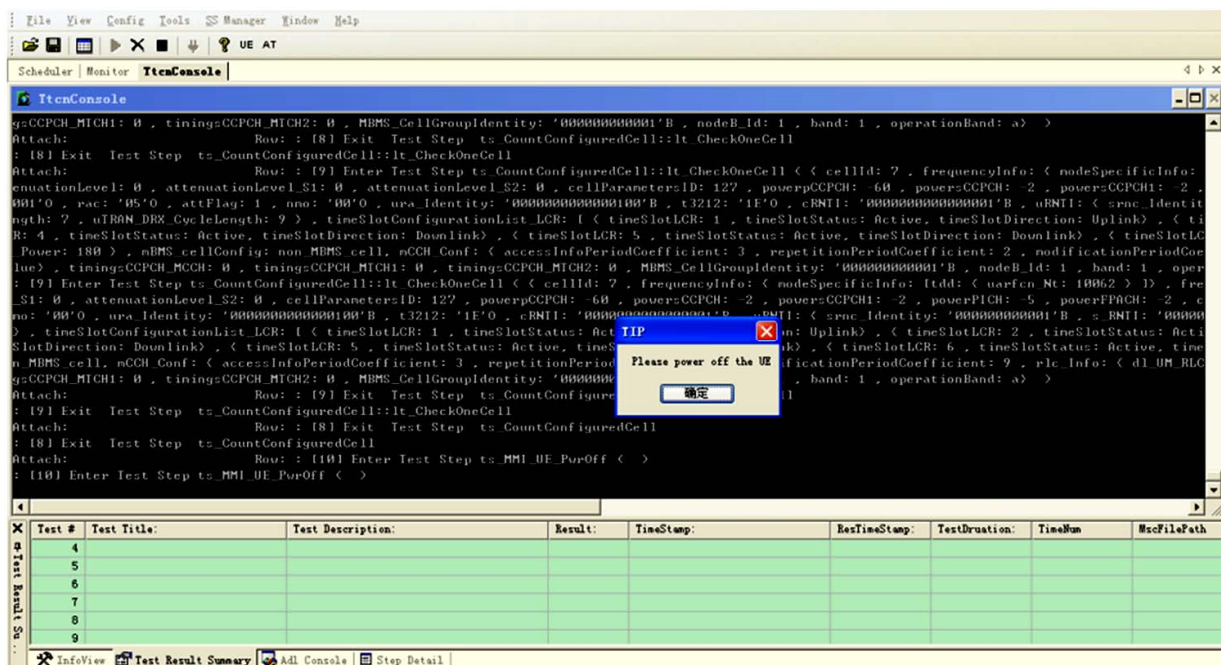


Figure 6. UE power on and chose network in test case 8.3.7.1M2
图 6. 测试例 8.3.7.1M2 验证终端开机选网过程图

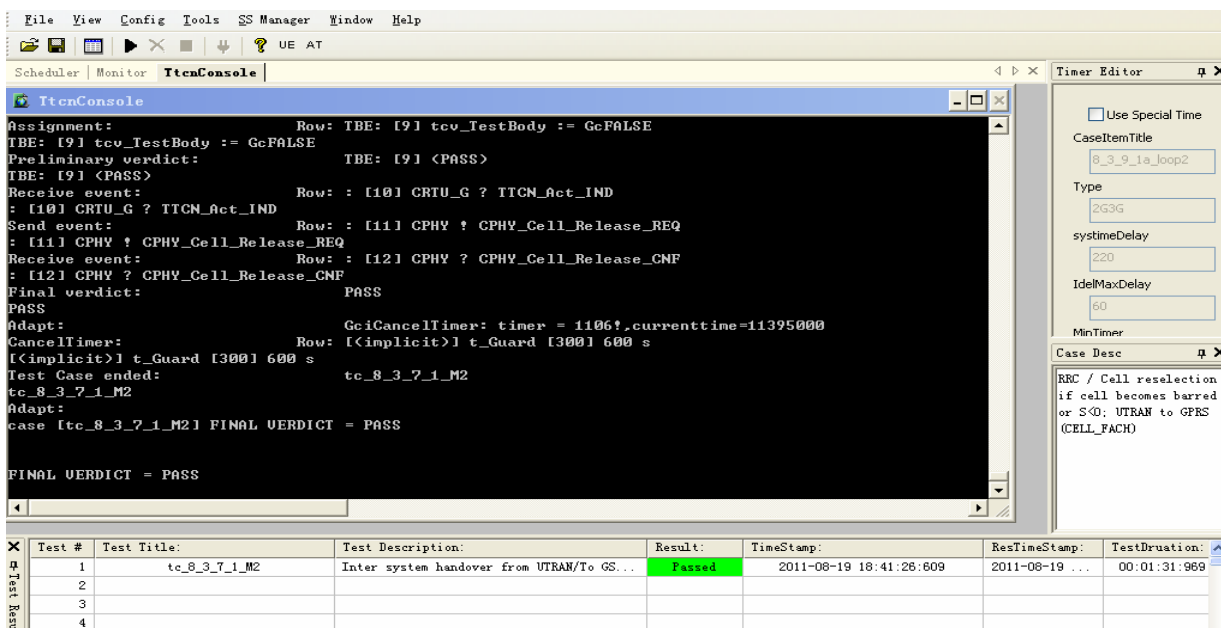


Figure 7. The final verdict in test case 8.3.7.1M2
图 7. 测试例 8.3.7.1M2 验证最终判定结果图

图 6: UE 被开启, 并选择协议所规范的网络, 图中可以看到在消息台中显示了之前基站相关的配置信息。

图 7: 通过 TTCN, 使得终端按照协议规范从 TD-SCDMA 系统成功切换至 GSM 系统后, 释放相应的无线资源, 并最终根据每一步的判定结果给出最终

的判定结果(FINAL VERDICT), 当且仅当每一个步骤在规定时间内都完成协议规范要求时, 最终判定结果则为通过(PASS)。从图中可以看到, 最终判定结果为 PASS, 且在规定时间内 600 s 内完成, 说明用此 TTCN 设计的流程高效可行。

5. 结论

本文用 TTCN-2 来实现 3GPP 协议规范的 TD-SCDMA/GSM 网络切换的流程, 用协议一致性测试系统验证通过, 方法可行。通过观察实例的实现过程, 可以发现此方法通过树状分支的方式来实现协议规范中的相关流程、定义以及参数配置, 然后将它们用表格的形式对其行为进行统一描述。这种方法对于测试点(PCO)的检查非常方便, 实现的过程逻辑非常清楚, 对于测试过程中所需要的上行和下行消息内容和顺序定义起来也非常的精确灵活。

参考文献 (References)

- [1] 张平. Beyond3G 移动通信系统关键技术[J]. 北京邮电大学学报, 2002, 25(3): 1-6.
- [2] 赵会群等编. 通信软件测试技术基础[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2004.
- [3] 李小文等. 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.
- [4] 王鹏, 孙嘉晨, 项文胜, 谢永斌. TD-SCDMA 终端一致性测试技术研究[J]. 通信世界, 2005, 29(3): 56-59.
- [5] ISO/IEC9646-3. Information technology - open systems interconnection - conformance testing methodology and framework - part 3: The tree and tabular combined notation (TTCN), 1997.
- [6] 3GPPTS34.123-1 920. 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; User Equipment (UE) conformance specification; Part 1: Protocol conformance specification, 2010.
- [7] 3GPPTS25.331. 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; User Equipment (UE) conformance specification; Part 1: Protocol conformance specification, 2007.
- [8] 姚明菊, 李小文. 几种基于 TTCN 的 TD-SCDMA 终端协议测试方法介绍[J]. 通信世界, 2007, 138: 11-12.
- [9] 罗一静, 段红光. 利用 TTCN 进行协议测试的一种方法[J]. 广东通信技术, 2006, 26(6): 41-45.