

# 正交试验方法在软件测试中的应用

董 昕 于秀山

(中国电子系统工程公司研究所, 北京 100039)

**摘 要:** 介绍了正交试验设计方法的概念和原理。本文联系正交试验设计的基本方法, 说明如何选用正交表以及设计测试用例的主要步骤。以笔者在实际工作中的项目作为实例, 讨论了正交试验方法在测试项目中的应用。

**关键词:** 正交试验; 水平; 因素; 正交表

**中图分类号:** TP311.5

## 引 言

在软件测试项目中, 有许多受测软件和数据库相关, 数据项较少的情况下, 可以通过全面试验的方法覆盖所有测试点, 而当某个数据表的数据项较多, 且每个数据项也取多个值的情况下, 相应界面的测试用例数量就会按照排列组合的方式成倍增加, 全面试验方法受到了时间和经费的制约, 如何使试验既有代表性而又尽量少, 如何处理试验数据成为必须解决的问题。正交试验测试方法正是从众多的组合中, 挑选出一定数量的有代表性的用例组合进行测试, 这样, 既能够减少测试用例的个数, 又能够保证测试结果不受太大的影响。

## 1 正交试验设计的概念及原理

### 1.1 正交试验设计的基本概念

在一项试验中, 把影响试验结果的量称为试验因素, 简称因素。因素可以理解为试验过程中的自变量, 试验结果可以看成因素的函数。在试验过程中, 每一个因素可以处于不同的状态或状况, 把因素所处的状态或状况, 称为因素的水平, 简称水平<sup>[1]</sup>。正交试验设计是利用正交表来安排与分析多因素试验的一种设计方法。它是由试验因素的全部水平组合中, 挑选部分有代表性的水平组合进行试验的, 通过对这部分试验结果的分析了解全面试验的情况, 找出最优的水平组合。

例如, 要考察正常值、错误值和边界值对某软件

界面的影响。每个因素设置 3 个水平进行试验。

A 因素是正常值, 设  $A_1$ 、 $A_2$ 、 $A_3$  3 个水平; B 因素是错误值, 设  $B_1$ 、 $B_2$ 、 $B_3$  3 个水平; C 因素为边界值, 设  $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$  3 个水平。

这是一个 3 因素 3 水平的试验, 各因素的水平之间全部可能组合有 27 种。

全面试验: 可以分析各因素的效应, 交互作用, 也可选出最优水平组合。但全面试验包含的水平组合数较多, 工作量大, 在有些情况下无法完成<sup>[2]</sup>。

若试验的主要目的是寻求最优水平组合, 则可利用正交表来设计安排试验。

正交试验设计的基本特点是: 用部分试验来代替全面试验, 通过对部分试验结果的分析, 了解全面试验的情况。

正因为正交试验是用部分试验来代替全面试验的, 它不可能像全面试验那样对各因素效应、交互作用一一分析; 当交互作用存在时, 有可能出现交互作用的混杂。虽然正交试验设计有上述不足, 但它能通过部分试验找到最优水平组合, 因而很受实际工作者青睐。

如对于上述 3 因素 3 水平试验, 若不考虑交互作用, 可利用正交表  $L_9(3^4)$  安排, 试验方案仅包含 9 个水平组合, 就能反映试验方案包含 27 个水平组合的全面试验的情况, 找出最佳的生产条件。

## 2 正交试验方法在用例设计中的应用

### 2.1 正交试验方法应用步骤

与一般的试验设计类似, 用正交试验设计方法设计测试用例时主要包括以下步骤。

#### (1) 确定因素

这里的因素是指对软件运行结果有影响的软件

运行条件。

(2) 确定因素的取值范围或集合

因素的取值范围是指软件输入的取值范围或集合以及可用的硬件资源。

(3) 确定每个因素的水平

根据因素的取值范围或集合,采用等价类划分、边界值分析以及其他软件测试技术,在每个因素的取值范围或集合内挑选出有效等价类、无效等价类、正好等于、刚刚大于或刚刚小于边界值等有代表性的测试点。

(4) 选择正交表

根据确定的因素和水平,选择适合的正交表。如果没有合适的正交表可用或需要的测试用例个数太多,要对因素和水平进行调整。

(5) 设计测试用例

将所确定的因素与正交表中的“列”号对应,所确定的水平与正交表中的数码数对应,填写正交表。若要对结果进行分析,该表还要包括其他的行和列。如响应时间、平均响应时间、极差等。除此之外,还要增加“期望值”等列。

(6) 测试结果分析

根据测试需要,采用极差或方差分析法对测试数据进行分析,找出对测试指标影响最大的因素以及最佳的因素水平组合<sup>[3]</sup>。

例:内网安全管控系统由内网安全管控服务器和内网客户端构成,采用局域网 TCP/IP 协议实现服务器和客户端之间的信息传送,由内网安全管控服务器向内网客户端发送各类策略信息,对内网客户端实施掌控。其测试软件如图 1 所示。

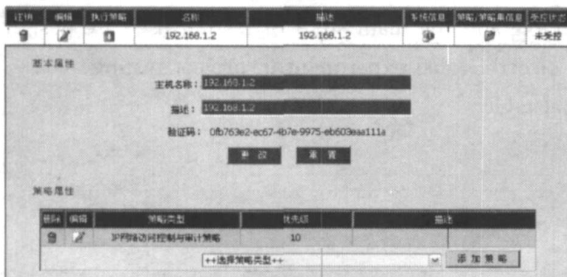


图 1 测试软件界面

Fig. 1 GUI of test software

2.2 测试用例设计

本例的测试用例通过对被测项目分析,找出了对策略分发时延有影响的因素(客户端个数、策略分发间隔和策略分发内容)以及每个因素对应的水平。

根据这些因素和水平,采用正交表  $L_9(3^4)$  设计测试用例,测试数据和极差分析数据如图 2 所示。

实验计划表	直观分析表	效应曲线图	交互作用表	方差分析表	
所在列	1	2	3	4	
因素	客户	间隔	内容		实验结果
实验1	1	1	1	1	9
实验2	1	2	2	2	7
实验3	1	3	3	3	5
实验4	2	1	2	3	13
实验5	2	2	3	1	12
实验6	2	3	1	2	3
实验7	3	1	3	2	17
实验8	3	2	1	3	6
实验9	3	3	2	1	4
均值1	7.000	13.000	6.000	8.333	
均值2	9.333	8.333	8.000	9.000	
均值3	9.000	4.000	11.333	8.000	
极差	2.333	9.000	5.333	1.000	

图 2 测试用例及数据

Fig. 2 Test use case and date

以策略分发时延为纵坐标,各因素为横坐标,分别画出 3 个因素所对应的策略分发时延折线图,见图 3。

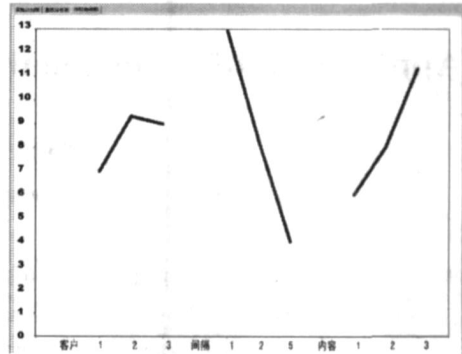


图 3 策略分发时延与各因素关系

Fig. 3 Realtion of strategy dispatch delay to each factor

(1) 主要因素分析。

在各个因素中,如果某一个因素在不同水平上变化时所引起的策略分发时延变化大的话,就说明这个因素对传输时延起主要作用。反映在图 2 中,即极差大;反映在图 3 上,即点的上升或下降幅度大。反之就是次要因素。因此,极差的值可以衡量因素作用的大小,即极差大的因素,通常是主要因素,极差小的因素往往是次要因素。在本例的 3 个极差中,策略分发间隔的极差最大,策略分发内容的

极差次之,客户端个数的极差最小。因此,3个因素的主次关系为:

策略分发间隔—策略分发内容—客户端个数。

(2)最佳测试用例。

从直接的试验数据来看,第6次试验的结果最好,即当客户端个数为2,策略分发间隔3s,策略分发内容1条时,其传输时延最小。那么能否认为这是最好的测试用例呢?现在还不能下这样的结论,因为毕竟只做了9次试验,试验次数仅占全部试验次数的1/3(9/27)。为了找出最佳的用例,需要对测试数据进行分析。从图2或图3可知,客户端个数以1台为最好,策略分发间隔以5s为最好,策略分发内容以1条为最好,而该测试用例不在这9次测试中,而是由9次测试结果分析得来的。用该用例进行测试,验证了这个结果。当然,也可能经过计算后选出的最佳测试用例没有直观比较出来的好,这时,应再进行验证性测试。如果验证的结果还没有直观比较出来的好,就说明该测试对象比较复杂,因素或水平的选取不够全面,需另行安排测试,以寻找更好的测试用例。若要对测试结果做进一步的分析,并给出误差估计,则需要用方差分析方法。

### 3 结束语

当前,大规模数据库软件在国民经济的各个领域发挥着越来越重要的作用,作为此类软件的心腹之地,软件数据库的稳定性和安全性备受关注,要达到正确存储纷繁复杂的各类数据的目的,做好数据录入工作至关重要,而正交试验方法正是针对软件数据录入功能进行有效测试的一种手段。依据正交试验灵活、科学、有效的方法,测试人员能在条件不利或者不允许的情况下对大规模数据库软件进行较为充分的测试。当然,正交试验方法也不是放之四海而皆准的真理,在软件测试过程中,测试人员应该根据实际情况,正确运用该方法并结合其他测试措施对软件进行更加全面的测试。

#### 参考文献:

- [1] 方开泰,马长兴. 正交与均匀试验设计[M]. 北京:科学出版社,2001.
- [2] 于秀山. 正交试验设计方法在测试用例设计中的应用[J]. 计算机工程与应用,2004,20:62-63.
- [3] 于秀山. 软件测试新技术与实践[M]. 北京:电子工业出版社,2006.

## Application of orthogonal experiment approach in software test

DONG Xin YU XiuShan

(Institute of China Electronic Systems Equipment Company, Beijing 100039, China)

**Abstract:** By introducing the conceptions and principles of orthogonal experiment approach and describing its basic steps, this paper discusses how to choose an orthogonal table and the main steps of testing use case design. And a practical project is discussed to exemplify application of orthogonal experiment in project testing.

**Key words:** orthogonal experiment; level; factor; orthogonal table