

【工业设计】

开放式群体协作创新设计技术开发与实验研究

刘肖健¹, 吴晶晶¹, 吕畅¹, 孙艳²

(1.浙江工业大学, 杭州 310012; 2.浙江农林大学, 杭州 310012)

摘要: **目的** 研究基于引用的开放式协作创新模式的效果。**方法** 开发了基于平面图形配色设计任务的协作设计平台, 并在该平台上进行实验研究。利用复杂网络对设计方案的引用关系、方案得分以及设计师之间的关系等协作关键要素进行了建模与分析。**结果** 实验组在方案数量及优秀方案数上都远大于对照组; 协作模式在整个设计开展过程中均会出现收敛特征; 被引次数和平均得分成正相关, 和方案数量成幂律分布。**结论** 相对于传统的独立创新, 开放式协作创新模式能极大地提高设计效率, 且协作具有预见性和观察性, 设计师在协作中体现出不同的外部行为特征, 利益分配模式对引用协作特征有着直接影响。

关键词: 开放式创新; 群体协作; 创新设计; 辅助技术

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2018)22-0111-08

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2018.22.019

Technology Development and Experimental Study on the Open Group Collaborative Innovation Design

LIU Xiao-jian¹, WU Jing-jing¹, LYU Chang¹, SUN Yan²

(1.Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310012, China; 2.Zhejiang A & F University, Hangzhou 310012, China)

ABSTRACT: The work aims to study the effect of open collaborative innovation model based on reference. A collaborative design platform based on the graphic color design was developed, and the experimental research was carried out on the platform. The modeling and analysis were conducted based on such key collaborative elements as the reference relationship between complex network and design program, and the relationship between program scores and designers, etc. The experimental group was much larger than the control group in the number of programs and the number of excellent programs. The cooperative model would have convergence characteristics throughout the design process. The number of references was positively correlated with the average scores and in the power-law distribution with the number of programs. Compared with the traditional independent innovation, the open collaborative innovation model can greatly improve the design efficiency, and the collaboration is predictive and observable. The designer in the collaboration embodies different external behavioral characteristics. The benefit allocation pattern has a direct impact on the reference collaboration characteristics.

KEY WORDS: open innovation; group collaboration; innovative design; auxiliary technology

创新设计的需求不断扩大, 而创新产能的发展却处于滞后状态, 提升创新产能已成为企业迫在眉睫的事。开放式创新的思想为此现状提供了思路, 但相关辅助与技术成果还非常少。

1 研究现状

“开放式创新”的概念由哈佛大学教授 Chesbrough

提出, 他认为企业在技术创新上得同时利用企业内外部的创新资源和商业化资源^[1]。开放式创新是指具有目的性地把控内外部知识的流动, 从而加强企业内部技术创新, 拓宽商业市场^[2]。James H.Love 研究了团队的协作创新机制, 通过实验表明团队的协作贡献方式能在很大程度上激发创新能效, 使用互补、交叉的群体协作更有利于团队的发展^[3]; Chan 在 Quirky 上开展实验, 过程中利用“引用”发掘问题的解决方案,

收稿日期: 2018-08-21

基金项目: 国家自然科学基金 (51375450); 杭州市哲学社会科学规划课题 (G17JC009); 浙江农林大学科研发展基金 (2016FR014) 资助

作者简介: 刘肖健 (1972—), 男, 山东人, 博士, 浙江工业大学教授, 主要研究方向为创新设计技术。

通信作者: 孙艳 (1974—), 女, 江苏人, 博士, 浙江农林大学讲师, 主要研究方向为技术管理创新。

他发现群体协作能在其中起到积极的作用^[4]。

有关“群体智慧”的证据最早在 1907 年出现,是由 Galton 通过实验首次证明的,他发现在某些情况下,群体产生的智慧可以超越独立的专家^[5]。众多研究表明,各种形式的信息交互是群体智慧的主要成因,个体通过信息交互可以有效地利用其他个体的工作成果形成“协作”。Kittur 指出个体之间的信息交互对群体智慧的影响有两个方面,一方面可能通过互补来提高决策质量,另一方面可能被影响力大的个体误导,错过更佳的可能性^[6]。

本文的研究是在孙艳、赵宇、黄红艺和姜莹莹的基础上进行:孙艳提出了一种较为灵活的奖励分配模式^[7];赵宇采用基于“引用”的开放式协作创新模式进行实验研究^[8];黄红艺实现了虚拟设计师的行为模型的建立^[9];姜莹莹将“原创性”、“从众性”和“趋优性”参数化设置来表达虚拟设计师的择优模式,设置不同的属性组成虚拟设计师团队,通过实验研究其协作效果^[10]。与上述工作不同的是,本文开发了一个基于网络的群体协作辅助平台,设计师能以“匿名”的形式开展协作。

2 系统设计

2.1 目标与思路

本文采用一种以“引用”(即在他人作品的基础上获取灵感,进行修改和创作,而非简单的“山寨”)为基本特征的开放式群体协作创新模式作为研究核心,考察群体产生的设计方案能否优于个体产生的设计方案,以此探讨开放式群体协作创新模式对设计效能的影响,是对其在设计应用领域的补充。

实验以平面图形的配色设计为载体,一是减少复杂因素使设计评价更直观可行,二是节约设计成本减少实验周期。实验的主要任务:给定一个已划分色彩区域的图形;参与者对该图形进行配色并提交设计方案;外部评价小组(非设计师组)给各个方案打分;获奖方案所处关系链上的所有方案设计者均可获得奖金。任务执行过程中的注意事项:提交的方案及其评价对所有人可见;实验组参与者选择原创、修改自己方案或者修改他人方案的方式提交新方案,对照组参与者只能选择原创或修改自己的方案;依据获奖方案所处关系链上的引用次数分发奖金。

群体协作实验的基本规则如下:第一,所有参与者在首轮中原创完成方案,每个方案数据公开;第二,从第二轮开始,参与者可在原始方案对象明确的情况下,直接修改他人的方案,当然也可选择原创或者修改自己的旧方案;第三,无修改篇幅的限定,只要存在修改均视为新方案;第四,由外部评价小组对方案进行打分,参与者参考得分情况进行引用行为,也可以选择原创不引用任何方案;第五,依据参与者在引

用链中的占比来分配利益。

笔者基于 Processing 开发了配色设计软件作为实验平台,开展实验并进行数据收集。软件功能包括原创配色(直接配色和随机配色)、引用配色、方案搜索、方案浏览、方案数据存取等。

2.2 实验流程设计

实验参与者为某大学工业设计专业的研究生,分成两组(对照组和实验组),每组 8 人,共计 16 人。实验组成员基于“引用”进行开放式群体协作,即可引用他人方案进行设计;对照组成员独立完成设计,不可引用、参考他人方案,但可以修改自己的旧方案。

实验为期一周。参与者可选择任意时间段加入实验。实验过程中,管理者即时归纳数据然后发布公示,向实验组公示评分与引用关系链图,向对照组仅公示评分。实验后,整理归纳方案,由外部评价小组进行方案评价。对实验的数据分析主要从这 5 个方面展开:一致性、引用特征、最优性条件、群体协作结果和协作程度。

实验分为 4 个主要步骤展开:步骤一,熟悉操作与流程。在实验开始前,先进行软件的操作练习,确保每个参与者都能熟练使用,再进行实验的预先演练,熟悉整个实验流程。步骤二,准备与说明。实验组织者将事先讨论并决定好的图形载入软件中,阐述实验中需要遵守的规则,为实验的开展做好准备。步骤三,正式开展实验,创作的时间不作具体的约束,两组只需在指定时间内完成即可。管理者实时观察并记录实验过程,定期汇总设计方案并进行整理和打分。由 8 名设计师组成的外部评价小组负责打分的工作,在 QQ 和微信社群发布信息(评分表和引用关系图)供参与者参考、借鉴。步骤四,数据整理与归档。实验结束后,所有数据都交由组织者完成最后的归纳。

2.3 奖励措施设计

奖金的分配模式^[7]如下:

$$A_i = A \frac{S_i}{(1+c)S}, c > 0 \quad (1)$$

在公式(1)中,A为奖金总额,S为引用链长(即初始节点外的节点数量), S_i 为链上某设计师*i*的方案数量,*c*为延长系数,*cS*为延长量。加入延长量是为了提高链上终点方案的贡献度,假设延长量也记录在某设计师的被引数中(即分子也加上*cS*),这样做等同于为其虚构了额外的节点来增加贡献程度,最终得到如下奖金公式:

$$A_i = A \frac{S_i + cS}{(1+c)S}, c > 0 \quad (2)$$

这就是最终获奖方案创作者的奖金数。当延长系数*c*趋于无穷大,终选方案的作者将囊获所有奖金,这就是设计竞赛中常用的奖金分配模式。在本实验中

c 值等于 0.5，这样更能激励选手多参与协作，增加输出数量。另外，终选方案的作者还是能拿到绝大部分的奖金，这样也能激发选手对最终方案的追求与竞争。

3 系统实现

软件总体功能架构见图 1，其中直接配色和随机配色均属于原创模式。

软件的整体开发基于 Processing 完成，数据的存储采用 MySQL 和 Navicat for MySQL 实现。软件的几个主要功能模块简介如下：(1) 直接配色。直接配色用于主要的原创工作，主要包括一些基础功能，如各个部件的选择、上色、输入、提交等。随机配色和引用配色中也含有这些基本功能，直接配色模式界面见图 2。(2) 引用配色。在引用配色模式中，参与者可先输入关键词查询出已有的设计方案，然后引用他人的设计方案进行二次设计。引用配色作为核心功

能，比直接配色多了方案搜索、查看及引用的功能。当输入的文本为"all"时，调取所有作品；当为用户名时，调取该用户的设计方案。“搜索一下”按钮用于调取数据，“下一组”按钮用于翻页。点击需要引用的方案缩略图，主操作图形将变成该方案的配色，调整后提交方案完成引用，引用配色界面见图 3。(3) 随机配色。随机配色也属于原创模式，但只是辅助功能，比直接配色多了随机产生方案的功能。参与者在缺乏灵感等情况下使用，从随机产生的配色方案中获取设计灵感。首先输入一定阈值内的整数，默认为最大阈值。点击随机按钮，在设定数值范围内随机产生色值并映射到设计方案，再次点击重新随机产生一批方案，选择其中一个方案可再进行调色，最后提交设计方案，随机配色界面见图 4。(4) 浏览方案。浏览模式允许参与者查看所有的设计方案，搜索功能可以搜索特定参与者，查看人员及相关的设计方案数据。

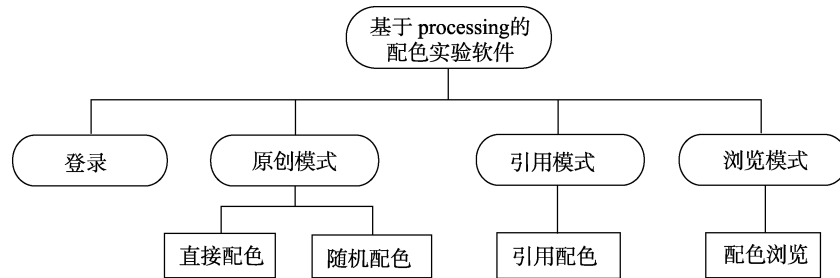


图 1 软件总体功能构架
Fig.1 The overall function of software architecture

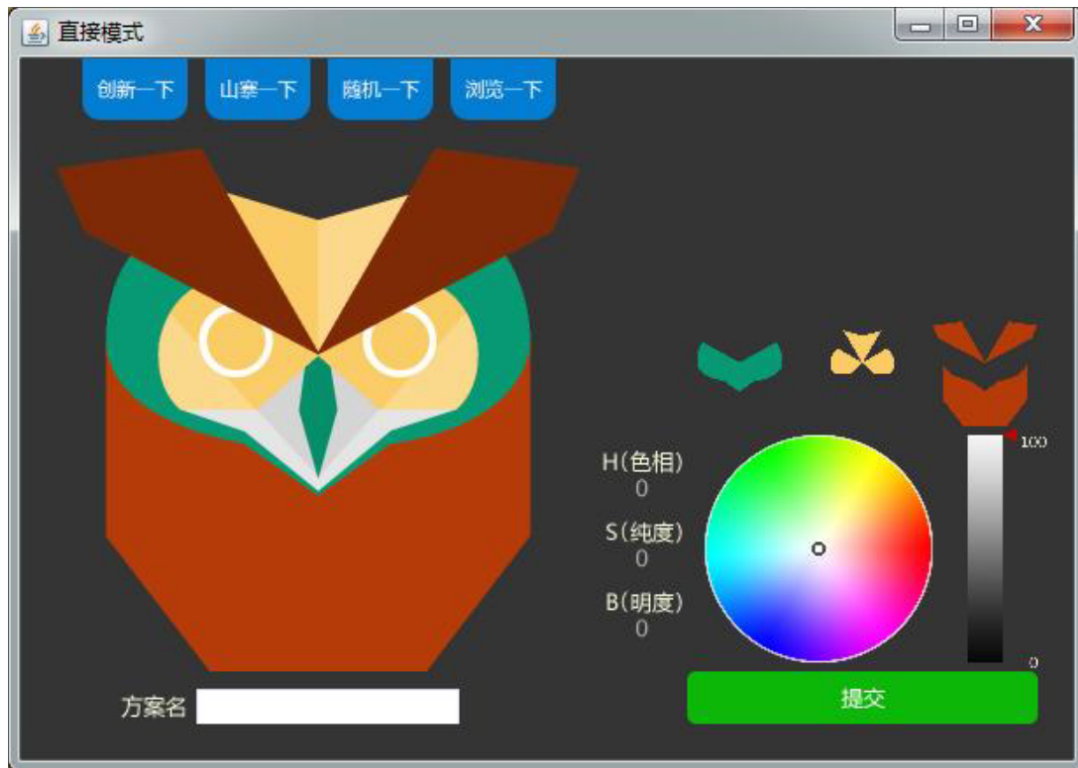


图 2 直接配色界面
Fig.2 Direct color interface



图3 引用配色界面
Fig.3 Reference color interface



图4 随机配色界面
Fig.4 Random color interface

4 实验数据与分析

4.1 设计方案得分分析

实验组、对照组方案评分见表 1。实验组的方案数和平均得分都大于对照组，方案数差距较大。从这两组数据可以看出，基于引用的协作设计模式可以大大提高设计师的方案数量，设计方案的质量也优于传统模式。两组的标准差均不大，这表明设计的输出维持在一个较为稳定的状态。

表 1 实验组、对照组方案评分
Tab.1 Program scores of the experimental group and the control group

组别	人数	方案数	平均得分 M	标准差 SD
实验组	8	312	6.94	0.677
对照组	8	83	6.46	0.624

4.2 一致性分析

一致性分析主要通过方案得分方差和引用方案中的色彩变化这两方面进行考量。以等量的时间间隔

来区分实验的轮数，共分为 8 轮。方案轮数与方差的关系见图 5，从图中可以看出方差数在小幅度上升后呈现下降趋势。这说明了随着创新协作的展开，得分差距逐步减小。

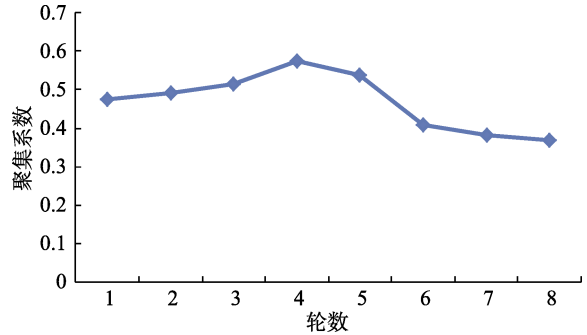


图 5 方案轮数与方差的关系
Fig.5 The relationship between the number of rounds and variance

设计方案引用关系见图 6。从图中可以看出不同链的色相差异较大，但同一关系链上的方案则趋于同一色相。

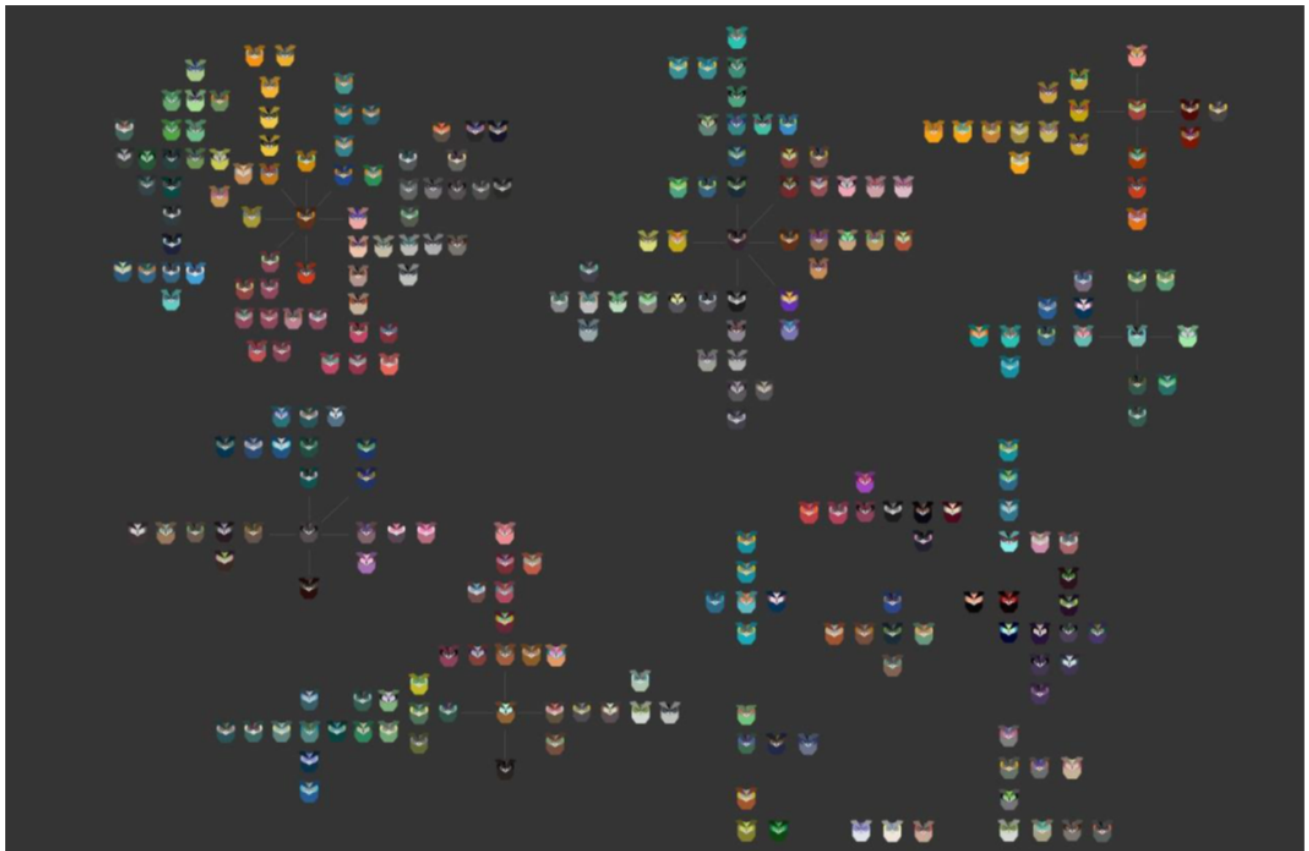


图 6 设计方案引用关系
Fig.6 Design references citation

4.3 引用特征分析

被引次数指某参与者的作品被引用的次数，自引和他引均包括在内。平均得分与被引用次数的关系见

图 7，从图中可以看出随着被引次数递增，平均得分呈现上升趋势，这说明高分方案能吸引更多的引用，这也符合利益驱动的基本规律。

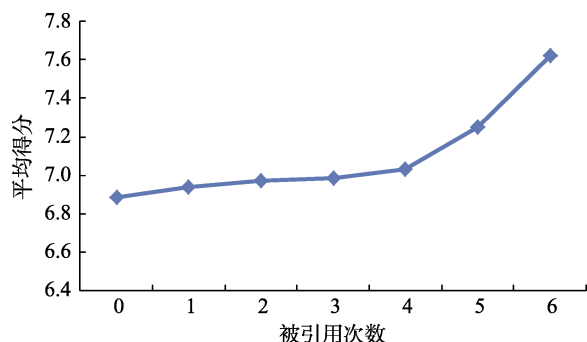


图7 平均得分与被引用次数的关系

Fig.7 The relationship between the average score and the number of references

被引用次数与方案数量的关系见图8,从图中可以看出被引次数和方案数之间的关系呈幂律分布,这也符合无标度网络的概念,这说明参与者的引用行为不受被引次数的影响。这是因为被引次数能体现该作品的大众喜爱度,而非作品本身是否优秀。

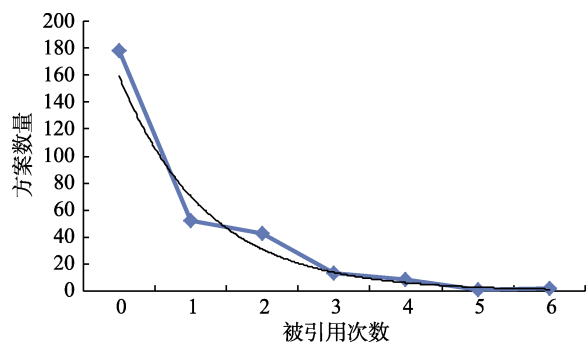


图8 被引用次数与方案数量的关系

Fig.8 The relationship between the number of references and the number of programs

链长是指某设计作品所处关系链的初始节点与该节点之间相隔的节点数,链长与平均得分的关系见图9,从图中可以看出随着链长增加,平均得分先小幅度上升后趋于稳定,这说明链长较长的方案得分几率更大。链长与方案数量的关系见图10,随着链长的增加,方案数量急剧下降,大于等于6的方案较少。

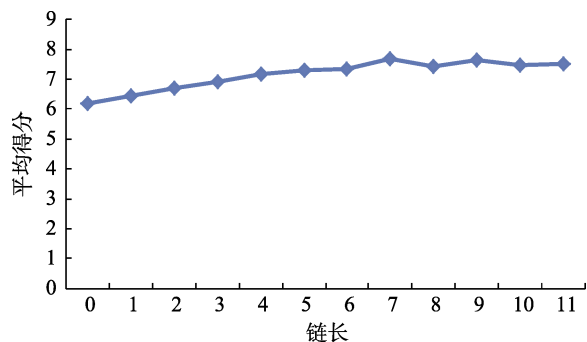


图9 链长与平均得分的关系

Fig.9 The relationship between chain length and average score

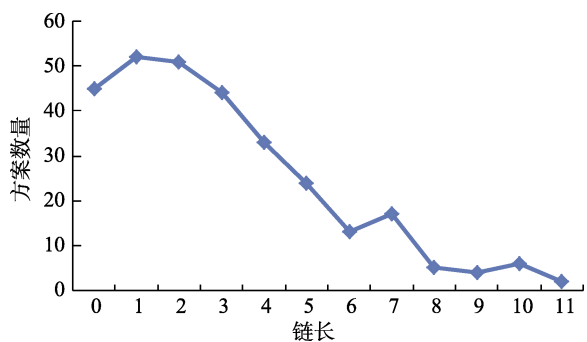


图10 链长与方案数量的关系

Fig.10 The relationship between chain length and the number of programs

以上分析说明基于引用的开放式创新协作模式能提升团队的整体设计质量,有效改善传统模式仅依靠天才式成员输出优质作品且整体水平良莠不齐的情况。另外,该创新协作模式产出的成果质量能在迭代中逐渐稳步提高,具有可预见性,成本投入风险小。

4.4 最优性条件分析

最优性条件分析用于判断开放式群体协作团体是否聪明且高效,需了解每个成员之间的信任度。然而本实验的参与者是根据得分高而非信任他人来开展引用行为的,因为信任度又会发生变化,所以很难确定信任权重,但本实验参与者的自信度倒是可以简单估算出,即用自引和全部被引的比例作为自信权重。统计得出该比例的平均值为0.033,这说明平均自信程度很低,从而侧面说明几乎将全部信任给予了他人。这种情况与Golub和Jackson对“自身关注者”的研究不谋而合,他们认为该群体是聪明且高效的^[11]。这里的效率指的是整个引用网络关系收敛的速度,收敛速度越快效率越高,这是因为速度慢的过程很难形成设计趋势,稳定输出较优作品,这会造成协作周期长且管理成本大等问题。

4.5 群体协作结果分析

实验组和对照组的平均得分对比见图11,从图

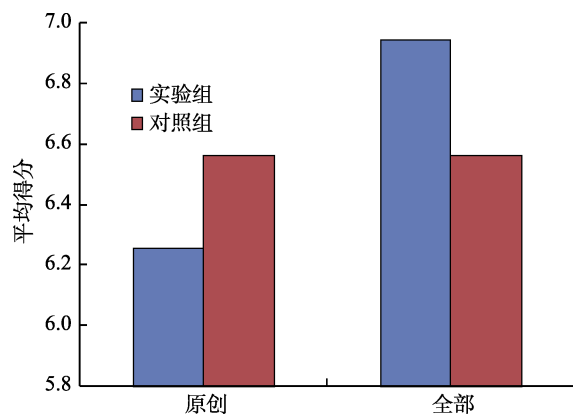


图11 实验组与对照组平均得分对比

Fig.11 The experimental group and control group average score comparison

中可以看出对照组的原创方案平均得分较高,说明其总体设计水平略高一筹,但实验组的全部方案评价得分高出较多,说明在引用的设计模式下,设计方案的质量能得到显著提升。

方案平均得分与各类引用关系见图 12。对图中的名词做如下解释:原创指没有引用关系的设计方案;自引指引用自身方案的设计方案;被自引指被自己引用的设计方案;他引指引用他人方案的设计方案;被他引指被他人引用的设计方案。原创方案平均得分远远低于其他方案,各类引用方案得分较高且差距不大,这说明引用模式对提高方案得分具有很大的作用。与预期有所偏差的是,自引平均得分高于他引得分。通过分析网络关系图和方案数量可以得出:第一,“他引”与“被他引”方案数庞大,产生在 2 到 8 轮之间,方差分别为 0.696 和 0.573;第二,“自引”大部分出现在关系链的尾端且数量小,产生在 5 到 8 轮之间,这个阶段链长已经较长,且评分较高,波动不大。

通过后续的访谈得知,实验参与者会通过增加链长来增大获奖概率,并且提高了在引用链中的占比,从而使利益最大化,这也是自引行为集中出现在后期的原因,因此图中的数据暂不足以证明自引比他引更能提升设计质量。

实验组各个参与者方案得分变化趋势见图 13,从图中可以看出整体呈现先波动、再波动上升后趋于

稳定,提升的幅度不大,且整个过程都具有波动性。高分绝大部分集中在 16 到 40 方案之间,且数量较小,这个区间是链长 5 到 9 从单个折线图来看,8 位参与者都不是天才式人才(稳定输出高分方案),最终的高分方案归功于开放式群体协作让优秀方案收敛并提高产出概率。另外,评分没有持续增长的一部分原因可能是评价标准不明确以及开展过程的噪声过大。

自引 3 次以上的得分变化见图 14,从图中可以看出自引不一定比他引更能产出优秀方案。经过访谈得知,造成这种现象的原因是对于自身方案很难从思维惯性中脱离,反之更能从他人设计思维中找到灵感,这也是引用行为的内在动力。

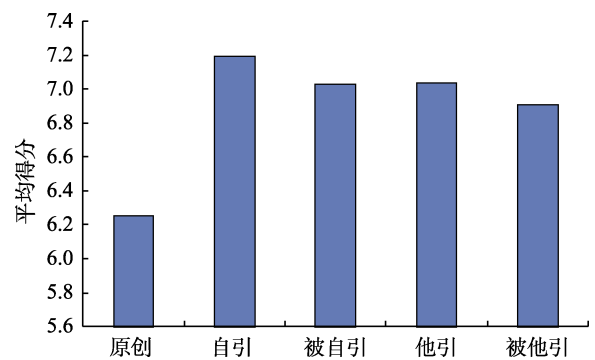


图 12 方案平均得分与各类引用关系 Fig.12 The average score of the program and various references

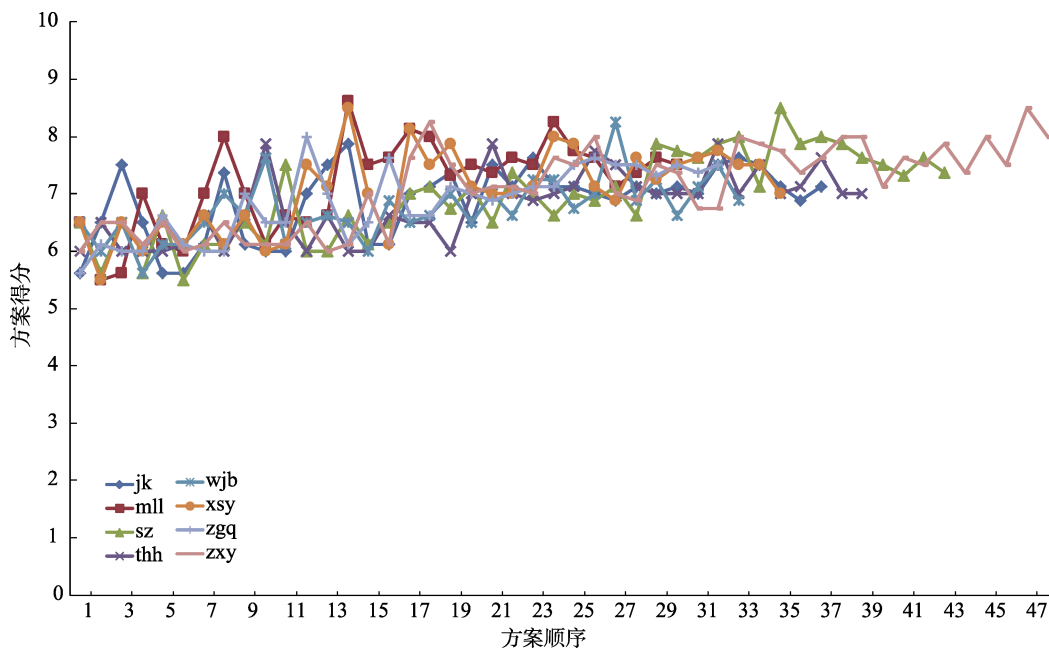


图 13 实验组各个参与者方案得分变化趋势 Fig.13 The experimental group each participant's program score trend

4.6 协作程度分析

引用关系链可以分为单一链和组合链,前者链上只有一个参与者,后者链上有大于或等于 2 位参与者。引用方案占全部方案的 60%左右,单纯链在全部

引用链中又仅占 4.5%,这说明群体协作得到了认可,作用也具有积极性。实验中的平均联系数为 6.75,接近最高联系数(8 人团队中,最高联系数为 7),这表明群体协作具有充分性,且程度较高。

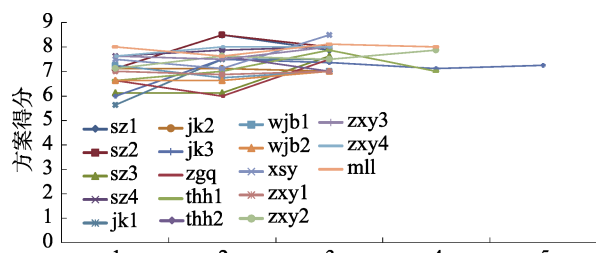


图 14 自引 3 次以上的得分变化

Fig.14 Cited more than three times the score changes

5 结论

基于“引用”的开放式创新设计协作模式对设计成果有着显著的影响,在设计成果的数量和质量上都远远高于传统设计模式。通过分析引用关系链的颜色趋势和不同轮数的评分趋势,再结合优秀设计跟随轮数聚集的现象,得知该协作模式在整个设计开展过程中均会出现收敛特征,这让创新设计的协作具有预见性和观察性,以便管理者从中协调查看协作进展和优秀作品出现的阶段,从而决断是否终止。另外,从设计团队和企业的角度来看,也可以有效观察设计进展,以此评估预期过程和成本投入。

通过引用特征分析发现,被引次数和平均得分成正相关,和方案数量成幂律分布,这说明设计师依据评分而非引用次数来判断是否引用,因此方案评分和利益分配会直接影响引用特征。开放式创新设计协作模式的协作程度由设计师对他人信任程度决定,当设计师对他人的信任程度远高于自身时,整个协作设计团队是聪明且高效的。

开放式创新设计协作模式存在一些角色类型的区别,类型包括稳定型、天才型、抛砖引玉型、参与型、助推型,这 5 类角色会给设计团队带来极大的积极作用。开放式创新协作模式可以利用结果把控团体的角色类型,使得企业能更加积极、主动地控制团队,提升设计效能。

本文的研究方式还存在一些不足之处:首先,设计方案的展示形式有待完善,这是因为排序靠前的方案更容易获得关注;其次,配色软件需要补充打分功能而非通过其他方式进行收集,这会增加人力成本,且延迟评分的公布时间;最后,评价人员结构与现实存在差异,缺少如管理者或顾客用户等类型的评价者。

参考文献:

- [1] CHESBROUGH H W. The Era of Open Innovation[J]. *Mit Sloan Management Review*, 2003, 44(3): 35—41.
- [2] CHESBROUGH H W, APPELYARD M M. Open Innovation and Strategy[J]. *California Management Review*, 2007, 50(1): 57—76.
- [3] JAMES H. Love Organizing Innovation: Complementarities between Cross-functional Teams[J]. *Technovation*, 2009, 29(3): 192—203.
- [4] CHAN J, DOW S, SCHUNN C. Conceptual Distance Matters When Building on Others' Ides in Crowd-collaborative Innovation Platform[C]. USA: Companion Publication of the Acme Conference on Co, 2014: 141—144.
- [5] BHIMANI J, NAKAKURA T, ALMAHR A, ET AL. VOXPOPULI[J]. *Nature*, 2013, 75(1949): 450—451.
- [6] KITTUR A, KRAUT R E. Harnessing the Wisdom of Crowds in Wikipedia: Quality Through Coordination[J]. *CSCW: 2008 ACM Conference On Computer Supported Cooperative Work, Conference Proceedings*, 2008(1): 37—6.
- [7] 孙艳. 产品设计中的开放式群体协作创新模式实验[J]. *计算机集成制造系统*, 2015, 21(2): 392—400.
SUN Yan. Experiment on Open Group Collaborative Innovation Method in Product Design[J]. *Computer Integrated Manufacturing Systems*, 2015, 21(2): 392—400.
- [8] 赵宇. 产品概念设计中的开放式群体协作创新模式研究[D]. 杭州: 浙江工业大学, 2015.
ZHAO Yu. An Experimental Study on the Open Group Collaborative Innovation Method in Product Design[D]. Hangzhou: Zhejiang University of Technology, 2015.
- [9] 黄红艺. 虚拟设计师行为模型与设计策略仿真研究[D]. 杭州: 浙江工业大学, 2017.
HUANG Hong-yi. Research on Virtual Designer Behavior Model and Design Strategy[D]. Hangzhou: Zhejiang University of Technology, 2017.
- [10] 姜莹莹. 开放式创新环境下的群体协作设计仿真研究[D]. 杭州: 浙江工业大学, 2017.
JIANG Ying-ying. Group Collaboration Design Simulation Research on the Open Innovation Environment[D]. Hangzhou: Zhejiang University of Technology, 2017.
- [11] JACKSON M, WOLINSKY J. A Strategic Model of Social and Economic Networks[J]. *Journal of Economic Theory*, 1996, 71(1): 44—74.