

正交法在 GSM 软件测试中的应用

唐丽莉, 曾定洲

(中兴通讯股份有限公司 上海研发中心, 上海 201203)

摘要:在 GSM 软件测试中经常会遇到多种因素组合的测试场景, 软件测试工程师总是会担心测试工作量巨大, 无法在项目计划的时间内完成测试, 从而影响软件版本对外发布, 而仅抽取部分来测试又会因为设计的测试条目不够科学导致故障外泄。利用正交实验方法来指导测试用例的设计可以实现用较少的测试用例达到科学的测试覆盖。文中介绍了正交法的起源、基本概念及原理, 详细介绍了正交法在 GSM 软件测试中的应用, 并通过实例, 验证其可以达到理想效果。

关键词:正交法; GSM; 软件测试设计; 测试用例

中图分类号:TP39

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2013)03-0090-03

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2013.03.023

Application of Intersection Method in Test for GSM Software

TANG Li-li, ZENG Ding-zhou

(Shanghai Research Center, ZTE Corporation, Shanghai 201203, China)

Abstract:In GSM software testing there are many combinations of various factors of test scenarios, software test engineer always worries about testing a huge workload, cannot complete the test in the limit project time, thus affecting the software version published, only selected part test cases random will cause lots of defects exposed in client. Using intersection experimental method to guide the design of test case can achieve fewer test cases to a scientific test coverage. It introduces intersection method's origin, basic concept and principle, describes the using in GSM software testing field in detail, and through some concrete examples, verify it can achieve the desired effect.

Key words:intersection method; GSM; software test design; test case

0 引言

随着 20 世纪 60 年代软件开发的成熟, 软件测试技术有了不断的发展和进步, 出现了很多软件测试技术提高了软件测试的效率。在软件测试中合理地设计测试用例能起到事半功倍的效果, 但是如何设计好测试用例一直是困扰测试工程师的难题, 在有限的项目时间和精力, 设计科学合理的、结构清晰、易读、可维护性强的测试用例更是测试人员一大难题。

文中针对 GSM 软件测试中组合情况多、场景复杂, 测试用例优选设计难度大的现状, 引入了正交法, 此方法可以科学合理地设计测试用例, 且可提高软件测试的测试效率, 从而达到节省人力的目的。

1 起源与发展

正交试验设计^[1] (Orthogonal experimental design) 最初来源于古希腊数学家用来设计国王检阅臣民方阵

的“正交拉丁方”, 它基于 Galois 理论, 后来日本著名的统计学家田口玄一将正交试验选择的水平组合列成表格, 称为正交表。例如, 一个 3 因素 3 水平的实验, 按全面实验要求, 须进行 $3 \times 3 \times 3 = 27$ 种组合的实验, 但是按正交表设计实验, 只需要进行 9 次, 大大减少了工作量, 因此正交试验设计是一种高效率、快速、经济的实验设计方法, 在很多领域的研究中已经得到广泛应用。

2 正交法简述

正交法是研究多因素多水平的一种设计方法, 它根据正交性从全面试验中挑选出部分有代表性的点进行试验, 这些有代表性的点具备了“均匀分散, 齐整可比”的特点^[2]。正交表是正交设计的基本工具^[3]。

正交表的形式: $L_{\text{行数}}(\text{水平数}^{\text{因素数}})$, 行数表示试验的次数; 因素数表示正交表中列的个数; 水平数表示任何单个因素能够取得的值的最大个数^[4,5]。比如有 4 个因素 1, 2, 3, 4, 每个因素的取值都有 3 种 1, 2, 3。果这四个因素完全组合就需要 $3 \times 3 \times 3 \times 3 = 81$ 个组合, 使用正交法查正交表对应的是 $L_9(3^4)$, 见表 1:

收稿日期: 2012-06-25; 修回日期: 2012-09-28

基金项目: 中兴通讯研究基金项目 (nj200909080002)

作者简介: 唐丽莉 (1979-), 女, 黑龙江人, 工程师, 硕士, 从事 GSM 系统软件测试。

表 1 四因素三水平数的正交表

行 列	1	2	3	4
1	1	1	1	1
2	1	2	2	2
3	1	3	3	3
4	2	1	2	3
5	2	2	3	1
6	2	3	1	2
7	3	1	3	2
8	3	2	1	3
9	3	3	2	1

可以看出,正交表有下面三条重要性质:

1)使用正交法得到的各因素的组合数大大减少;

2)每列中不同数字出现的次数是相等的,如 $L_9(3^4)$,每列中不同的数字是 1,2,3,它们各出现 3 次;(齐整可比性)

3)在任意两列中,将同一行的两个数字看成有序数对时,每种数对出现的次数是相等的,如 $L_9(3^4)$,有序数对共有 9 个:(1,1),(1,2),(1,3),(2,1),(2,2),(2,3),(3,1),(3,2),(3,3),它们各出现一次。(均匀分散性)

由于正交表有这三条性质,用它来设计测试用例时,各因素的各种水平的搭配是均衡的,这是正交表的优点^[6]。选择正交表要考虑因素的个数、因素水平的个数和正交表行数(取行数最少的正交表),分三种:

- 1)因素个数与水平个数与正交表匹配;
- 2)因素个数不同,水平个数相同;
- 3)因素个数和水平个数都不相同。

一般来说第一种和第二种情况可以通过查正交表来得到测试用例,相对简单些,而第三种情况的组合很复杂,在正交表中查询不到,经过研究可以借助正交表生成工具 All Pairs 来生成正交结果。

3 正交法在 GSM 软件测试中的应用

GSM 网络结构如图 1 所示。

在 GSM 网络中,GERAN 与 CN(Core Network)间通过 A/Gb/Iu 接口相连^[7]。一个简单的手机呼叫要涉及到 MS、BTS、BSC、CN 几部分,用到 Um 口、Abis 口、A 口三个接口,其中 Abis 接口是 BTS 和 BSC 之间的接口,A 口是 BSC 和 CN 之间的接口,根据各接口传输方式的不同分成 E1/IP 两种类型,测试中又涉及到不同的 BTS 类型如 E1 接入的 BTS 有 V2/V3 类型,IP 接入的 BTS 是 SDR 站型。对于 BSC 的硬件平台又分为百兆平台和千兆平台。因此在一次呼叫过程中会遇

到不同类型的组网组合,即表 2:

表 2 呼叫过程中的不同类型组网组合

行 列	平台	基站 类型	A 口类 型	行 列	平台	基站 类型	A 口类 型
1	千兆	V2	E1	7	百兆	V2	E1
2	千兆	V3	E1	8	百兆	V3	E1
3	千兆	SDR	E1	9	百兆	SDR	E1
4	千兆	V2	IP	10	百兆	V2	IP
5	千兆	V3	IP	11	百兆	V3	IP
6	千兆	SDR	IP	12	百兆	SDR	IP

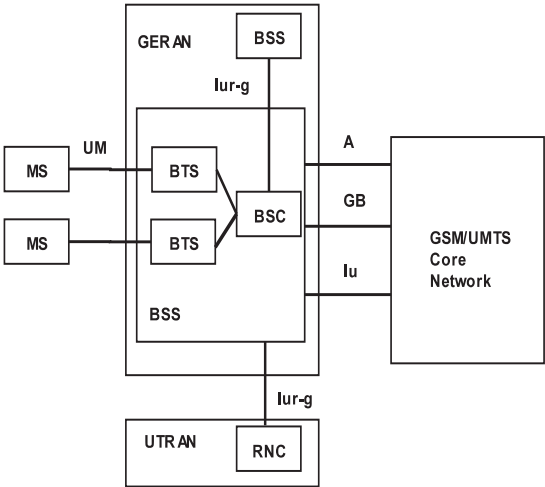


图 1 GSM 网络结构

在平台类型、基站类型、A 口传输方式三种因素的时候有 $2 * 3 * 2 = 12$ 种组合,实际上呼叫的语音版本有 FR(全速率语音版本 1)、EFR(全速率语音版本 2)、AFS(全速率语音版本 3)、HR(半速率语音版本 1)、AHS(半速率语音版本 3)五种,两个手机这样一对呼叫可能有 $C_2^5 + 5 = 15$ 种组合,加入上面的表格中进行组合就会有 $12 * 15 = 180$ 种,要设计 180 条测试用例。基本的语音呼叫是业务测试中最简单的测试,还有很多更复杂业务类型的测试,将会有更多的测试条目,每个项目的时间都是有限的,不可能实现全部测试条目都覆盖。那么如何选择测试条目呢?哪些需要舍弃,哪些需要保留,就凭借测试经验吗?还是随机挑选?都是不可取的,因此迫切需要一种科学的方法来挑选出需要进行测试的用例。

由于软件测试的效率和质量很大程度上取决于测试用例的质量,因此软件测试过程中应尽可能选择典型、有代表性、能够取得最佳效果的用例^[8],从前文的分析中可以看出用正交实验策略可以解决这个问题,而且同其他组合方法比,正交法测试策略更易于使用测试工具来实现测试用例的自动生成^[9]。

下面把正交法运用到复杂的真实的世界中即应用在 GSM 软件测试用例设计中:

- 1)能从正交表里面直接查到;因素个数与水平个

数与正交表匹配。

举例:在测试某单板备份功能中,需要考虑测试的硬件平台、单板处理芯片类型、是否混插三个方面,因此用正交法思想就可以分析出需考虑的因素是 3 个,每个因素的状态有两个,用状态表^[10]表示(见表 3):

表 3 三因素二水平数状态表

平台	单板芯片类型	是否混插
百兆	8260	是
千兆	85xx	否

从正交表公式开始查找,结果为 $L_4(2^3)$ (见表 2):

表 4 三因素二水平数正交表

行 列	1	2	3
1	0	0	0
2	0	1	1
3	1	0	1
4	1	1	0

映射到实际的测试用例如下:(百兆、8260、混插)、(百兆、85xx、不混插)、(千兆、8260、不混插)、(千兆、85xx、混插)。

从测试用例可以看出:如果按每个因素两个水平数来考虑的话,需要 8 个测试用例,而通过正交法进行的测试用例只有 4 个,减少了一半的测试用例。

2)复杂的多因素多水平数不能够从现有的正交表中查到。

在上一章中举的一对手机呼叫的例子中,全覆盖的测试用例有 180 条,用正交分析法进行分析如下:

- 1)表中的因素数 ≥ 3 ;
- 2)表中至少有 1 个因素数的水平数 ≥ 15 ,1 个因素的水平数 ≥ 3 ,2 个因素的水平数 ≥ 2 。

从正交表公式中开始查找,结果没有查找到合适的正交表。在这种情况下选择借助 all pairs 工具来生成正交结果。生成的正交用例见表 5。

由于篇幅有限不一一列出实际的组合情况,从表 5 可以看出在使用正交法设计用例前需要测试 180 条用例,使用正交法生成工具后,用例数减少到了 45 条,正交表生成用例后测试工程师可以根据自己的经验追加额外的测试用例^[11],在 GSM 软件测试中,类似与此中应用场景下测试的功能还有很多,此处不一一举例,但可以肯定的是,如果将正交法大量用到测试用例的设计中将会大大减少测试工程师的工作量。

4 结束语

正交分析法是指导设计测试用例的方法,适用于

变量的组合多的情况,因此尤其适合在配置测试中使用,同时在兼容性测试中会遇到多功能组合的测试情况,所以也是适用的。使用此法能够减少测试用例数目,提高测试效率,又可以避免测试用例设计的随意性^[12],是测试工程师设计测试用例极好的助手。

表 5 all pairs 工具生成的正交用例表

Case	平台	基站类型	A 口类型	语音版本
1	百兆	V2	E1	FR-FR
2	千兆	V3	IP	FR-FR
3	千兆	V2	E1	FR-EFR
4	百兆	V3	IP	FR-EFR
5	百兆	SDR	E1	FR-AFS
6	千兆	V2	IP	FR-AFS
...
40	千兆	SDR	IP	AFS-AFS
41	百兆	SDR	E1	AFS-HR
42	千兆	V3	IP	AFS-AHS
43	百兆	V3	IP	HR-HR
44	千兆	V2	E1	HR-AHS
45	百兆	V2	E1	AHS-AHS

参考文献:

[1] 肖 驰. 正交设计法在软件测试中的应用[J]. 现代计算机,2009(6):7-9.

[2] 徐仲安,王天宝,李常英. 正交试验设计法简介[J]. 科技情报开发与经济,2002,12(5):148-150.

[3] 夏 镇,饶若楠. 一种基于正交表的组合功能测试设计方法[J]. 微型电脑应用,2007,23(3):3-9.

[4] 史奎凡. 正交遗传算法[J]. 电子学报,2002,30(10):1501-1504.

[5] 孙淑玲,许胤龙. 组合数学引论[M]. 合肥:中国科技大学出版社,2002.

[6] Black R. 软件测试实践[M]. 郭 耀译. 北京:清华大学出版社,2008.

[7] Kaner C, Falk J, Nguyen H Q. Testing Computer Software [M]. 2nd ed. [s. l.]:Wiley,2005.

[8] McGregor J D, Sykes D A. A Practical Guide to Testing Object-oriented Software[M]. [s. l.]:Addison-Wesley,2001.

[9] Cohen D M, Dalai S R, Fredman M L. An Approach to Testing Based on Combinatorial Design [J]. IEEE Transaction on Software Engineering,1997,23(7):437-443.

[10] Musa J D. Handbook of Software-reliability Engineering[M]. [s. l.]:MxGraw-Hill Publishing,1995.

[11] Lei Y, Tai K C. A Test Generating Strategy for Pairwise Testing [J]. IEEE Trans. on Software Engineer,2002,28(1):1-3.

[12] 孙俊岩. 正交法在雷达软件测试中的应用[J]. 信息与电子工程,2009,12(7):501-505.

正交法在GSM软件测试中的应用

作者: 唐丽莉, 曾定洲
作者单位: 中兴通讯股份有限公司 上海研发中心, 上海 201203
刊名: 计算机技术与发展
英文刊名: Computer Technology and Development
年, 卷(期): 2013(3)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfz201303025.aspx