

基于概念测试用例的快速需求测试过程框架^①

Frame of Fast Requirements Testing Process Based on Conceptual Testing Use - case

荣辉桂 徐小林 陈浩 (湖南大学 软件学院 湖南长沙 410082)

摘要:软件测试是软件工程过程中的一个重要环节,而识别需求测试过程是软件测试的第一步。本文在研究了 RUP 过程的需求测试环节后,结合作者的软件工程实践经历,提出一种基于概念测试用例的快速需求测试过程 (FRTP) 框架,该 FRTP 过程框架定义了三个子过程:基于特征的需求条目快速获取;基于用例的对话图建模;快速需求测试过程。

关键词:需求测试 RUP 概念测试用例 快速需求测试过程

1 引言

在经典的软件工程理论中,软件测试是代码完成后才开始,而事实上,测试应该从软件需求定义开始^[1]。软件工程统计结果发现:50% 以上的系统错误是由于错误的需求或缺少需求导致的,超过 80% 的开销花在追踪需求的错误上,这是由于在追踪需求错误的过程中,经常会相互纠缠和产生重复劳动^[2]。因此,项目开始设计、编码前进行需求验证不仅必要,而且是必不可少的。

的系统行为。只有在业务需求基本明确,用户需求部分确定时,同步进行需求验证,才可能及早发现问题,从而在需求阶段以较低的代价解决这些问题。实际上,需求开发阶段不可能有真正意义上的测试进行,因为需求测试仅仅是基于文本需求进行,论文中习惯称之为基于概念性测试用例的需求测试。

2 FRTP 过程框架描述

当需求分析人员、开发人员和客户依据各自的路径,从不同角度核查用例和其分解的功能需求条目时,其结果差异即反映了对用户需求不一致的理解,因而很容易发现不正确或遗漏的需求,并可以在需求文档和模型中快速更正,这是需求测试的核心所在。正是基于该思想,论文提出一个基于概念测试用例的快速需求测试过程 (Fast Requirements Testing Process, FRTP) 框架,并将该过程框架分解为:基于特征的需求条目获取、基于用例的对话图建模、快速需求测试三个子过程;应用函数理论和过程控制方法确保 FRTP 过程的测试结果满足完备性、一致性和正确性的要求,使得 FRTP 框架符合工程原则。

基于形式化定义和分析,结合工程实践,论文提出 FRTP 过程框架,该框架定义了从需求获取到测试的一系列子过程,如下图 1 所示。

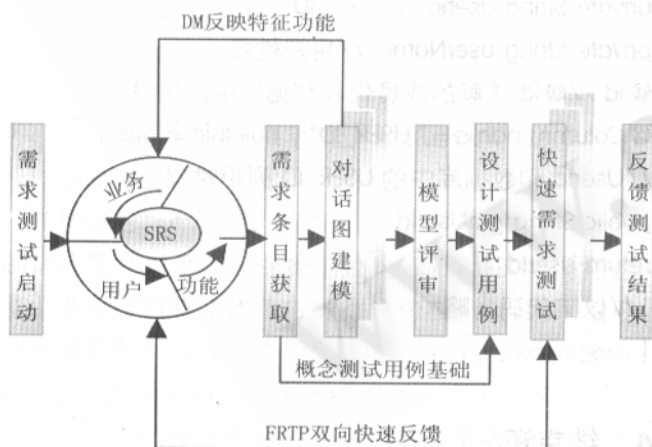


图 1 FRTP 快速需求测试过程框架模型

另一方面,需求的遗漏和错误具有很强的隐蔽性,仅仅阅读软件需求说明书,很难设想在特定环境下

① 基金项目:国家“863”基础研究类项目(2002AA411510)

F RTP 快速需求测试过程框架中“SR”是软件需求 Software Requirements 的简写,该部分表示功能需求的快速获取过程,它是 F RTP 框架的基础;基于概念用例的对话图建模是需求测试的依据,也是该框架的核心。F RTP 框架中,一轮快速需求测试过程描述如下:测试人员设计出特定的概念测试用例,并依据测试用例所描述的若干可能的功能过程在对话图中所有可能的导航路径上进行“概念上”的执行,从而发现遗漏的、错误的和不必要的需求,并根据测试结果快速修改需求文档。应用该过程框架指导其他测试用例进行测试,直至所有用例测试完为止。

3 基于特征的功能需求获取

测试用例通常来源用户需求阶段的用户和功能性需求条目,为了进行概念测试用例设计,应该快速获取、归并、整理适合测试的用例和功能需求,并基于此来设计测试用例和对话图模型。

3.1 需求层次及形式化定义

需求分为三个不同的层次——业务需求、用户需求和功能需求^[1]。业务需求处于需求的最高层次,处于下面层次的用户需求和功能需求都要遵循具体的业务目标,而用户需求主要描述未来系统的直接使用者如何使用该系统,并通过用例、场景描述进一步揭示其与系统的交互过程,最终形成用例相关文档。而功能需求部分则处于需求中较低的层次,和用户使用的功能相关,直接来源于用户需求的结果,从用例中抽取具体的功能特性,以该功能特征为基础,来实现用户所期望的功能目标,所以功能需求直接面向设计目标。面向设计的需求层次模型如下图 2 所示。

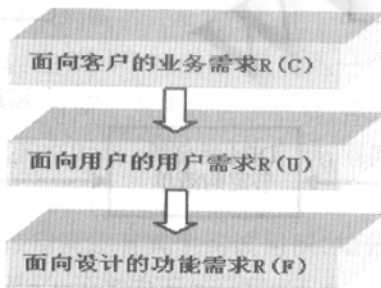


图 2 面向设计需求层次模型

该需求层次模型遵循统一的建模语言和方法,并

且都在同一个设计系统当中依此完成,因而只要定义、分析准确,便可以建立一种统一的、全生命周期的、共享的、前后继承的、多级的需求数据模型。利用 OO 分析方法,可以将面向设计需求的三个层次抽象成为由上至下、多级继承的需求信息类模型,如图 2 所示。图中方框的最上格表示业务类名,中格表示为类属性,最下格表示为类操作,方框之间的三角箭头表示继承关系。

面向客户的业务需求类 $R(C)$ ——全生命周期的多级需求模型的父类(超类),被它的子类——面向用户需求类 $R(U)$ 所继承;处于下格的面向设计的功能需求类 $R(F)$ 继承了上层各级模型信息类的属性。

3.2 基于特征的功能需求获取过程

需求工程领域通常认为,功能需求是用户利用这些需求约定来完成任务、满足业务需求的要求,它描述了开发人员需要实现的具体内容,也是必须在产品中实现的软件功能。而产品特性或者特征(feature),是指一组逻辑上相关的功能需求,它们为用户提供某项功能,使业务目标得以满足。

功能需求快速获取过程是 F RTP 框架中定义的一个子过程之一,过程描述如下图 3 所示。

该过程重点吸收了需求建模中的用例模型的相关部分,如对话图模型;简化了常规软件过程中相对冗余的过程,如具体用例图的说明文档,时序图、协作图等。应用该需求获取过程,进行需求分析,获取较为清晰的功能需求条目,为概念测试用例的设计作好准备。

3.3 基于网络书社实例快速获取需求

定义了 F RTP 框架中需求层次模型和快速需求获取过程后,论文围绕“思博网络书社”项目中与“请求某本书籍”这一任务相关的一条业务需求、一个用例,某些功能性需求、部分对话图和测试用例进行分析。因网上购书的流程都比较一致,而且很多读者都有过类似网络购书的经历,故该项目完整的业务目标、用例分析、功能需求条目等就不在文中赘述了。依据 F RTP 定义的需求获取过程,从思博书社项目中分析得出“请求某本书籍”的业务需求、用户需求和功能需求描述如下:

(1) 业务需求 BR-1。“思博网络书社”最主要的业务目标之一如下描述:传统的柜台销售收入占公司下辖连锁店和加盟小书店利润的较大比例,项目完

成后,这一比例可能发生变化,网上定书业务量会大量增加,同时客户种类也将在传统的固定批量订购客户基础上增加个人网络客户。

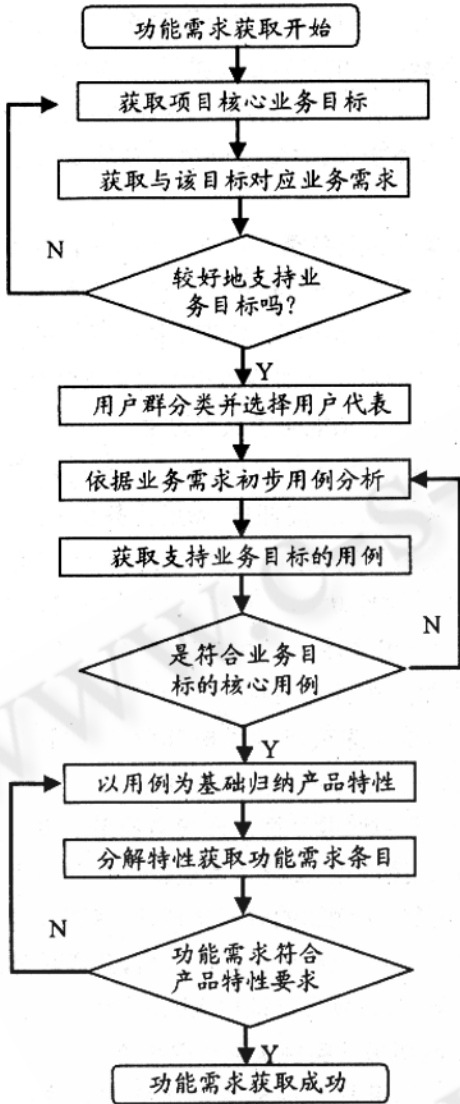


图 3 功能需求快速获取过程

(2) 用户需求 UR-1。支持上述业务目标的一个用例 UC-1 是“请求指定的书籍”,该用例描述如下:允许用户请求书社中(含个体小书店)库存中有货的书籍。下面是该用例的描述:

请求者输入书籍名称或作者,系统则从书社数据库中拨给请求者一本新书,或者让他提交一个从外部出版社定购的请求,从而满足其购书要求。

(3) 功能性需求 FR-1。以下是与用例 UC-1 对应的功能说明:如果书社数据库中,总有所请求的书

籍,系统显示库存中有该书的所有书店;用户从所有列表显示的这些书店中选择其中一个书店下订单,或者向外部出版社定购一本新书。

4 基于用例的对话图建模

需求测试的核心就是拿测试人员开发的需求测试用例来验证需求开发人员开发需求的成果,从而尽可能发现需求的遗漏、错误和二义性。对话图模型是用户需求建模的重要成果之一,它以图形化的方式,清晰地表达了用户需求内容,因此,基于用例的对话图建模被纳入 FRTP 框架的核心。

对话图(Dialog Map)将用户界面视作一个有限状态机,在某一个时刻只有一个对话元素可以接受用户输入^[3]。在激活的输入区中,用户可以根据自己所采取的动作导航到某些其他的对话元素。在一个相对较复杂的图形用户界面中,可能的导航路径数目会很大,其选项通常也是可知的。对话图的状态转换反映了功能需求描述的动作执行路径。为进行需求验证提供了依据。

以对话状态的描述语义为基础,结合“思博网络书社”项目中“请求一本书籍”用例,得到基于该用例的对话图 DM-1,如下图 4 所示。

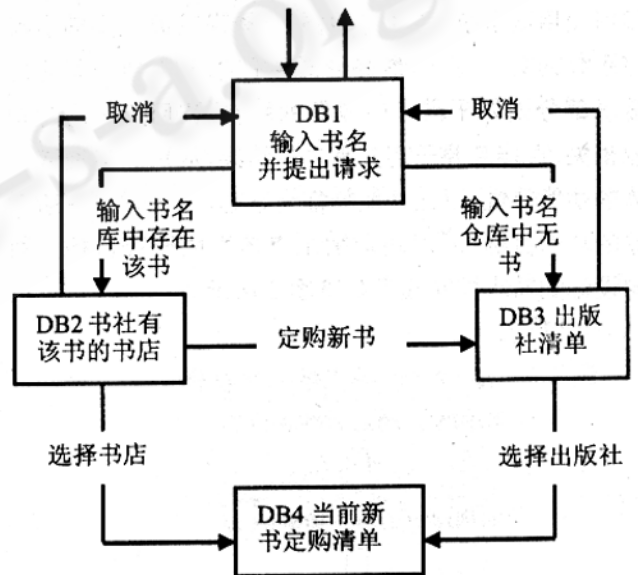


图 4 “请求某本书”用例对话图 DM-1

速地研究假设的用户界面概念,进一步完善用户可能与系统进行交互的图中的矩形框表示用户界面画

面,箭头则表示从一个画面切换到另一个画面的可能导航路径。对话图 DM-1 很好地描述用例中外部执行者和系统间的交互过程,它从较高抽象层次上表示用户界面的设计,并展示了系统的对话元素及这些元素之间的导航连接,而这些连接之间的切换就是通过执行用例中描述的功能动作完成,并把对话图中可选过程描述成普通的分支。因此,基于用例的对话图建模常用来表达需求图形化和需求建模的成果。

5 应用 FRTP 框架指导需求测试

5.1 概念测试用例设计

概念测试用例的设计应该覆盖用例的主干过程、分支过程和在选择需求获取和分析期间所确定的异常条件^[4]。通常意义上,概念测试用例来源于用户需求,重点反映用例和功能需求条目的描述,完全独立于实现,仅仅是概念上的描述测试脚本。

“思博网络书社”项目中,对用例 UC-1“请求指定书籍”进行分析,考虑该用例的若干可能的执行路径,容易设计出若干概念测试用例来分别处理主干过程、分支过程和异常。基于用例 UC-1 和对话图 DM-1 设计出以下概念测试用例:

TC-1: 在 DB-1 对话框中,输入一个合法的书籍名称;书社中有两个书店包含该书籍。此时弹出 DB-2 对话框,并显示这两个书店。选择第二个书店购买该书,关闭 DB2,二号书店中购书信息添加到 DB-4 对话框中显示的购书订单底部。

TC-2: 在 DB-1 对话框中,输入一个合法的书籍名称;书社找不到该书籍。此时弹出 DB-3 对话框,并显示含该书的出版社信息。选择一个出版社请求该书,关闭 DB3,从出版社定购该书信息被添加到 DB-4 对话框中显示的购书订单底部。

TC-3: 在 DB-1 对话框中,输入一个合法的书籍名称;书社中有两个书店包含该书籍,弹出 DB-2 对话框。此时,若临时取消该书籍的定购,则回到 DB-1 对话框界面。

基于该用例还有其他测试用例,如分支过程的取消等可能路径,论文中不一一列出。

值得注意的是:上述所指的测试用例是测试人员依据用例和需求设计的,而用例则是需求员分析得到的用户需求成果——用例图和用例描述文档。尽管测

试用例和用例两者的设计对象不一,但它们都来源于同一个基础——用户需求^[5]。

5.2 快速需求测试

快速需求测试是 FRTP 框架定义的最后一个子过程。其基本过程是:需求测试人员根据概念测试用例所描述的若干可能的功能过程在对话图中所有可能的导航路径上进行“概念上”的执行,最终期望发现遗漏的、错误的和不必要的需求;然后根据测试结果快速修改对应的需求文档,完成一轮完整的需求测试过程。基于该过程,测试人员应用其他测试用例来进行需求测试,直至概念测试覆盖所有的用例和功能需求条目为止。测试人员和需求开发人员根据需求测试结果,进一步讨论修订需求内容和版本。至此,整个需求测试过程结束。

5.3 应用 FRTP 框架指导需求测试

下面应用 FRTP 框架来指导基于实的例的需求测试过程。前面已经基于“请求某本书籍”这一用例进行了各个层次的需求分析,分析设计出用例 UC-1 和对话图 DB-1;同时,基于用例 UC-1 设计出 TC-1、TC-2、TC-3 等多个概念测试用例,分别处理主干过程、分支过程和异常等。

实际中,怎么应用 FRTP 框架来指导测试需求过程呢?FRTP 规定先将每个测试用例映射到功能性需求描述,并确认现有的测试用例集能够覆盖该功能需求内容,以满足完备性;同时也确信每个功能需求条目至少有一个与它对应的测试用例,满足需求条目和测试用例间的一致性。下面就应用测试用例来测试“请求某本书籍”这一用例和功能需求的内容。

TC-1 测试过程:根据测试用例 TC-1 的描述,用高亮度或加粗的笔在对话图 DM-1 中跟踪 TC-1 测试用例的执行路径。在 DB-1 对话框中,输入一个合法的书籍名称;书社中有两个书店包含该书籍。此时弹出 DB-2 对话框,并显示这两个书店。选择第二个书店购该书,关闭 DB2,二号书店中购书信息添加到 DB-4 对话框中显示的购书订单底部。下图 5 中的阴影线就描绘了在“请求一本书籍”这一用例的对话图中跟踪测试用例 TC-1 的执行路径。

同样,TC-2、TC-3 的测试也类同,通过跟踪每个测试用例的执行路径,测试人员可能发现和需求分析人员对需求不一致的理解,从而找出不正确的、遗漏的

或不必要的需求,在对话图和测试用例中快速纠正,并快速修改相应需求文档,最大限度地保证需求的完善、准确。

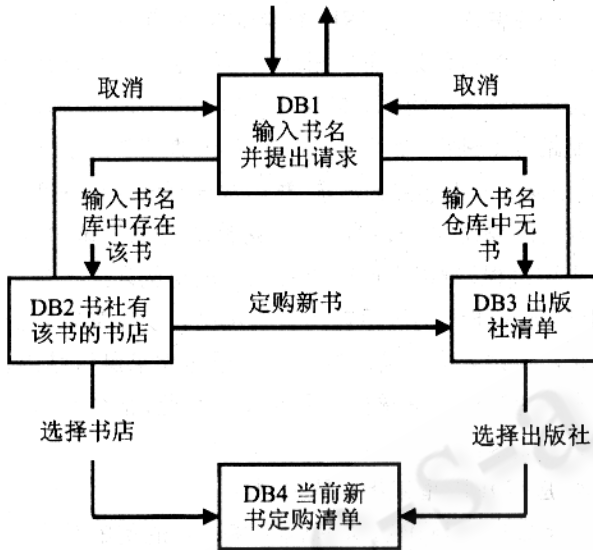


图 5 对话图中跟踪一个测试用例

如果以上述方式“执行”完所有的测试用例后,对话图中 DB2 到 DB3 之间标有“定购新书”的导航线仍未被加亮,那么可能有如下两种解释:

(1) 从 DB2 到 DB3 的导航是一个非法的系统行为。分析人员应该将这条线从对话图中删除,并且如果软件需求规格说明书中也包含这条指定状态转换的需求,那么也必须从中将这条需求删去。

(2) 该导航是合法的系统行为,但是遗漏了展示这一系统行为的测试用例。

类似地,假设用户可以采用某些动作直接从 DB1 对话框转换到 DB4 对话框,而图 4 中对话图 DM-1 中并没有包含这样的导航线,所以,测试用例不能以现有的需求来执行。上述情况也存在两种解释,需要判断,论文中不再展开论述。

至此,以 FRTR 过程框架为指导,就可以方便地进行基于概念测试用例的需求测试全过程。

6 结论

论文分析了基于概念测试用例的快速需求测试过程原理,提出了 FRTP 快速需求测试过程框架,并结合思博网络书社项目实例,应用该框架进行了具体需求

测试过程分析。

分析表明,应用 FRTP 过程框架可以指导测试人员快速进行需求验证,便于在项目早期发现需求的遗漏、错误和冗余,从而快速地加以纠正。应用该框架进行快速需求验证,为编写高质量的需求说明书打下良好的基础,进一步帮助项目经理控制项目经费和进度,确保项目成功。

参考文献

- 1 Karl E. Weigers, 刘伟琴、刘洪涛等译, Software Requirements (second edition) [M], 北京:清华大学出版社, 2006.
- 2 Steven R Rakin, 于秀山等译, Software Verification and Validation for Practitioners and Managers Second Edition [M], 北京:电子工业出版社, 2001.
- 3 Yi - Chung Lin, Tung - Hui Chiang, Heui - Ming Wang, et al, The design of a multi - domain Mandarin Chinese spoken dialogue system, International Conference on Spoken Language Processing, 1998.
- 4 Chen T Y, Lau M F. A simulation study on some heuristics for test suite reduction. Information and Software Technology, 1998, 40(13).
- 5 YANG Q, BUTLER C. An object - oriented model of measurement systems [J]. Instrumentation and Measurement, IEEE Transction, 1998, 47(1).