

基于人机交互的计算机辅助软件需求分析工具的研发

何正海 李 智

(广西师范大学广西多源信息挖掘与安全重点实验室 桂林 541004)

(广西师范大学广西区域多源信息集成与智能处理协同创新中心 桂林 541004)

摘 要 软件需求工程在软件开发项目中起着至关重要的作用,而需求分析活动的主角是人,因此计算机辅助需求分析工具的设计要做到以用户为中心,即以人为本。本原型作品在已有的面向问题的计算机辅助软件需求工程(Computer-Aided Requirements Engineering, CARE)工具的基础上,进一步在支持的平台及易用性等方面进行了扩展。选择安卓平台来开发此工具,理由是移动端应用软件相较于 PC 端具有一些优势(功能多样性、便捷性等)以及安卓的开源性质,它能够为提高软件质量以及用户体验带来新的技术支持。此外,还具体展示并介绍了该工具是如何基于人机交互的理论模型及设计原则设计的。

关键词 人机交互,问题框架,以用户为中心的设计

中图分类号 TP311 文献标识码 A DOI 10.11896/j.issn.1002-137X.2015.12.039

Research and Development of Computer-aided Requirements Analysis Tool Based on Human-computer Interaction

HE Zheng-hai LI Zhi

(Guangxi Key Lab of Multi-source Information Mining & Security, Guangxi Normal University, Guilin 541004, China)

(Guangxi Collaborative Innovation Center of Multi-source Information Integration and Intelligent Processing,

Guangxi Normal University, Guilin 541004, China)

Abstract Software requirements engineering plays an essential role in software development projects, and human beings are the key players for requirement analysis activities, therefore, a user-centered approach should be used in the design of computer-aided requirements analysis tools. Based on an existing problem-oriented computer-aided requirements engineering (CARE) tool, this prototype extends the tool further to a new platform and offers better usability. The Android platform is chosen for development because software applications running on Android have some advantages over applications running on PC, such as providing more functionalities and better mobility, and providing new technical support in software quality improvement and better user experience due to its open-source approach. In addition, a demonstration on how this prototype is designed based on the theory and modeling techniques from human-computer interaction research was presented.

Keywords Human-computer interaction, Problem frames, User-centered design

1 引言

问题框架方法是由软件工程著名学者迈克尔·杰克逊(Michael A. Jackson)教授提出的一种软件需求分析及开发方法^[4,5]。问题变换^[3]是该方法中系统地进行需求分析并最终获得软件规约的一个重要技术手段,文献[10]的工作为问题变换提供了一种计算机辅助支持工具,并提供给需求分析的初学者使用,获得了一定实证评估和反馈。通过这些评估我们发现,该工具在所使用的平台及一些界面的设计上存在一

定的局限性,因此本文的工作是对其进行改进和扩展。

随着软件技术的快速发展,出现了很多软件开发理论和方法,相应地也开发了与之相关的计算机辅助支持工具。例如在需求工程领域,面向目标的 KAOS 方法提供了商业化的支持工具 Objectiver^[1]; IBM 公司为统一建模语言(UML)开发了 Rational Rose 系列 CASE 工具^[2]等。虽然这些方法都有较深入的理论研究背景,但工具的易用性仍有待提高,特别是从人机交互的角度来说,设计上更应该注重用户体验和工具的可用性。本文介绍了一种基于问题框架建模的计算机辅

到稿日期:2015-02-07 返修日期:2015-04-02 本文受国家自然科学基金(61262004, 61262005),广西自然科学基金(2012GXNSFCA053010),广西科学研究与技术开发计划项目(桂科合 1347004-22),广西教育厅科研项目(201203YB023),广西多源信息挖掘与安全重点实验室开放基金(14-A-03-01),“八桂学者”工程专项经费资助。

何正海(1988—),男,硕士生,主要研究领域为软件需求工程和人机交互;李智(1969—),男,博士,教授,主要研究领域为软件需求工程、软件测试、经验软件工程及人机交互, E-mail: zhili@gxnu.edu.cn.

助支持工具,在其设计上着重融入了人机交互的设计理念。我们采用了任务模型表示法(CTT)^[3],该方法是描述人机交互界面行为的一种方法,也是本工具设计的一个依据。

人机交互界面表示模型用来帮助人们分析和表达用户界面的功能以及用户和系统之间的交互情况,并且使界面表示模型能方便地映射到实际的设计实现。人机交互界面表示模型主要有行为模型、结构模型、模型转换和表现模型。其中行为模型中的任务模型表示法(Concurrent Task Tree Notation,CTT)比较适合本工具的用户界面描述,总体界面描述如图1所示。

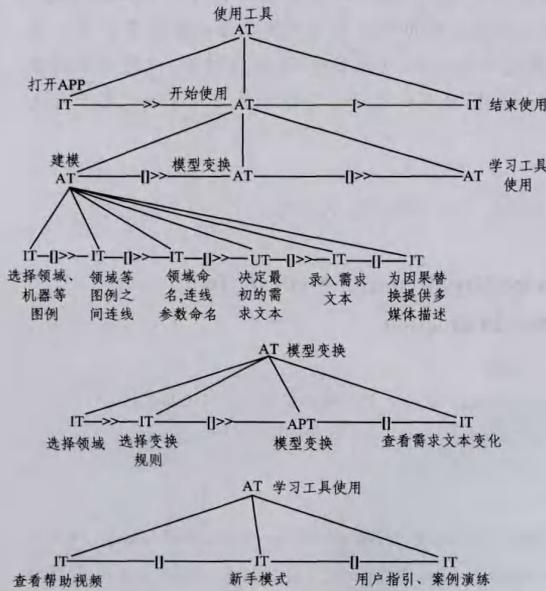


图1 原型工具的交互式设计模型

在图1中,根据抽象层次和执行过程中参与人机交互的角色和性质的不同,人机交互任务分为4种:AT、UT、IT和APT,分别代表抽象任务(Abstract Task)、用户任务(User Task)、交互任务(Interaction Task)和系统任务(Application Task)。此外,采用以下图形符号来表示任务之间的相互联系和制约关系。

$t_1 \square t_2 \square \dots \square t_n$ (Choice): 从任务 t_1, t_2, \dots, t_n 之中选择一个且只能选择一个执行,在一次执行过程中,一旦选定了一个任务则其他任务将不能被执行。

$t_1 \square t_2$ (Disabling): 一旦任务 t_2 开始执行,则终止任务 t_1 的执行。

$t_1 \gg t_2 \gg \dots \gg t_n$ (Enabling): 任务 t_1, t_2, \dots, t_n 必须按顺序执行,而 $t_1 \square t_2 \square \dots \square t_n$ 表示带信息交换的 Enabling,即任务 t_1, t_2, \dots, t_n 必须像 Enabling 关系那样按顺序执行,而且允许任务之间进行信息交换。

基于问题框架方法设计开发了一个变换辅助支持工具,用于需求分析人员与用户进行交流,便于获取最前端的需求。该工具采用人机交互设计方法,可用性、用户体验有了很好的保证。选择安卓作为开发环境,融入了移动平台的特点和优势,迎合了移动互联网这一未来发展的趋势。本文将对人机交互设计和安卓平台工具的特点进行较为详细的说明。

2 问题框架建模

首先介绍与本原型工具相关的问题框架建模与模型变换等内容,对于问题框架其它方面的介绍和阐述请参阅文献^[4, 5]。问题框架建模主要采用问题图来表征计算机软硬件(Jackson称之为机器)、应用领域及需求三者之间物理上和逻辑上的连接关系。图2所示为某超市的一个商店收银系统的问题图。

从图2可以看出,问题图至少在以下两个方面对传统的上下文图进行了扩展和补充:

- 用带双竖线的矩形代表包含软件和硬件的机器领域,以示与普通应用领域的区别,如图中的 Controller 领域;
- 普通应用领域用矩形表示,通常是存在于现实世界中的相关物理设备(如图中的 POS,右下角标的字母 C 是英文 Causal 的简称,表示其行为符合可预测的因果关系),或人(如图中的 Customer 和 Cashier,右下角标有字母 B(即英文 Bidable 的简称),表示其具有一定的主观行为,但还可以顺从外部命令或指导规则)等;
- 用虚线画的椭圆代表需求,需求与所关注的应用领域用虚线连接起来,带箭头的表示约束(必须发生的现象),不带箭头的表示引用(需求涉及的现象)。

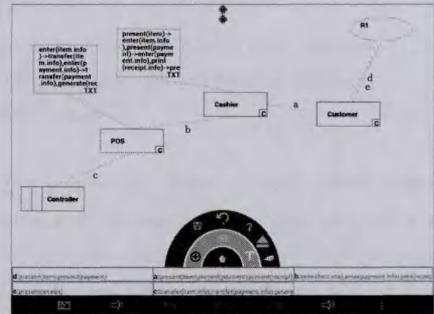


图2 用本工具所画出的某超市商店收银系统

3 工具的基本功能

下面简要介绍该工具的基本功能。首先,该工具允许用户通过菜单选择添加、拖拽和连接各种预先定制好的图形元素,如图2所示。

其次,如图3所示,该工具允许用户选择一个领域(图中当前选定的是问题变换的起点 Customer 领域),接下来用户可在弹出的对话框中选择适用的变换规则(工具可自动禁止不适用的规则)。



图3 问题变换规则的选择(可自动禁止不适用的规则)

此外,在用户手工输入变换前的需求文本描述之后(英文文本),该工具可以在用户变换问题的同时根据所选规则自动地同步修改描述需求的文本,如图 4 所示。

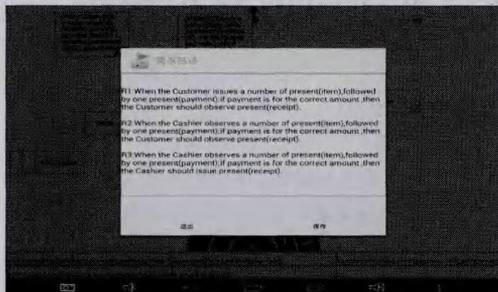


图 4 根据所选规则自动地同步修改描述需求的文本

该工具的优点是,它为本文提出的问题变换理论既实现了模型的可视化变换,又实现了需求文本的同步自动变换,从而增强了工具在实际使用时的交互性和易理解性。

4 基于安卓平台的人机交互设计

选择安卓系统作为开发平台,是基于以下几点考虑:1)安卓开源的性质便于工具源代码的分享和功能上的持续扩展;2)移动设备的便携性与趣味性,相较于台式 PC 机它具有体积小、重量轻、易于携带的优点,可随时随地地记录用户对需求的描述,此外,手势交互与传统的鼠标、键盘的人机交互方式相比,提升了交互的灵活性且更具趣味性,这些都大大提高了用户体验;3)相较于 PC 端功能的多样性,体现在拍照和摄像功能方面,这两种多媒体技术对问题框架的模型变换中的因果关系的形象描述起到了非常重要的作用。

接下来通过 POS 机这个案例来展示如何使用拍照、摄像、绘图、播放帮助视频和实现用户体验目标等交互方式来帮助提高用户体验。

4.1 图片描述

POS 机问题图中,Cashier 领域的属性中 present (item) → enter (item. info) 这一事件,即客户提交物品,收营员将商品信息录入 POS 机的过程,就可以用图 5 呈现,以达到一目了然的效果。

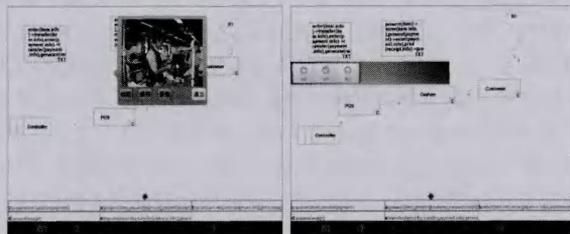


图 5 用图片直观地表征事件之间的因果关系

4.2 视频描述

当然,视频的表现力和直观性更胜过图片。所以我们引入了视频的功能来更形象地描述因果关系。比如由 present (item) → enter (item. info)、present (payment) → enter (payment. info)、print (receipt) → present (receipt) 这 3 个事件的组合动作,即 Cashier 领域的属性,可以通过图 6 所示的视频展示出来(均为视频截图,视频来源于百度)。

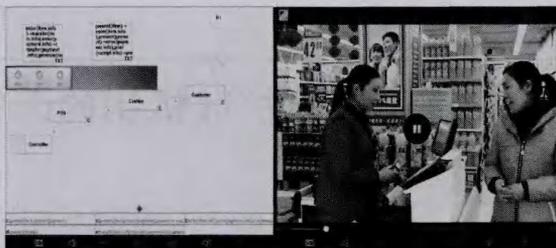


图 6 用视频直观地表征事件之间的因果关系

4.3 绘图描述

图片和视频是对现实世界中的现象的记录和捕获,但用户的有些想法是虚拟抽象的,并不存在于现实世界中,所以我们引入了绘图的功能以描述这些抽象的想法,从而克服图片和视频的局限性。绘图完毕后可以指定这张图片描述的是哪个或者哪些因果替换规则,既准确又去冗余,如图 7 所示。

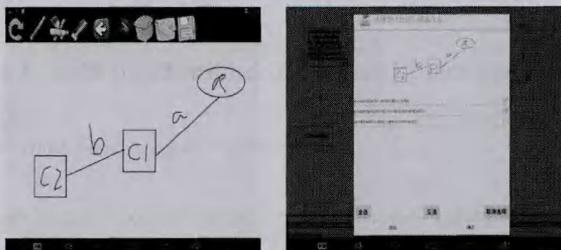


图 7 用绘图帮助理解因果关系

拍照和绘图所生成的图片会保存在 sdcard 对应目录下,可以通过图库浏览每张图片以及每张图片所表达的因果替换规则。

以上举例针对 Cashier 领域上的属性,同理 POS 领域上的属性的因果替换规则也可以通过拍照、摄像、绘图来解释说明或提供证据。

4.4 提供使用帮助视频

视频利用几个典型的问题框架模型的案例来指导用户快速掌握此工具的法。相较于传统的文本式帮助手册,从“帮助掌握”的效果来看,视频指导无疑要好很多,如图 8 所示。



图 8 打开应用后出现的帮助视频

4.5 实现用户体验目标

人机交互系统的可用性是指保证产品的基本功能完备且方便易用,而用户体验的目标是给用户一些与众不同的使用感受,换句话说,用户体验带来的是用户使用后感受到的额外的惊喜、愉悦和收获等。在开发此工具时将用户体验作为一个重点目标考虑,分别介绍如下。

(下转第 194 页)

USA, 2003; 138-149

[5] Noh K, Serpedin E, Qaraqe K. A new approach for time synchronization in wireless sensor networks: Pairwise broadcast synchronization[J]. IEEE Transactions on Wireless Communications, 2008, 7(9): 3318-3322

[6] Kim H, Kim D, Yoo S. Cluster-based hierarchical time synchronization for multi-hop wireless sensor networks[C]//20th International Conference on Advanced Information Networking and Applications, 2006(AINA2006). IEEE, 2006, 2: 5

[7] Hu A, Servetto S D. Asymptotically optimal time synchronization in dense sensor networks[C]// Proceedings of the 2nd ACM International Conference on Wireless Sensor Networks and Applications. ACM, 2003; 1-10

[8] 田俊峰, 温怀湘, 温玉. 一种新的建立在簇结构上的时间同步算法[J]. 小型微型计算机系统, 2010(3): 20
Tian Jun-feng, Wen Huai-xiang, Wen Yu. A Novel Time Synchronization Algorithm Based on Synchronizer of Clustering Ar-

chitecture [J]. Journal of Chinese Computer System, 2010(3): 20

[9] Handy M J, Haase M, Timmermann D. Low energy adaptive clustering hierarchy with deterministic cluster-head selection[C]// 4th International Workshop on Mobile and Wireless Communications Network, 2002. IEEE, 2002; 368-372

[10] Gautam G C, Sharma T P, Katiyar V, et al. Time synchronization protocol for wireless sensor networks using clustering[C]// 2011 International Conference on Recent Trends in Information Technology (ICRTIT). IEEE, 2011; 417-422

[11] Mamun Q. A qualitative comparison of different logical topologies for wireless sensor networks[J]. Sensors, 2012, 12(11): 14887-14913

[12] Heinzelman W R, Chandrakasan A, Balakrishnan H. Energy-efficient communication protocol for wireless microsensor networks[C]// Proceedings of the 33rd annual Hawaii international conference on System sciences, 2000. IEEE, 2000(2): 10

(上接第 183 页)

(1)模型变换前的变换规则校验:模型变换是需要符合一些既定的要求和前提的,如果每次用户进行变换操作时,提供给用户所有菜单供选择,那么势必增加许多无谓的操作,向用户显示很多不友好的错误提示,似乎在对用户进行抱怨,从可用性角度来看,这是非常不好的。因此,在界面设计时,给出当下适用的变换规则并隐藏那些并不适用的规则(此将按钮置灰),以此来减少误操作及引导用户选择正确的规则,如图3所示。

(2)加入一些动画:在不增加程序的复杂度和软件的负担的前提下,增加适当的动画效果能有效地提升软件的趣味性,使软件功能更为饱满,很直观地提高用户体验。我们的工具在某些细节和关键之处加入了动画效果,例如创建与删除图例时有平移、旋转、淡入淡出等动画效果。模型变换时,图例之间的连线的撤销与连接都伴随着渐变的动画效果。除此之外,对话框的弹出、参数区的显示与隐藏切换等细节之处也都加入了适当的动画。

此外,我们还采用初学者模式和熟练者模式的区分、手势缩放操作等手段来克服移动设备自身的局限性,以提高可用性和用户体验。

结束语 本文介绍了一个基于人机交互设计的运行于安卓平台的计算机辅助软件需求分析工具,它相较于早期开发的基于 PC 端的工具^[10]具有更好的易用性和用户体验,加入了对因果关系的形象描述,重点突出了人机交互设计的重要性。从笔者个人开发此工具的经历来看,由于在工具设计的初期没有充分采用人机交互设计方式,而是在开发过程中将其不断融入,导致界面比较单调枯燥,部分功能的用户体验仍然有待提升。因此,在接下来的工作中,除了继续扩展工具的功能以期进一步实现问题框架从理论到实践的过渡,利用人机交互设计来对原有功能不断进行完善也显得尤为迫切和必要。

参 考 文 献

[1] Al-Subaie H S F, Maibaum T S E. Evaluating the Effectiveness of a Goal-Oriented Requirements Engineering Method[C]// 4th International Workshop on Comparative Evaluation in Require-

ments Engineering, 2006. IEEE Computer Society, 2006; 8-19

[2] Kanakaraddi S G, Naragund J G, Chikaraddi A K. Active learning methods for teaching OOAD course[C]// 2013 IEEE International Conference in MOOC Innovation and Technology in Education (MITE). IEEE, 2013; 47-52

[3] Li J, Li Y F, Qing X, et al. Interface generation technology based on Concur Task Tree[C]// 2010 International Conference on Information Networking and Automation (ICINA). IEEE, 2010

[4] Jackson M. Software requirements and specifications; a lexicon of principles, practices and prejudices [M]. Boston: Addison-Wesley, 1995

[5] Jackson M. Problem frames: analyzing and structuring software development problems [M]. Boston: Addison-Wesley, 2001

[6] 李智, 金芝. 从用户需求到软件规约: 一种问题变换的方法[J]. 软件学报, 2013, 24(5): 961-976
Li Zhi, Jin Zhi. From user requirements to software Specifications: An approach based on problem Transformation[J]. Journal of Software, 2013, 24(5): 961-976

[7] Berry M D. Software requirements and design; the work of Michael Jackson[J]. ACM SIGSOFT Software Engineering Notes, 2011, 36(2): 39-40

[8] 骆斌, 冯桂焕. 人机交互软件工程视角[M]. 北京: 机械工业出版社, 2012; 3-6
Luo Bin, Feng Gui-huan. Human-Computer Interaction: A Software Engineering Perspective [M]. Beijing: China Machine Press, 2012; 3-6

[9] 骆斌, 冯桂焕. 人机交互软件工程视角[M]. 北京: 机械工业出版社, 2012; 46-49
Luo Bin, Feng Gui-huan. Human-Computer Interaction: A Software Engineering Perspective [M]. Beijing: China Machine Press, 2012; 46-49

[10] 刘国源, 万光海, 庞柳, 等. 基于问题架的计算机辅助需求工程工具的研发[J]. 计算机科学, 2014, 41(11): 137-168
Liu Guo-yuan, Wan Guang-hai, Pang Liu, et al. Research and Development of Computer-aided Requirements Engineering Tool Based on Problem Frames[J]. Computer Science, 2014, 41(11): 137-168