

谢友柏设计科学研究基金项目 年度报告

项目名称：隐性知识在概念设计阶段的演进机制研究

负责人：李雪楠

依托单位：华东理工大学

通讯地址：上海市徐汇区梅陇路 130 号

邮政编码：200237

电子邮件：xuenan332@sina.com

电话：18573116033

报送日期：2023.04.29

1. 年度计划研究内容

本研究旨在为概念设计阶段的隐性知识识别-提取-重用-进化, 提供一种可行的方法和路径。年度研究内容包括: ① 筛选整理典型的概念设计阶段前中后期资料及其文本语料; ② 建立基础的隐性知识词库框架; ③ 研究相关隐性知识理论与相关算法; ④ 研究隐性知识的语义层特征表示。

2. 年度研究进展及成果

2.1 研究进展

根据上述年度研究计划, 主要围绕概念设计阶段的图文语料收集、建立基础隐性知识词库框架结构、理论与算法、以及语义特征等展开分析与探索, 完成了该阶段的研究目标。

该阶段的主要研究进展包括:

(1) **提出了一种基于隐性人工经验提取的图标设计复杂度评价方法。**以概念设计阶段的工业软件界面设计的图文语料为典型实例, 工业软件界面设计的图文语料主要由不确定性高但易获取的图像信息和文本信息构成。本研究融合词性差异、图标客观相似性、图标像素占比的客观评价方法, 探索将隐性的人工经验评价图标设计复杂度的过程进行提取量化, 通过客观方法融合, 逼近人工经验评价的结果。在概念设计阶段, 该评价方法为设计师提供了一种辅助评价设计复杂度的可行路径。

心理学研究表明, 对于事物相似性的主观判断, 可能是人类认知中最重要的组成部分 (Medin et al. 1993, Goldstone 1994, Gentner and Markman 1995, Goldstone and Son 2005)。人们利用相似性来存储和检索信息, 来获取知识和经验, 有时候也会利用相似性来形成某些特定的概念。对于三维软件界面上的图标来说, 主观相似性主要包含人们对图标之间的共性和差异的主观认识, 这种共性和差异可能存在于不同设计师对同一概念的设计图标之间, 也可能存在于相同设计师对不同概念的设计图标之间。对于比较简单的概念, 设计师通常可以在认知领域达成一定的共识, 从而设计出较为相似的图标, 如“直线、线段”等, 但是对于比较复杂的概念, 设计师通常会根据自己的个人经验和认知水平设计出具有不同风格的图标, 如“导入、缝合”等。对于用户来说, 同一概念下的图标越相似, 越容易形成图标与概念之间的一一映射, 也就越容易理解。因此, 我们尝试

将图标之间的主观相似性作为图标复杂性的主观评价维度之一，同时将图标之间的主观相似性作为本文图标复杂性的基础评价标准。

(2) **提出了基于词性理解差异特征的词库框架。**过去的 50 年里，名词和动词之间的比较一直是许多研究者感兴趣的话题。从语言学角度，名词和动词在理解复杂度上存在不同的 (Aguiar, 2022)。名词更多地依赖于颞皮质。动词更多地依赖于额叶区域。名词的理解力与语义能力相关。但动词的理解力不仅与语义能力相关，它还与句法能力有关。动词认知涉及到处理不同类型的动作知识以及知识的形象水平 (Lukic, 2021)。不同的动词本身也存在着语义复杂度的差异。概念上更复杂的事件动词比静态动词需要更长的时间来处理。从时间成本角度，复杂度高的动词需要花费用户更多的时间认知 (Gennari, 2003)。不同的动词类别产生不同的回忆模式 (Mobayyen, 2005)。三维软件界面的图标语义也有名词和动词区分，例如，“直线”、“孔”、“螺纹”图标的语义是名词，“拆分”、“平移”图标的语义是动词。从直观上来说，无论是设计师还是软件用户，对于名词的理解都要比动词容易一些，当然也有例外情况。因此，我们尝试将图标语义的名词和动词差异情况作为图标复杂性的客观评价维度之一，同时借助实验分析了图标语义的词性在理解复杂度上的差异特征。

(3) **提出了基于特征降维的图标设计相似性计算方法。**对于三维软件界面上的图标来说，客观相似性主要体现为能够通过计算机自动计算的图标之间的语义距离，这种语义距离一般是指图像向量空间上的特征距离。图像向量空间上的特征维度通常与图像像素个数相当，对于 100*100 的图标图像来说，特征维度高达 10000，直接计算语义距离不仅计算量巨大，而且容易受到位移、形变等外部因素的影响，无法正确反应图像之间的客观相似度。特征降维是传统图像处理领域的常用处理方式，其中最常用的线性特征降维方法为主成分分析法 (Sirovich, 1987)，通过构建高维数据上的非相关线性映射，来实现重构误差最小的特征降维方法。这种方法虽然计算简单应用广泛，但降维结果容易受到位移、形变等外部因素影响，与人类主观相似性评价结果差距较大。等距特征映射 (Tenenbaum, 2000) 是另一种常用的非线性特征降维方法，通过构建高维数据上的低维流行嵌入，来实现完备的低维保距离降维方法，与主成分分析法相比，等距特征映射更容易保持图像中固有的拓扑结构，与人类主观相似性评价结果也更加一致。与前

面关于主观相似性的讨论类似，对于用户来说，同一概念下的图标客观相似度越高，越容易形成图标与概念之间的一一映射，也就越容易理解。因此，我们尝试将图标之间的客观相似性作为图标复杂性的客观评价维度之一，同时借助实验分析了图标的客观相似性与图标复杂度之间的关系。

(4) 提出了基于边缘检测的像素占比计算方法。图像分割是图像处理中的一种重要方法，已应用于交通 (Li, 2015)、遥感 (Mi, 2020)、医学图像 (An, 2019) 等领域。它是指根据灰度、颜色、纹理、形状等特征将一幅图像划分为若干互不重叠的区域。它的目的是使同一区域的特征表现出相似性，而不同区域则表现出差异性。对于三维软件界面上的图标来说，像素的灰度占比可能代表着特定的设计语义。例如，在相同图标像素规格下，不同色块填充效果的“保存”图标 a 和单一像素效果的“保存”图标 b 是相同的语义，只是设计风格不同而已，如图 1。因此，直接使用灰度像素占比来分析图标语义是不准确的，图标中的边缘轮廓可能与图标语义有着更强的相关性。在传统图像处理领域，边缘特征是最重要的图像特征之一，也是计算机理解和识别图像的基础。其中，Sobel 算子是非常经典的边缘检测算法之一 (Ramesh, 1995)，通过定义一个高通滤波算子对图像进行高通滤波，得到图像的边缘特征，如图 1 中的 c 和 d 所示。由图可知，使用 Sobel 算子进行边缘检测后，同一概念下新图标的像素占比已经趋近一致。因此，我们尝试将图标像素占比作为图标复杂性的客观评价维度之一，同时借助实验分析了边缘检测前后图标像素占比与图标复杂度之间的关系。

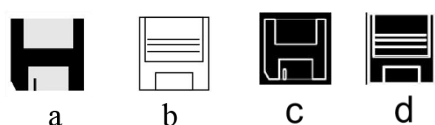


图 1 缩放图标示例

(5) 开发了一款辅助概念设计阶段的工具--隐性知识文本信息管理软件。辅助设计师在概念设计阶段快速收集并分类概念设计阶段前中后期的文本语料。初期版本的主要功能包括：批量知识词库的重合度可视化标注显示、个性化意向尺度图自定义功能、知识词库批量存储功能。设计师在概念阶段做功能知识集成时使用这个知识词库 (模型库)。随着设计阶段的推进，设计师在此基础上演化成新的知识词库。

2.2 阶段成果

序号	成果名称	类型	排名	备注
1	隐性知识文本信息管理系统 (TKTIMP 平台) V1.0	软件著作权	1	已授权
2	车辆 (授权公告号: CN 306801895 S)	专利	1	已授权
3	A tacit knowledge acquisition method for describing the complexity of 3D software interface icon	论文	1	已发布在 SSRN 预印本数据库; 已标注基金号。 由于相关成果投 稿阶段尚未发表, 暂缓公开年度报 告。文末附初稿 1 份。
4	第 12 届先进成图技术与设 计创新大赛一等奖 优秀指导教师	省部级获奖 (上海市教委 主办)	1	/
5	荣获“2022 世界设计之都大 会 上海设计 100+”	省部级获奖 (上海市政府, 市经信委主办)	1	/

(注: 以上成果受谢友柏设计科学研究基金资助)

2.3 学术交流

- (1) 参加 2023.3.11 “谢友柏设计科学研究基金”设计科学研讨会(线上)。
- (2) 参加 2023.3.25 第七届中国工程高峰论坛。
- (3) 参加 2023.4.12 “未·未来”国际教育论坛-主旨论坛&学科研讨&多边论坛(线上)。

附件如下: 支撑材料共 5 份。

中华人民共和国国家版权局
计算机软件著作权登记证书

证书号： 软著登字第10543844号

软件名称： 隐性知识文本信息管理平台
[简称：TKTIMP平台]
V1.0

著作权人： 李雪楠

开发完成日期： 2019年11月01日

首次发表日期： 2020年01月01日

权利取得方式： 原始取得

权利范围： 全部权利

登记号： 2022SR1589645

根据《计算机软件保护条例》和《计算机软件著作权登记办法》的规定，经中国版权保护中心审核，对以上事项予以登记。



No. 11953624



2022年12月19日

(19) 中华人民共和国国家知识产权局



(12) 外观设计专利

(10) 授权公告号 CN 306801895 S

(45) 授权公告日 2021.09.03

(21) 申请号 202130175591.7

(22) 申请日 2021.03.30

(73) 专利权人 上海擎感智能科技有限公司

地址 200030 上海市徐汇区天钥桥路30号
2010-2012室

(72) 设计人 李雪楠 丁伟 胡峰 杨豪树
顾豪

(74) 专利代理机构 上海弼兴律师事务所 31283

代理人 杨东明 何桥云

(51) LOC(13) CI.

12-08



上海设计 SHANGHAI DESIGN 100+



2021-2022年度 上海设计 100+

SHANGHAI DESIGN 100+
2021 - 2022

MoÜ智慧无人零售咖啡车

华东理工大学
李雪楠、丁伟





先进成图技术
创新设计大赛 12th
上图杯

获奖证书

AWARD
CERTIFICATE

编号

S202212321009

华东理工大学 李雪楠 老师：

您指导的工业设计模块学生团队在第十二届“上图杯”先进成图技术与创新设计大赛中获得团体一等奖，特颁发优秀指导教师奖证书，以资鼓励。



论文初稿：

A tacit knowledge acquisition method for describing the complexity of 3D software interface icon

Li Xuenan

School of Art Design and Media, East China University of Science and Technology