

# 移动智能网业务自动化测试系统的研究与实现

王晓彬<sup>1,2</sup>, 廖建新<sup>1,2</sup>, 王 纯<sup>1,2</sup>, 刘 争<sup>1,2</sup>, 朱晓民<sup>1,2</sup>

(1. 北京邮电大学网络与交换技术国家重点实验室, 北京 100876; 2. 东信北邮信息技术有限公司, 北京 100083)

**摘 要:** 分析了现有测试工具存在的局限性, 设计了一个新的测试系统——MINSATS。MINSATS 用于测试移动智能网业务的信令流程。与现有的测试工具相比, MINSATS 可以按照测试人员的配置自动收发信令, 核对信令中各参数的正确性, 验证数据库数据, 以及批量测试所有可能出现的信令流程。

**关键词:** 移动智能网; 自动化测试; 参数验证; 批量测试

## Research and Implementation of Automated Test System for Mobile Intelligent Network Service

WANG Xiao-bin<sup>1,2</sup>, LIAO Jian-xin<sup>1,2</sup>, WANG Chun<sup>1,2</sup>, LIU Zheng<sup>1,2</sup>, ZHU Xiao-min<sup>1,2</sup>

(1. State Key Laboratory of Networking and Switching Technology, Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing 100876;

2. EBUPT Information Technology Co., Ltd., Beijing 100083)

**【Abstract】** The limitations of existing test tools are analyzed, and then a new test system——MINSATS is designed. MINSATS is designed to test the signaling procedure of a service provided by mobile intelligent network. Compared with the existing test tools, MINSATS is able to send and receive signaling automatically according to the script which is configured by testing person, check the parameters in a signaling message, check data stored in database, and test all of the signaling procedures that may exist as a batch.

**【Key words】** mobile intelligent network; automated test; parameter check; batch test

### 1 概述

目前我国使用的移动智能网是根据欧洲电信标准学会(ETSI)的CAMEL规范, 基于CAMEL Phase2<sup>[1]</sup>标准开发的。移动智能网中的各个实体通过信令交互协作完成对一个呼叫的控制。图 1 给出了北京邮电大学网络与交换技术国家重点实验室与东信北邮信息技术有限公司共同开发的、具有自主知识产权的移动智能网产品——CMIN02<sup>[2]</sup>系统中 SCP(Service Control Point)与移动智能网中的其他实体之间的网络连接情况。

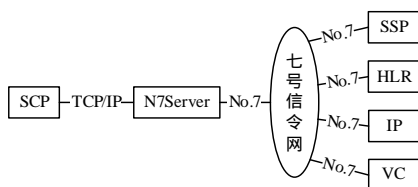


图 1 CMIN02 系统网络连接示意图

在图 1 中, SCP 通过七号信令服务器(N7Server)与七号信令网相连接, 与移动智能网中的其他实体进行通信, 从而完成对一个呼叫的控制功能。

N7Server通过七号信令连接到七号信令网, 通过TCP/IP连接到SCP。N7Server具备七号信令与TCP/IP的协议转换功能, 并向SCP分配对话号以供SCP主动发起对话(如: SCP主动向HLR(Home Location Register)发送AnyTimeInterrogation<sup>[3]</sup>信令)时使用。

### 2 测试工具现状

目前, 实验室成员在开发新业务时使用的测试工具主要

有: 仿真SSF(Service Switching Function), CMIN02-SCE<sup>[4]</sup>, 模拟MGTS(Message Generator Traffic Simulator)<sup>[5]</sup>等。这几种工具可以简单地模拟移动智能网中的实体向SCP发送不同的信令, 从而完成对一个信令流程的测试。

#### 2.1 仿真SSF

仿真SSF以命令行的方式同用户交互, 用户输入一条命令则发送一条信令到SCP, SCP处理这条信令, 并等待下一信令的到来。仿真SSF存在以下局限性:

(1) 参数配置意义不够明确, 而且每条信令参数的正确性都需要测试人员自己去检查, 往往由于测试人员的疏忽导致测试过程或验证结果出现人为错误。

(2) 可配置的参数个数有限, 可模拟的实体有限, 只能模拟SSP(service switching point), IP(intelligent peripheral)等实体的功能, 不能模拟HLR等实体的功能。这就导致某些信令流程无法测试, 对业务的测试不够全面。

**基金项目:** 国家“973”计划基金资助项目(2007CB307100, 2007CB307103); 国家杰出青年科学基金资助项目(60525110); 新世纪优秀人才支持计划基金资助项目(NCET-04-0111); 电子信息产业发展基金资助项目“基于3G的移动业务应用系统”, “下一代网络核心业务平台”, “基于内容的综合通信网络计费平台”; 国家高技术产业化信息化装备专项基金资助项目“支持数据增值业务的移动智能网系统”

**作者简介:** 王晓彬(1982 -), 男, 硕士, 主研方向: 网络智能化; 廖建新, 教授、博士生导师; 王 纯, 高级工程师; 刘 争, 硕士; 朱晓民, 副研究员、博士

**收稿日期:** 2007-06-19 **E-mail:** wangxiaobin@ebupt.com

(3)无法验证数据库数据。

(4)部分业务的测试需要 N7Server 配合以分配对话号,涉及的人员较多,经常造成测试计划的延误。

(5)整个测试过程需要测试人员亲自操作,测试人员必须时刻关注每条信令的收发情况,必须逐条发送信令、校验参数才能完成一个信令流程的测试。

仿真 SSF 的上述缺陷导致业务流程测试不够全面,某些已发布的业务还可能遗留部分错误。

## 2.2 CMIN02-SCE

CMIN02-SCE 是一个集成了业务生成环境(Service Creation Environment, SCE)、业务编辑环境(Service Edit Environment, SEE)和业务测试环境(Service Test Environment, STE)的图形化工具。它向业务开发人员提供图形化的 SIB,使业务开发人员能够方便、快速地开发新业务,并同时进行测试。CMIN02-SCE 中的 STE 增强了仿真 SSF 的功能,能够模拟多种实体同 SCP 进行交互,测试过程也更为直观。但是,它采用的仍然是类似于仿真 SSF 的工作模式,仍然需要人工逐条输入命令,人工验证信令参数的正确性,不能验证数据库数据,没有彻底摆脱仿真 SSF 的局限性。

## 2.3 模拟 MGTS

模拟 MGTS 可以模拟 SSP, HLR, IP, VC(Voucher Center)等实体对业务进行测试,但只能验证信令的收发顺序是否正确,无法验证信令参数和数据库数据,无法测试大量的异常流程。而且测试环境搭建复杂,经常由于某些人员技术能力不够,导致搭建测试环境的时间占了测试时间的大部分。目前,模拟 MGTS 主要用于压力测试<sup>[5]</sup>。

由于现有测试工具固有的局限性,使得业务流程的测试时刻需要人工参与,需要大量的重复劳动,测试的真实性及结果的正确性完全取决于测试人员的责任心和耐心。

一个业务可能具有上百个信令流程,其中包含了大量的异常流程,对这些流程由人工进行一一测试也是不现实的。

而且,随着新业务的不断推出,在一个信令流程中 SCP 与其他实体的信令交互越来越复杂,仅靠现有的测试工具无法完成这类业务的测试,只能移到现网进行实地拨测,这就延长了业务的发布时间。

# 3 新的方案

## 3.1 概念模型

借鉴智能网概念模型<sup>[2,6]</sup>中分层的思想,引入了 MINSATS 的概念模型。该模型由以下 3 个平面构成:信令流程平面,整体功能平面和系统支持平面,如图 2 所示。

(1)信令流程平面(Signaling Procedure Plane, SPP):从测试人员的角度出发,描述了一个业务的具体的信令流程。这些流程与其具体实现无关,既可以利用以前的测试工具,如仿真 SSF,通过手工逐条输入命令来实现,也可以利用新开发的系统自动生成。

(2)整体功能平面(Global Functional Plane, GFP):面向业务测试用例设计人员以及系统开发人员。在这个平面上定义了一些与信令流程无关的功能块(Procedure Independent Block, PIB)。每个 PIB 实现特定的功能,如发送信令、接收信令并验证参数、验证数据库数据等。这些 PIB 实现包括 InitialDP, ApplyCharging 等 CAP 信令<sup>[1]</sup>以及 MAP 信令中的 AnyTimeInterrogation 相关的功能。它们由系统开发人员提供,供测试用例设计人员使用。测试用例设计人员设计测试用例的时候,只需将这些功能块进行不同的组合,即可设计出不同

的信令流程。

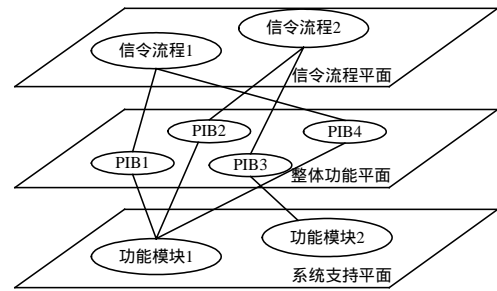


图 2 MINSATS 的概念模型

(3)系统支持平面(System Support Plane, SSP):面向系统的开发人员。此平面定义了一些底层的功能模块以实现整体功能平面定义的 PIB 的功能。这些功能模块包括:信令流程管理模块,批量测试管理模块,脚本分析模块等。

## 3.2 需求分析

MINSATS 测试的自动化主要体现在:TCAP, CAP, MAP 信令的自动收发,信令参数的灵活配置,信令参数的验证,数据库数据的验证,大批量信令流程的无人值守测试。同时,要求系统尽可能的简单,保证系统的可靠性和测试结果的准确性。

MINSATS 通过模拟移动智能网中的多种物理实体来同 SCP 进行交互,可以模拟的实体及对应功能如下:

(1)SSP:向 SCP 上报呼叫事件,验证 SCP 下发的信令是否正确。

(2)HLR:向 SCP 发送 ATI 查询结果。

(3)IP:主动向 SCP 发起连接,回送收号结果。

(4)VC:验证卡类数据。

(5)SCP:同 VC 交互,测试 VC 业务。

MINSATS 需具备以下功能:

(1)向 SCP 上报呼叫,触发业务,并接收 SCP 发来的信令,从而完成一个信令流程的测试。

(2)对所有参数进行灵活配置,每条信令中各参数的意义明确,易于测试人员编写脚本。

(3)校验信令参数和数据库数据,确定其与预先配置的期望值是否相符,若出错,则给出出错的信令及其参数的名称或数据库字段的名称,并列期望值与实际值供测试人员对比。

(4)模拟 N7Server 分配对话号。测试时不再需要 N7Server 相关人员的配合,测试过程可以由测试人员独立完成,测试进度完全由测试人员掌握。

(5)批量测试。对业务的多个信令流程用一个简单命令即可完成测试工作,整个测试过程无需人员值守,测试结束后自动记录批量测试的结果,说明每个流程是否正确通过。若中间某个流程出错,则记录此流程的详细信息。

(6)多进程同时运行,可以分别加载不同脚本,测试不同业务,有助于发现业务间的关系,提高工作效率。

(7)测试脚本可重复利用。对于同一业务,所有信令流程的测试脚本只需编写一次,建立测试脚本库,若以后进行业务的升级,需要再次对此业务进行测试时,直接使用这些脚本即可,无需重新编写,除非增加了新的流程。

此外,在测试过程中,由于某些原因,与 SCP 的连接可能会中断。在这种情况下,MINSATS 应能够自动重新发起与 SCP 的连接。若在批量测试过程中连接中断,在重连成功后,

还需要从出错时的信令流程开始，继续后续流程的测试。

### 3.3 模块划分

系统支持平面上定义的功能模块有：信令流程管理模块，批量测试管理模块，通信链路管理模块，TCAP 对话管理模块，CAP, MAP 信令管理模块，数据库数据管理模块，日志管理模块，配置管理模块，脚本分析模块，用户交互管理模块等。

信令流程管理模块根据测试脚本自动生成对应的信令流程，测试过程严格按此流程执行，自动收发信令，验证数据库数据。

批量测试时，需要测试人员预先将要测试的单个信令流程对应的脚本名称存放在一个批处理文件中，批量测试管理模块负责读取此批处理文件，获取单个信令流程，逐一进行测试，并记录每个流程的测试结果。

TCAP对话管理模块负责维持一个信令流程中不同实体间的对话。在一个信令流程中，SCP可能会同多个实体进行交互，在实际的网络结构中，它们之间的交互通过七号信令网来传输。在七号信令协议中的TCAP层，每2个实体之间的信令交互都结构化为对话<sup>[7]</sup>。实际应用中，这些对话由不同的实体来完成，而MINSATS需要同时模拟这些实体，这就需要MINSATS能够同时维持不同实体同SCP之间的对话，并保证各个对话之间互不影响。

脚本分析模块负责读取测试人员配置的测试脚本，对整体功能平面中定义的 PIB 进行解析。在 PIB 中定义了固定的首部，用于标识这条信令是在模拟移动智能网中的哪个实体同 SCP 交互，是需要发送到 SCP 的还是需要接收从 SCP 发来的信令。脚本分析模块解析出每个 PIB 的名称，根据 PIB 首部确定此 PIB 的收发动作，同时，解析出此 PIB 参数的名称和期望值，供信令流程管理模块使用。

### 3.4 工作原理

MINSATS 通过 TCP/IP 与 SCP 建立连接，由于 MINSATS 系统已具备 N7Server 分配对话号的功能，因此本系统可以取代 N7Server，与 SCP 通过 TCP/IP 进行直连，如图 3 所示。

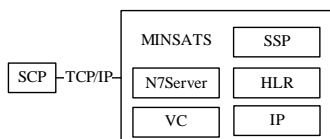


图 3 MINSATS 与 SCP 的连接

在测试一个信令流程前，需要测试人员预先编写好测试脚本，将待测信令及其参数进行详细的配置，测试过程将严格按此脚本的配置执行。

测试开始时，MINSATS 模拟 SSP 向 SCP 发送 InitialDP，触发加载到 SCP 上的待测试业务，SCP 执行此业务逻辑程序，向 SSP 下发信令（如 RequestReportBCSMEvent<sup>[1]</sup>），MINSATS 检验此信令的参数是否正确。若需要再次向 SCP 发送信令时（如通话结束时 SSP 上报挂机事件），则 MINSATS 再次向 SCP 发送所需信令（如对于挂机事件，发送 EventReportBCSM<sup>[1]</sup>），完成此信令流程的测试。

单个信令流程的测试过程如下所述：

- (1) 读取测试脚本，取第 1 条信令；
- (2) 根据脚本配置确定需要发送或接收此信令；
- (3) 若需要发送信令，则根据测试脚本指定的参数发送此信令，转(6)；

(4) 若需要接收信令，则等待此信令的到来。若在指定的时间内未收到此信令，则认为其超时，记录超时错误日志，转(8)；

(5) 若在指定的时间内收到此信令，将信令中的参数与脚本中配置的参数进行比较。若出错，记录错误日志，转(8)；

(6) 若此信令为最后一条信令，记录日志，标志此流程正确无误，转(8)；

(7) 取下一条信令，转(2)；

(8) 结束此流程。

批量测试时，需要测试人员预先将要测试的单个信令流程对应的脚本名称按序存放在一个批处理文件中，测试时严格按照此文件指定的顺序逐个进行，测试过程如下所述。

- (1) 读取批处理文件，取第 1 个信令流程；
- (2) 测试此信令流程，测试过程同单个流程的测试过程；
- (3) 记录此流程的测试结果。若出错，则记录详细信息；
- (4) 若为最后一个流程，则结束批量测试；
- (5) 取下一个信令流程，转(2)。

## 4 效果分析

本文开发的 MINSATS 满足了 3.2 节提出的需求。另外，性能方面也有很大提高。表 1 分别列出了使用仿真 SSF, CMIN02-SCE 以及 MINSATS 进行多流程测试时，测试单个信令流程所需要的时间(取平均值)。当使用模拟 MGTS 进行测试时，仅环境搭建一项可能就需要数小时，所需时间远远大于使用仿真 SSF 或 CMIN02-SCE 进行测试时所需时间，因此，不再进行比较。

表 1 单个信令流程测试时间对比/min

工作	仿真 SSF	CMIN02-SCE	MINSATS
环境搭建	5	5	5
数据配置	5	3	
测试	2	2	0.5
结果验证	3	2	
总计	15	12	5.5

下面分别对各项工作所需的时间进行说明。

环境搭建时间：在使用仿真 SSF 或 CMIN02-SCE 时，主要用于请求 N7Server 相关负责人员配合，建立 N7Server 与 SCP 的连接，用于向 SCP 分配对话号；使用 MINSATS 时，主要用于配置测试脚本，修改系统配置文件，启动系统。

数据配置时间：在使用仿真 SSF 时，测试人员手工接入数据库管理系统，执行 SQL 语句所需的时间；CMIN02-SCE 的图形化操作方式使数据配置更为方便快捷，所需时间较短；使用 MINSATS 时，此项操作由系统自动执行，时间可忽略不计。

测试时间：在使用仿真 SSF 或 CMIN02-SCE 时，测试人员手工输入命令完成测试所需的时间，此时是按理想情况计算，若测试人员输入错误，此时间还会延长；使用 MINSATS 时，此项操作由系统自动执行，时间可忽略不计。

结果验证时间：在使用仿真 SSF 时，人工验证信令参数所需的时间；CMIN02-SCE 的图形化操作方式使结果验证更为直观，所需时间较短；使用 MINSATS 时，此项操作由系统自动执行，时间可忽略不计。

在使用 MINSATS 进行测试时，数据配置、测试时间和结果验证均由 MINSATS 自动完成，此部分的时间之和记为 30 s，由以下 2 部分构成。为了保证批量测试时各个信令流程之间互不影响，相邻的 2 个信令流程之间至少设置 20 s 的

(下转第 255 页)