

公理化设计在 Raz-Kids 平台中的问题研究

李治港¹, 王帆²

(1.泗阳县数字化城市管理监督指挥中心, 宿迁 223800; 2.江苏师范大学, 徐州 221000)

摘要: **目的** 对 Raz-Kids 平台的应用进行公理化设计分析, 验证其设计合理性并提出改善性意见。**方法** 通过公理化设计原则对平台的功能需求、设计参数进行相关性分析, 用 UCINET 分析出各变量之间的关系, 找出权重变量, 进一步分析其合理性。**结论** Raz-Kids 平台的部分设计符合公理化设计, 平台存在着不同程度的问题。解决优化这些问题会使该平台得到更好的发展, 也为以后的软件设计提供新的设计分析方法。

关键词: 公理化设计; Raz-Kids 平台; 相关性矩阵

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2017)18-0194-06

Axiomatic Design in Raz-Kids Platform

LI Zhi-gang¹, WANG Fan²

(1.Siyang County Digital Urban Management and Command Center, Suqain 223800, China;

2.Jiangsu Normal University, Xuzhou 221000, China)

ABSTRACT: It aims to analyze the application of Raz-Kids platform based on axiomatic design, to verify the design rationality and propose the improvement opinions. Through the axiomatic design principle, the functional requirements and design parameters of the platform are analyzed. The relationship between variables is analyzed by UCINET, the weight variables are found and the rationality is analyzed. The partial design of the platform conforms to axiomatic design, and there are different degrees of problems in the platform. Solving these problems will lead to better development of the platform, and provide a new design and analysis method for future software design.

KEY WORDS: axiomatic design; Raz-Kids platform; correlation matrix

美国教育学家鲍勃·霍尔在 2002 年创建的 Raz-Kids (英语阅读教学资源平台) 已经成为欧美国家母语学习的主流平台^[1]。Raz-Kids 平台是一款集英语阅读训练、教学管理、课外阅读学习为一体的语言在线教育平台。该平台强大的功能导致平台出现使用复杂、数据处理繁琐等问题。以公理化设计为理论基础, 将 UCINET 相关性矩阵分析引入到 Raz-Kids 平台功能应用设计中, 有助于辨别 Raz-Kids 平台的有效功能, 降低平台设计的风险、试验的高成本和错误设计理念, 改进 Raz-Kids 平台的设计, 为以后平台

的设计提供新的设计方法。

1 公理化设计

1.1 公理化设计概念

公理化设计是由美国麻省理工大学 Suh 在 1990 年出版的《设计原理》中正式提出。公理化设计简称 AD, 是一种自上而下的框架设计模式, 为现代设计方法学提供了一个系统而又科学的理念框架^[2]。公理化设计以“独立公理”和“信息公理”为核心, 广泛

收稿日期: 2017-04-12

基金项目: 江苏高校品牌专业建设工程资助项目 (2015DF1054)

作者简介: 李治港 (1991—), 男, 河北人, 硕士, 宿迁市泗阳县政府办事员, 主要研究方向为智慧城市设计、智慧教育设计和数字产品设计。

通讯作者: 王帆 (1976—), 女, 江苏人, 博士, 江苏师范大学教授, 主要研究方向为教育技术学、数据分析和设计教育管理。

应用于工业、工程、机械等领域。近些年来扩展到软件、平台开发等信息领域。

独立公理是指功能需求彼此独立完成。信息公理是指信息量最少的设计是最合理的设计^[3]。公理化设计通过这两个公理来支持、分析创意空间的总体结构,从而使设计的产品质量可靠、性能优良,可大大提高产品一次研发成功的概率^[4]。

1.2 公理化设计的应用

公理化设计主要研究产品设计阶段的 3 个变量:功能需求简称 FR、设计参数简称 DP 和工艺变量简称 PV^[5]。由于工艺变量包括每个设计参数的特点和数据量,对功能需求与设计参数之间的相关性没有影响,因此,不对设计参数进行详细研究,只对功能需求与设计参数进行相关性研究,判断 FRs 与 DP 之间的相关性矩阵是否呈线性分布。如果相关性矩阵呈线性分布,并一一对应,则产品设计为非耦合设计,符合设计标准。如果相关性矩阵呈非线性,则分为两种情况:一是将非线性矩阵参数重新排列,使之形呈三角形区域分布,称之为准耦合设计,符合设计公理;二是矩阵相关性呈不规则型分布,称之为耦合设计,不符合设计公理,需要解耦,对部分功能重新设计。

在国外,对于公理化设计相关矩阵分析软件有:MATLAB, SPSS, UCINET, EXCEL 等。本文选取 UCINET 相关性分析法对 Raz-Kids 平台的设计应用进行公理化的验证,对于不符合公理化要求的设计模块提出适当的解决办法。

2 Raz-Kids 平台功能的解构

2.1 Raz-Kids 平台的功能需求与设计参数

首先,在选取 Raz-Kids 平台为分析对象时要确定平台版本,方便以后进行设计产品更新比对^[6]。本文的分析版本号 2016 版。一个复杂的产品设计要进行层级的划定,公理化设计要求设计者从产品的总体需求入手逐级对产品功能进行解构。一般最后的层级将是整个产品最完整的功能呈现。

对于系统功能定义,关键是做好用户需求的匹配^[7]。Raz-Kids 平台将分为 3 个层级进行解构。对于上述的功能需求 (FR) 必须在 Raz-Kids 平台中归纳出设计参数 (DP) 与之相对应,满足功能的要求。首先,根据客户需求,设定一级功能需求。Raz-Kids 平台的一级功能需求 FR 来保证平台基础功能实现标准,以下是对设计参数的分析。

FR: 设计一款英语阅读教学资源平台,改善英语阅读学习环境,促进学生阅读能力的提高。二级功能需求设定是一级功能需求的细化,包括:FR1,管理平台的整体信息,平台应确保使用的信息与英语阅

读教学相关;DP1,总体结构与内存资源集;FR2,教学管理,教师进行学生筛选、阅读作业分配、主观题判断、数据获取等管理;DP2,教师权限集;FR3,阅读应用,学生使用家庭作业、数据获取等应用;DP3,学生权限集;FR4,阅读评估,为学生提供阅读评估与数据分析;DP4,阅读评估架构;FR5,阅读资源分类,将阅读资源进行难度、内容、类别的分类;DP5,阅读资源归类架构;FR6,促进师生之间学习、信息交流,比如通过聊天、留言等方式进行课程、作业交流,互相参与教育过程;DP6,师生交流区系统。三级功能需求设定是二级功能需求的细化,见表 1。

如果 Raz-Kids 平台是一个符合公理化设计的平台,那么 FR 与 DP 相关性矩阵图呈线性分布,该设计为非耦合设计;如果 FR 与 DP 的相关性呈非线性分布,该设计为耦合设计^[8]。

2.2 Raz-Kids 平台矩阵图分析

交互设计首要关注的是事物的行为模式,以及在行为过程中所需处理的信息和所需形成的因果关系^[9]。Raz-Kids 平台一共解构出 60 项 FRs,相对应的 DP 有 56 项。DPs 中剩余 4 项是重复项,不在解构范围。通过 FRs 与 DP 的对应关系画出相关性矩阵图,见图 1。图 1 中 Y 坐标代表 FR 参数, X 坐标代表 DP 参数。每种颜色代表 Raz-Kids 平台的一个功能模块,颜色相同的功能模块属于同一个模块库。在图 1 中功能需求与功能参数的映射大体趋势呈线性分布,但也出现了功能离散分布的情况。由此可见,通过观察离散分布的情况,有两个特点:一是分布在整体趋势下侧;二是分布在整体趋势上侧。特点一属于准耦合设计,公理化设计允许准耦合设计在复杂的产品设计中。特点二属于耦合设计,将 X 轴与 Y 轴的数据尝试进行调整,部分色块依然分布在整体趋势上侧。这些色块分布表明 Raz-Kids 平台设计中存在设计问题,不符合公理化设计。

X 坐标对应色块的离散情况是功能参数的从属问题,分为两种情况。一是 X 轴后端功能参数从属于前端坐标。例如, X 坐标 55,出现灰色块,这代表 55 的纠错系统从属于 2~15 的信息处理系统。二是 X 轴前端功能参数从属于后端坐标。例如, X 坐标 57,出现相同的绿色块,这代表色块 22, 23 的数据监测系统从属于奖励机制架构。

一个非耦合设计是通过长期持续发展的结果^[10]。即使设计师在设计初始阶段没有考虑公理化设计,但公理化设计也会存在于各种产品的设计之中以保证产品的持续发展。对应每一个非耦合设计,也是每一个产品设计阶段的需要。基于上述功能需求与设计参数的分析,可以构建相关性矩阵,进行矩阵代数分析。

表 1 三级功能部分需求设定 (部分)
Tab.1 Level 3 functional requirements(part)

| NO | 功能需求 (FR) | 设计参数 (DP) |
|----|----------------------|---------------------|
| 1 | 教育平台结构与内存资源处理 | SaaS 分层构架 |
| 2 | 平台信息展示 | 信息处理系统 |
| 3 | 平台功能讲解与应用 | 平台说明架构 |
| 4 | 平台阅读模块信息展示 | 阅读模块信息处理系统 |
| 5 | 平台阅读模块功能讲解 | 阅读模块说明架构 |
| 6 | 平台 Headsprout 功能信息展示 | Headsprout 功能信息处理系统 |
| 7 | 平台 Headsprout 模块功能讲解 | Headsprout 功能说明架构 |
| 8 | 平台 Science 模块信息展示 | Science 模块信息处理系统 |
| 9 | 平台 Science 模块功能讲解 | Science 功能说明架构 |
| 10 | 平台写作模块信息展示 | 写作模块信息处理系统 |
| 51 | O2O 模式线下整合/移动端登录 | 移动端兼容模式 |
| 52 | 上线人数、阅读人数统计 | 数据反馈系统 |
| 53 | 搜索功能 | 信息处理系统 |
| 54 | 平台公司信息展示 | 信息处理系统 |
| 55 | 容错功能 | 纠错系统 |
| 56 | 信息安全防护 | 系统安全架构 |
| 57 | 奖励功能 | 奖励机制架构 |
| 58 | 相似性链接 | KNS 架构 |
| 59 | 资源创作功能 | 信息审核系统 |
| 60 | 平台数据交互功能 | 云计算分层架构 |



图 1 Raz-Kids 平台矩阵分析
Fig.1 Raz-Kids platform matrix analysis

在某种情况下可以把工艺变量 (PV) 作为一系列设计目标和产品发展的考虑的指标。比如在教师功能, 将会提供详细的目标、问题、建议等作为 DPs 的指标。

3 UCINET 相关性矩阵分析

3.1 UCINET 应用介绍

公理化设计简单来说就是判别各功能模块的相关

性是否线性对应, 并对非线性对应的设计模块进行改良。在以往的公理化设计中分析的参数量少, 各对应关系一目了然, 不需要借助分析软件。对于复杂的产品设计, 就需要借助矩阵分析软件进行各模块相关性分析, 得出各模块的从属关系、相关权重、关联度等数据, 再依照数据结果进行产品改良。

UCINET 社会网络分析软件, 它是由美国加州大学社会网络分析专家编写的。目前, 主要应用于经济、教

育、心理等社会领域。它强大的矩阵分析功能，成为世界上最流行的矩阵分析软件之一。在产品设计中，UCINET 的应用主要用于各模块之间的相关性分析，通过分析得出各功能的从属关系、相关权重、关联度等数据，找到设计集点，针对集点进行取舍、改进^[11]。

3.2 UCINET 数据图分析

把参数化技术引入产品设计中，应侧重探讨其对

设计本身的影响和作用^[12]。对 Raz-Kids 平台中 FR 与 DP 进行相关性权重编码，导入 UCINET 软件中，其相关性矩阵见图 2。从图 2 中可以看出最左边的 12 单个色块，编码为 1, 18, 19 等。这表明 Raz-Kids 平台此编码所代表的功能，呈线性对应，没有相关性。

其他剩余 48 个色块彼此具有相关性，且相关度与权重不同。色块的连线越密集，说明该色块的相关度越大。从图 2 中可以看到 2, 3, 17, 33, 55 等色

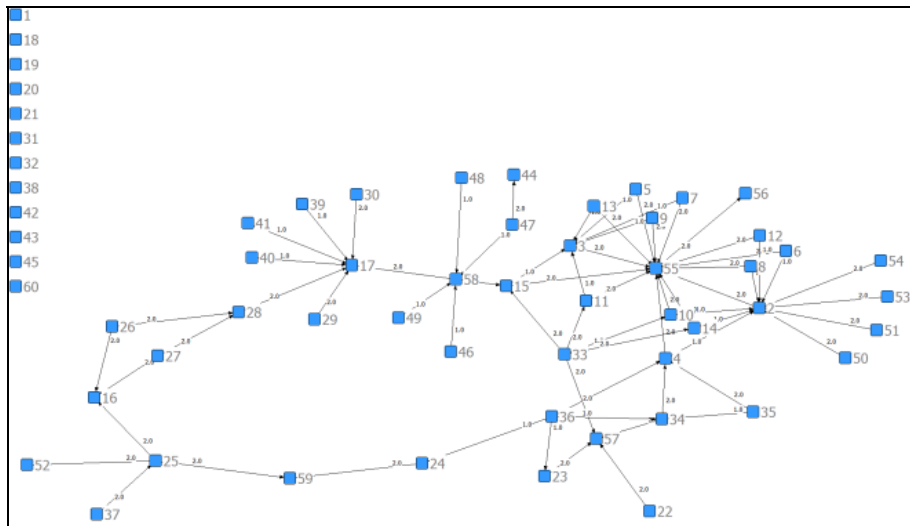


图 2 Raz-Kids 平台 UCINET 数据图分析
Fig.2 Raz-Kids platform UCINET data analysis

块连线较多，这表明功能参数 DP_2 , DP_3 , DP_{17} , DP_{55} 等与其他功能参数的相关性高。通过黑色箭头指向表示参数功能从属关系。例如 48 与 49 色块分别代表阅读资源内容分析评估架构与阅读资源类别判别架构，两者从属于色块 58 代表的 KNS 架构。

在权重分析上，一般分为 1.0 与 2.0 两种权重标准。权重表明两个相关 DP 之间的关联程度。通过权重可以分析出两个 DP 的数据契合程度^[13]，权重 2.0 比权重 1.0 的契合度大。

3.3 UCINET 数据分析结果

基于公理化设计分析 Raz-Kids 平台功能需求与功能参数的相关性，通过 UCINET 对 Raz-Kids 平台中 FR 与 DP 进行相关性，找出平台的突出问题：平台信息量大，导致信息重复性高，造成平台信息处理缓慢，且平台内部架构相似性突出，导致功能属性相近，重复数据量大，浪费平台空间；平台功能模块较多，干扰用户针对性体验，平台功能短时间内不易掌握；平台使用缺少智能化设计，缺少模块化动态处理机制，导致很多阅读工作需要人工进行完成，并且后台资源分析机制繁琐、机械，缺少智能化处理功能。

4 Raz-Kids 平台优化建议

4.1 信息兼容性调节系统

功能主义设计观强调功能适用，注意形式与功能的匹配，推崇形式简单、操作方便与功能合理的产品设计^[14]。信息兼容性调节是美国科学家杜克提出，最早用于提升计算机的容错率，后来应用于智能化信息自我差异性识别方向。对于信息量复杂的系统框架可以进行数据的重复率审查，将数据信息相同的模块进行自我整合，并将自我信息进行替换，消除被替换重复部分，以达到节约空间资源的目的。Raz-Kids 作为一款在线教育平台，大量的信息数据需要进行运算，数据构建功能曲折性使得后台承受了巨大的运算压力，因此，需要对后台数据进行重新整合，建立信息兼容性调节系统，将信息处理量调节至合理范围。

4.2 平台功能简化设计

设计师拉姆斯说过：“好的设计要让用户明白其中的价值。”这就要求设计师解决产品清晰度的问题。Raz-Kids 平台的模块数量较多，一些功能在整体的平台使用权重较小。在早期的 Raz-Kids 平台发展上是

模块化功能的增加,目的是扩充平台功能,吸引不同需求的用户。就目前来讲,经过了10余年的发展后,扩充平台功能已经成为平台发展的辅助手段。通过大数据用户分析,提高互联网产品针对性是主流趋势。在互联网产品中,更多的讲求用户的体验,做到小而精。Raz-Kids平台应该进行扩充发展后的逆发展,通过用户数据反馈,重新审视自己的功能,对缺乏用户支撑的个别模块进行删减。

4.3 智能化平台完善

对“智能化”一词的揭示五花八门,但都有一个共同点,就是“以人为本”,这对交互设计本质上是一种解放^[15]。Raz-Kids平台很多模块化功能通过人工完成操作,比如阅读任务分配一项,通过教师对学生的主观认识进行任务分配,本身不具有科学性。如今,信息可视化设计服务的重点由“以任务为中心”转向“以用户为中心^[16]”。如果将学生的做题进度、正确率、反馈情况等数据进行云计算,分析出与每个学生相适应的任务分配标准,对教师与学生都有益处。Raz-Kids平台在数据分析呈现、主观题评判等方面还缺乏科学的标准与理念,需要分模块进行智能化完善。

4.4 平台设计展示

根据以上的内容分析,对语言阅读平台的设计进行研究,笔者设计的汉语分级阅读平台的展示,见图3。

真正的新产品往往挑战用户的先验知识,因此其用法很难被完全理解。Paxton在1997年提出通过类比法帮助用户了解新产品,并对新产品进行用户体验评估^[17]。为了验证汉语分级阅读平台对Raz-Kids平台存在的一些列问题进行了合理优化,使用户更容易接受汉语分级阅读平台,将通过类比法进行评估。分别对汉语分级阅读平台与Raz-Kids平台进行用户体验评价,见表2。

实验选取江苏省徐州市七所中小学校区150名教师,75名为语文教师,75名英语教师,有固定的产品讲解团队5人。根据马诺和奥利弗在1993提出的评估新产品部分指标,参照实际平台应用进行评估,将问卷评价进行统计得出以下结论:从数据中可以看出,汉语阅读平台在信息接受、平台运行速度、平台智能化、平台易掌握度4个方面,明显要优于Raz-Kids平台;在总体用户体验系数上汉语阅读平台比Raz-Kids平台多0.253个差值;对平台进行信息兼



图3 汉语分级阅读平台设计

Fig.3 Chinese classification reading platform design

表2 实验平台的用户体验评估数据对比

Tab.2 The platforms contrast user experience of the assessment data

| 评估类型 | 产品信息评估 | | | 产品应用评估 | | | 产品效率评估 | | |
|------------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|-------|--------|
| | 界面设计 | 平台信息接受 | 数据完整度 | 平台使用黏性 | 平台功能完整 | 功能人性化 | 平台运行速度 | 平台智能化 | 平台易掌握度 |
| 汉语平台 | 0.432 | 0.717 | 0.437 | 0.591 | 0.403 | 0.626 | 0.723 | 0.840 | 0.857 |
| Raz-Kids平台 | 0.568 | 0.283 | 0.563 | 0.409 | 0.597 | 0.374 | 0.277 | 0.160 | 0.143 |

容性调节、功能简化设计、智能化完善可以提高用户体验评估系数。

5 结语

通过以上分析, 将公理化设计引入到产品设计中有助于解构产品功能, 推动产品优质发展。在进行产品功能相关性分析时发现, 设计领域虽然涵盖的学科之广, 但属于设计本学科的分析软件少之又少, 在分析问题不得不借助其他学科的分析软件, 因此在数据分析、获得等方面缺少学科相关性支持。由此可见, 设计领域在讲求创新创造的同时, 也要符合科学理论。

参考文献:

- [1] About Raz Kids[EB/OL]. <https://www.raz-kids.com/main/AboutRazKids/>.
- [2] 刘悦, 容芷君, 但斌斌. 公理设计在产品研究中的研究综述[J]. 机械设计, 2013(2): 1—9.
LIU Yue, RONG Zhi-jun, DAN Bin-bin. Study the Axiomatic Design in Product Design are Discussed[J]. Journal of Machine Design, 2013(2): 1—9.
- [3] Modular Platform Design for Mechatronic Systems Using Axiomatic Design and Mechatronic Function Modules[J]. Original Research Article, 2016, 50(4): 702.
- [4] An Axiomatic Design Approach for a Motorcycle Steering Damper[J]. Procedia CIRP, 2015(6): 150—155.
- [5] Axiomatic Design: Advances and Applications[M]. New York: Oxford University Press, 2001.
- [6] Axiomatic Design Based Guidelines for the Design of a Lean Product Development Process[J]. CIRP Design Conference, 2015(8): 115.
- [7] 陈羽. 优化用户等待体验的服务系统设计研究[J]. 装饰, 2014(7): 112—114.
CHEN Yu. Study on Service System Design to Improve User Waiting Experience[J]. Zhuangshi, 2014(7): 112—114.
- [8] HILARIO H. Axiomatic Design: Making the Abstract Concrete[J]. CIRP Design Conference, 2016(1): 217.
- [9] 洗枫. 交互设计的三重形态——以对交互式系列作品 *Botanicus Interacticus* 的分析为例[J]. 装饰, 2016(2): 75—77.
XIAN Feng. Triplet State of Interactive Design: Case Study on the Series Work *Botanicus Interacticus*[J]. Zhuangshi, 2016(2): 75—77.
- [10] Effectiveness of Conceptual Design Process Respecting "the Axiomatic Design Theory"[J]. Procedia Engineering, 2015(9): 1055.
- [11] Using Axiomatic Design and Entropy to Measure Complexity in Mass Customization[J]. Procedia CIRP, 2015(2): 87—92.
- [12] 王柳庄. 参数化技术对产品的影响探讨[J]. 包装工程, 2016, 37(16): 10—13.
WANG Liu-zhuang. Influences of Parametric Technology on Product Design[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(16): 10—13.
- [13] Axiomatic Design/Design Patterns Mashup: Part2 (Theory)[J]. CIRP Design Conference, 2015(11): 276—283.
- [14] 王智勇, 李洋. 合理化设计观在产品创新设计中的应用[J]. 包装工程, 2014, 35(24): 27—30.
WANG Zhi-yong, LI Yang. Application of Rational Design Concept in Product Innovative Design[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(24): 27—30.
- [15] 李健, 石民勇. 歧义性交互设计模型及设计方法研究[J]. 包装工程, 2013, 34(24): 36—40.
LI Jian, SHI Min-yong. Study on Ambiguity Interactive Design Model and Methods[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(24): 36—40.
- [16] 派恩二世·B·约瑟夫. 体验经济[M]. 夏业良, 鲁炜, 译. 北京: 机械工业出版社, 2008.
PINE II B J. Experience Economy[M]. XIA Ye-liang, LU Wei, Translate. Beijing: Machinery Industry Press, 2008.
- [17] MICHAL H, STEVE H. Of Clouds and Zombies: How and When Analogical Learning Improves Evaluations of Really New Products[J]. Journal of Consumer Psychology, 2016(5): 550—557.