

基于知识图谱的情境感知交互设计研究综述

王伟伟¹, 魏婷¹, 余隋怀^{1,2}

(1. 陕西科技大学 设计与艺术学院, 西安 710021; 2. 西北工业大学 工业设计研究所, 西安 710072)

摘要: **目的** 为了厘清情境感知的相关术语概念与研究发展动态, 借助可视化知识图谱分析工具, 对情境感知在交互设计领域的研究进展、研究热点与发展趋势进行分析梳理。**方法** 首先, 从多学科角度梳理情境的定义、情境感知的涵义以及情境化设计方法。其次, 运用文献计量软件 VOSviewer 以及 CiteSpace 对中国知网 CNKI 数据库与 Web of Science 核心合集数据库中的文献数据进行分析。通过 VOSviewer 分析国内情境交互的研究内容与研究热点, 得到情境感知交互设计是目前情境交互领域研究的热点主题。再结合 CiteSpace 对 Web of Science 核心合集数据库中情境感知在交互设计领域的研究发文数量分布、期刊分布、合作国家分布、关键词共现、阶段性前沿热点进行梳理, 总结了情境感知交互设计的研究趋势。**结论** 情境感知和交互设计是近年来情境交互领域的重点研究主题, 呈现逐年增长的研究趋势, 以美国、英国、中国为代表的研究最为集中, 情境感知的研究逐渐从对概念的探究转向人机交互设计, 未来在人机交互领域情境感知的重点研究方向为对情境的感知绩效、设计决策、任务分析可视化方向研究。**关键词:** 情境感知; 人机交互; VOSviewer; CiteSpace; 文献计量;
中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2021)24-0073-11
DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.24.008

Review of Context Awareness Interaction Design Based on Knowledge Mapping

WANG Wei-wei¹, WEI Ting¹, YU Sui-huai^{1,2}

(1. College of Art and Design, Shaanxi University of Science and Technology, Xi'an 710021, China;
2. Industrial Design Institute of Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072, China)

ABSTRACT: In order to clarify the related terminology concepts and research development trends of context awareness, with the help of visual knowledge mapping analysis tools, the research progress, research hotspots and development trends of context awareness in the field of interaction design are analyzed and combed. First, the definition of context is sorted out from a multidisciplinary perspective, the meaning of context awareness and the method of contextual design are sorted out. Second, Using bibliometric software VOSviewer and CiteSpace to analyze the literature data in CNKI database of China National Knowledge Internet and Web of Science core collection database. Through VOSviewer analysis of domestic contextual interaction research content and research hotspots, it is concluded that context awareness interaction design is a hot topic in the field of contextual interaction. Then combined with CiteSpace to sort out the number of publications, journal distribution, cooperative country distribution, keyword co-occurrence, and staged frontier hotspots of context awareness in the Web of Science core collection database in the field of interaction design, and summarize the research on context awareness interaction design trend. Context awareness and interaction design have been the key research topics in the field of contextual interaction in recent years, an increasing research trend is showed year by year. Researches represented by the United States, the England, and China are the most concentrated. The research on context awareness has gradually shifted from conceptual exploration to human-computer interaction. In the future, the key research direction of context awareness in the field of human-computer interaction is the study of context awareness performance, design decision-making, and task analysis visualization.

收稿日期: 2021-07-09

基金项目: 陕西省创新能力支撑计划资助项目(2021PT-025); 陕西高校“青年杰出”人才支持计划项目(2020-50)

作者简介: 王伟伟(1983—), 男, 山西人, 博士, 陕西科技大学设计与艺术学院教授, 主要研究方向为工业设计。

KEY WORDS: context awareness; human-computer interaction; VOSviewer; CiteSpace; bibliometrics

随着计算机科学与人工智能技术的不断发展和完善,产品设计逐渐由信息化走向智能化,人机交互的方式也由传统的单一模态交互逐渐向多模态交互方向发展。虽然现有人工智能产品能够为人们提供多样化且便利的服务,但是多数产品都是在被动地接收用户指令之后提供信息服务,而对用户当下所处的情境信息缺乏理解,容易造成用户体验差的后果。被动的、机械化的人机交互已经无法满足人们的需求,如何为用户提供智能化的、主动式服务成为提升用户体验的关键。因此,情境感知对于人机交互设计的重要性日益显著。智能系统通过对情境的敏锐感知,更好地理解用户所处的情境,预测用户的意图并做出及时的反馈,成为判断人工智能产品智能化程度、提升用户体验的关键依据^[1]。梳理情境感知在交互设计中的研究动态及热点研究方向,运用文献计量方法将情境感知研究进展与研究热点进行可视化呈现,对于更好地掌握学术前沿动态,把握学科发展走向具有重要的现实意义。

1 情境感知的相关概念释义

1.1 情境的定义

情境的概念在中英文语境中均有多种表达,在中文的表达中有“情境”“情景”,英文中经常使用“Context”“Situation”,容易造成在理解和应用上的困扰。梳理不同学科对于情境的定义,便于更好地理解设计学科中情境的概念。情境的概念出现在美

学、语言学、社会学、心理学、情报学与计算机科学等学科中^[2-3],多学科下情境的概念梳理见表1。

早在18世纪,黑格尔从美学角度提出“情境(Situation)”一词^[4],源自“戏剧情境(Situation of play)”,指的是戏剧或艺术中展示的人物与动作的环境。在语言学中的“情境”^[5],一般英文中使用“Context”,也称为“上下文”或“语境”。在社会学中“情境”指个体行为与文化相结合的共同体^[6-7]。在认知心理学中“情境”是问题的物理结构与概念结构,也是活动意向与社会环境^[8]。情境出现在计算机领域是源于对普适计算(Ubiquitous Computing)的研究,用来描述实体情况的集合^[9-10]。在设计领域,“情境”被定义为共同表征某种情况的一组信息的集合,在该情境下期望产品或设备可以以适当的交互方式呈现来满足用户的需求,并且,情境会随着人的需求变化而发生变化^[11-13]。

1.2 情境感知的定义

情境感知是在情境认知过程中的信息处理环节^[14],关于情境感知的定义,最早由 Endsley M R^[15]在1988年的人类因素学会上提出,他认为情境感知是对一定时间、空间内的环境信息的感知、理解,并进一步预判这些信息的变化状况。情境感知逐渐成为学术研究热点是自 Mark Weiser 1991年正式提出普适计算(Ubiquitous Computing)的概念之后。情境感知是衡量产品智能程度的一个重要角度,1994年,Schilit等人^[16]提出通过计算机程序感知不断变化的环境并

表1 多学科下情境的概念梳理
Tab.1 Conceptual combing of context in multidisciplinary

情境	学科	提出者	时间	情境定义
Situation	美学	黑格尔	18世纪	情境是指戏剧或艺术中所展示的人物行为与动作的环境
Context	语言学	Firth	1957年	指语境,上下文;Firth提出内外结合的语境,“情景语境”(Context of situation)和“文化语境”(Context of culture)
Situation	社会学	Albert Bandura	1987年	情境不单单是指客观的刺激环境,同时也是个体对客观情境的认知,即主体、行为、环境3种因素交叉互动才构成了人的行为
		William I Thomas	1996年	人类行为与文化相结合的可供观察的共同体
Situation	心理学	Barbara Rogoff	1990年	情境既是问题的物理结构与概念结构,也是活动的意向与问题嵌入其中的社会环境
Situation	计算机科学	Anind K Dey	2001年	情境指任何可以被用来描述实体情况的信息的集合。实体的信息包含人、产品、人与产品交互的时间、位置、活动等所有信息因素
Context		Bazire 和 Brezillon	2005年	情境是一些影响系统行为的约束,具有本性和结构
Context	设计学科	Schilit	1994年	情境包括人当时所处的位置、客观存在的物体以及这些事物和人之间的联系
		柳冠中	2006年	情境由某人、某时、某环境、该环境下具体的需求共同组成
Scenario		谭浩	2006年	情境是指人在一定的环境和条件下进行某种活动的相关因素和信息的总和,是一种在记忆中构建的心理表征

描述该环境下的用户行为,再根据这些变化和用户行为提供符合用户需要的服务。2001年,Dey^[17]将情境感知系统定义为使用情境数据向用户提供重要信息或服务的系统,其中给定信息的相关性取决于用户任务。2004年,BYUN H E 等人^[18]认为情境感知意味着系统能够提取、解释和使用情境信息,并使其功能适应当前的使用情境。Liu A 等人^[19]认为情境感知是指产品能够准确地解释其所处的独特环境,从而有目的地执行适当的操作,并提出指导情境感知产品设计的生物启发式设计框架(BID-SP),利用生物系统的情境感知逻辑提出智能产品设计框架,以提高智能产品的情境感知能力。

1.3 情境化设计方法

情境化设计是一种以用户为中心的结构化设计的过程,包含了需求获取和解决方案阶段、产品定义和概念验证阶段。情境化设计最初由心理学家 Karen Holtzblatt^[20]在 DEC 工作时提出,她认为工作中需要一个结构化的设计流程辅助设计团队整合各个领域的有效信息。之后她开发了情境化设计模式^[21-22],用于捕获设计团队中关于用户任务情境的讨论,让团队中的所有成员都能清楚地了解到任务情境的各个要素。情境化设计在人机交互领域得到快速发展,对于用户需求到设计需求的转化提供了一定的严谨性和结构性支撑。情境化设计的流程总共分为 8 个步骤,分别为:(1)实地进行情境访谈。情境访谈有助于在设计前期了解用户的真实身份及工作方式,区别于其他访谈方式,情境访谈是在用户工作时观察用户,并在用户开展行为动作时询问用户的目的,形成对用户工作的真实解读,达成用户与设计师的统一共识。(2)团队解读数据,找到关键问题。将整个设计团队成员聚集起来一起观看采访的过程,共同解读数据信息,分享设计的观点,有助于下一步绘制工作模式图。(3)制定工作模式亲和图。通过不同方式的工作模式图记录用户的工作结构,从而找到用户行为的意图和动机。(4)视觉化手段重新设计。建立用户画像,使得典型用户具备真实性,帮助设计团队规划愿景。(5)用故事板还原角色及任务细节。故事板可以描述用户如何在系统中完成任务,并且可以呈现用户的任务步骤。(6)设计用户环境,确保设计出的结构是适合于用户的。(7)通过纸质原型进行模拟访谈。(8)最终的交互和视觉设计。

2 数据来源与方法

2.1 数据来源与分析工具

分析国内外学者关于情境感知在交互中的研究数据,以中国知网 CNKI 以及 Web of Science 为数据检索平台。国内文献以中国知网数据库期刊论文为来源,国外文献以 Web of Science 核心合集数据库为来

源。本文采用 VOSviewer (1.6.17 版本)与 CiteSpace (5.8.R3 版本)两种软件作为分析工具,将国内外文献库检索导出的文献进行可视化知识图谱分析。CiteSpace^[23]和 VOSviewer^[24]均为目前广泛使用的知识图谱绘制软件工具,VOSviewer 操作简单,能够对所选科学文献构建关键信息共现网络与密度分析,CiteSpace 能够通过对时间切片的处理对文献共引情况进行分析,并且可以呈现关键信息的发展趋势动态。因此,结合两种分析软件对筛选的文献进行可视化分析,可以更清晰地掌握情境感知在交互设计领域的研究进展与发展趋势^[25-27]。

2.2 数据分析思路

数据分析采用先发散后收敛的递进结构进行分析,主要分为两个步骤。第一步,分析国内“情境”与“交互”相关文献数据,得到情境交互方面的研究进展,确定情境交互在设计科学的研究热点为“人机交互”与“情境感知”。具体检索步骤为:在中国知网 CNKI 数据库中以主题词“情境”“情景”“交互”为检索词,通过精确匹配的方式对主题词进行检索,在来源类别中筛选 SCI 来源期刊、EI 来源期刊、北大核心、CSSCI、CSCD 期刊,共检索到中文学术期刊文献 1344 篇,剔除其中作者缺失文献 3 篇,最终剩余 1341 篇文献作为研究的基础数据。第二步,分析 Web of Science 核心合集数据库中,以主题词“context-aware”and“interaction design”,“context awareness”and“interaction design”,“situation awareness”and“interaction design”两组词汇分别进行 3 次检索,并在高级检索式生成器中进行 3 次检索的合并,使用“or”作为合并逻辑,筛选 1210 篇文献并导出“全纪录与引用的参考文献”作为研究的基础数据。文献数据来源检索信息见表 2。

3 基于 CNKI 数据库的情境交互文献计量分析

3.1 发文数量与年度分布

发文数量是研究持续性与关注度的体现,发文数量越多,持续时间越久,代表该领域的研究关注度越高,发展越快^[28]。结合中国知网自有文献计量分析系统,对文献的发文数量、主题词分布情况进行统计分析。可以看到,情境交互类文献随着时间变化呈现逐年递增的趋势,国内情境交互发文量年度趋势见图 1。尤其是从 2010 年开始,每年文献发表数量均达到 50 篇以上,2020 年发文量达到 130 篇以上,呈现急速增长趋势,可见近 10 年来关于情境交互的研究成为学者关注的热点内容。

3.2 关键词共现分析

关键词可以体现研究的主要内容,关键词共现的

表2 文献数据来源检索信息

Tab.2 Literature data source retrieval information table

	中文检索内容	外文检索内容
数据来源	中国知网 CNKI 数据库	Web of Science 核心合集数据库
检索格式	主题=“情境” or “情景” and “交互”	主题=“context-aware” and “interaction design”; or “context awareness” and “interaction design”; or “situation awareness” and “interaction design”
文献语种	中文	英文
文献类型	SCI 来源期刊、EI 来源期刊、北大核心、CSSCI、CSCD 期刊	Article
文献筛选	剔除作者信息缺失文献	剔除重复文献
精炼结果	1341	1210

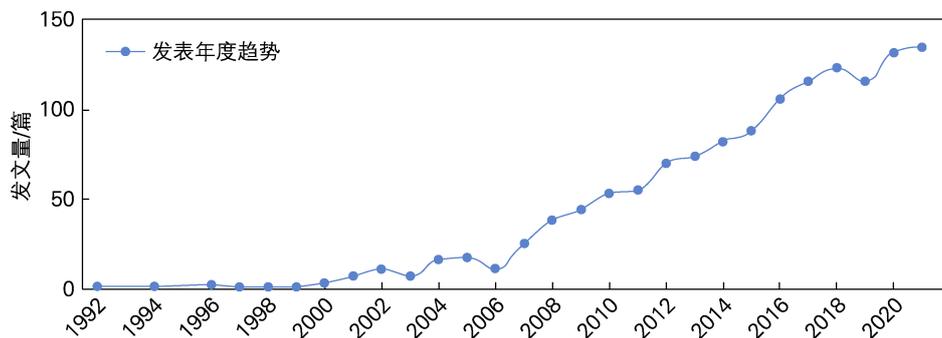


图1 国内情境交互发文量年度趋势

Fig.1 The annual trend of domestic contextual interactive postings

次数越高,代表在该领域中研究主题越聚焦,反映了研究者在该领域关注的热点方向。采用 VOSviewer 对 1341 篇知网文献进行关键词共现分析,得到情境交互领域前 20 个共现关键词,见表 3。可以看到,人机交互、交互设计、用户体验与情境感知是情境交互研究领域热度最高的词,说明在包含情境的交互领域研究中,主要是人机交互与交互设计,并且情境感知与用户体验密切相关。情境感知能力是衡量人机交互智能化程度的标准,也是判断用户体验满意度的关键指标。罗仕鉴等人^[29]提出了用户体验设计的情境维度,分别是问题情境、求解情境、结果情境,并构建

表3 情境交互领域前 20 个共现关键词
Tab.3 Top 20 co-occurring keywords in contextual interaction

序号	关键词	共现次数	序号	关键词	共现次数
1	人机交互	37	11	交互	15
2	交互设计	36	12	具身认知	15
3	用户体验	35	13	泛在学习	15
4	情境感知	31	14	移动学习	14
5	情境	31	15	交互作用	14
6	虚拟现实	24	16	学习环境	13
7	深度学习	23	17	教学模式	12
8	人工智能	20	18	时间压力	12
9	交互性	19	19	教育游戏	11
10	增强现实	17	20	设计	11

了基于 UED 的人机交互情境模型,以手机界面设计为例验证了基于情境的用户体验设计方法的有效性。辛向阳^[30]基于戏剧五位一体的启发,提出交互设计的 5 个要素,包含人、动作、工具或媒介、目的、场景,强调交互设计的逻辑规律从关注事物的物理逻辑转向关注人的行为逻辑,突出人的行为是受到情境、情感等多因素的影响。胡飞^[31]对用户体验与体验设计进行了概念溯源、概念辨析,同时对学科逻辑进行了梳理,将体验设计与用户体验进行了界限划分,提出但凡涉及人工界面的交互都属于用户体验范畴,而不依赖人工界面的交互则属于体验设计范畴。他认为体验设计的研究对象比用户体验更广泛,关注范围也由交互的过程延展到整个活动中。梁峭^[32]针对车载智能交互情境下的汽车内室设计要素进行了研究,归纳了未来内室体验的趋势,包含空间回归、行为升级、情境感知以及品牌强化,并指出情境感知是汽车内室智能化的重要步骤,可以减少内室人机的显性交互,使汽车成为承载多种环境类型的智能系统。

同时,绘制国内情境交互关键词共现标签视图,见图 2。标签视图呈现了研究的热点趋势,圆圈越大说明该研究成果越多,关键词共现次数越高。圆圈越靠近中心区域,说明该关键词越重要。两个圆圈越靠近,说明这两类关键词的关联性越强。关键词的色彩越靠近黄色,越说明是最近的热点研究内容。可以看出,用户体验、虚拟现实、深度学习、人工智能是情境交互领域的热点研究方向。谭浩等人^[33]结合 5W1H

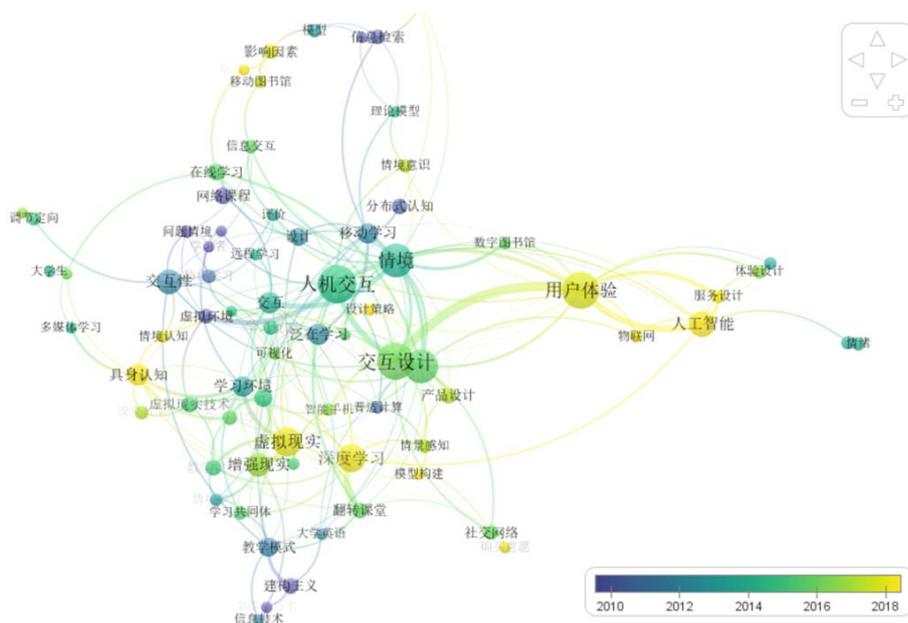


图 2 国内情境交互关键词共现标签视图

Fig.2 Keyword co-occurrence overlay visualization of domestic contextual interaction

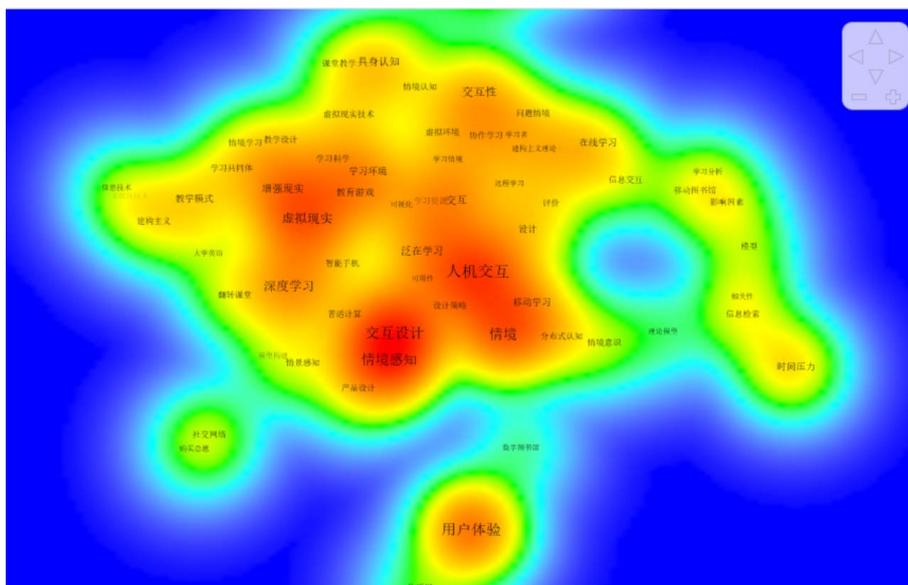


图 3 国内情境交互关键词共现密度视图

Fig.3 Keyword co-occurrence density visualization of domestic contextual interaction

的设计思维构建情境组织模型，将设计情境与使用情境进行关联，以更好地满足用户需求，提升用户体验。窦金花^[34]对于情境分类、多维数据挖掘、多维数据可视化的理论与方法进行了研究，提出了针对产品服务系统创新流程的情境感知研究框架，建立了智能化的可视化系统模型，实现了更有效的用户心智模型与概念设计的匹配，以提升用户体验。李小平等人^[35]分析了虚拟现实和增强现实的学习情境特性，提出用户情境、技术情境、服务情境和资源情境 4 个基本维度，借助人工智能技术归纳了 3 种基于虚拟现实和增强现实情境下学习交互设计的类型。

3.3 研究热点分析

绘制国内情境交互关键词共现密度视图，见图 3，可以发现研究领域的重点及主题词的热度。每个颜色代表不同的密度分布，蓝色、绿色、黄色、红色分别表示密度越来越高，即红色区域的内容为研究趋势的热点内容。可见，“交互设计”“情境感知”是国内情境交互领域的研究热点。

在交互设计方面，主要包含人机交互以及界面交互，包括交互设计的研究进展综述、考虑情境因素的交互设计方法、情境因素对用户体验的影响几个方面的研究。Sheridan T B^[36]回顾了人机交互（Human-

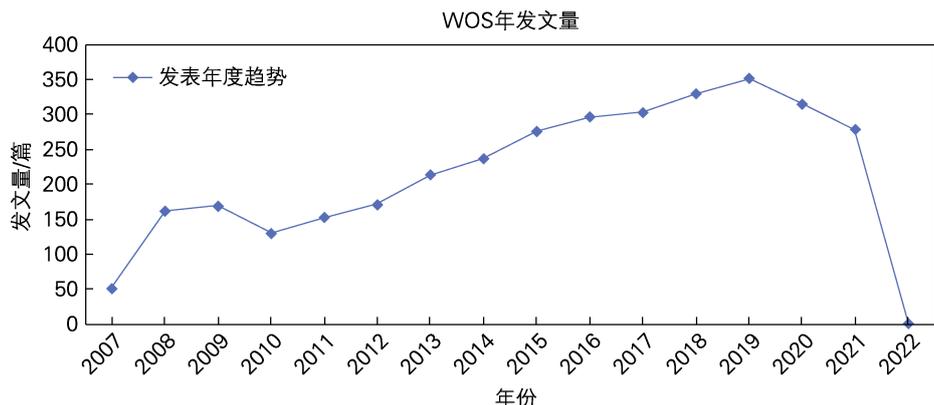


图4 情境感知交互设计发文数量与时间分析

Fig.4 Analysis of the number and time of postings in context awareness interactive design

robot interaction) 的研究现状, 并描述了人机交互在 4 个应用领域的发展以及人为因素研究面临的挑战。机器人将人工智能技术融入许多领域中, 包含了制造业、航空、航海、医疗、农业、教育等。Koen 等人^[37]研究了汽车外部人机界面对行人过马路意图的影响, 通过 28 位参与者使用头戴式显示器从行人角度体验城市道路环境, 证明了如果自动驾驶汽车使用 eHMI 显示其意图, 可以增加行人与自动驾驶汽车交互的安全性和效率。张军等人^[38]提出了一种基于情境模型的可穿戴设备手势交互设计的方法, 阐述了环境情境、用户情境和设备情境要素与手势交互设计内容的映射关系, 提出可穿戴设备手势交互设计情境模型。程玖平等人^[39]提出了以感官的刺激、新的交互方式、情境化的刺激为主要方式塑造新的交互情绪体验方法, 创造更加纯粹的交互设计情绪体验。

在情境感知方面, 主要涉及对情境感知理论的研究、对情境感知技术的研究, 以及在智能产品及交互界面设计上情境感知的交互模型的研究。Jian S^[40]基于情境感知理论, 描述了情境感知机制, 为建立相应的情境感知系统模型提供了参考, 满足了用户在认知模型过程中的情境感知需求。通过用户情境感知机制构建情境感知交互设计模型。丁满等人^[41]提出一种运用情境感知技术识别当前环境信息, 识别用户无意识行为的主动服务用户的方法, 以提高服务机器人的主动性和环境实用性, 提升用户愉悦感和满意度。Chi Zhang 等人^[42]将 UrbanVR 系统应用到情境感知型的城市设计中, 帮助建筑师在虚拟现实环境中评估设计, UrbanVR 系统包含了平行坐标图设计、以自我为中心的交互、视点优化算法, 帮助用户进行情境感知。曾丽霞^[43]将情境感知与交互设计进行融合, 应用在智能穿戴设备中, 提出了情境感知的交互原则以及不同情境因素下的设计策略, 推进智能穿戴设备从技术驱动转为用户体验驱动的发展。Pribeanu C 等人^[44]提出了在多种使用环境中支持的建模任务, 利用单元任务的概念确认传统任务模型中的情境相关部分以及情境敏感部分, 之后使用大量的任务模型表示法来检查

这些配置, 以便将情境相关任务建模为一个整体。Frees S^[45]提出了一种基于情境驱动的交互模型, 将情境信息表示为用户界面中可以量化的组件, 并通过分离情境识别、情境表示和交互来支持情境相关应用程序的开发。

4 情境感知交互设计研究趋势热点

4.1 文献数量年度分布

以上文中得到的研究热点“情境感知”“交互设计”为研究主题, 分析 Web of Science 核心合集数据库中相关文献的数据。情境感知交互设计发文数量与时间分析见图 4, 自 2010 年开始, 情境感知在交互设计领域的文献呈现逐年增长的趋势, 并在 2019 年达到峰值, 年发文量超过 350 篇, 说明情境感知方面的研究在近 10 年来受到持续关注, 并从快速发展阶段转向成熟阶段。

4.2 情境感知交互设计期刊分布

通过 VOSviewer 分析情境感知交互设计期刊来源分布, 见表 4, 得到排名前 10 的期刊。《Human Factors》

表 4 情境感知交互设计期刊来源分布
Tab.4 Source distribution of context awareness interaction design journals

序号	期刊来源	文献数量	引用数量
1	Human Factors	29	1593
2	IEEE Access	18	144
3	IEEE Transactions on Human-machine Systems	13	327
4	Ergonomics	12	551
5	International Journal of Human-computer Studies	12	165
6	Personal and Ubiquitous Computing	12	115
7	International Journal of Industrial Ergonomics	10	145
8	Applied Ergonomics	10	101
9	Sensors	10	153
10	Cognition Technology and Work	9	51

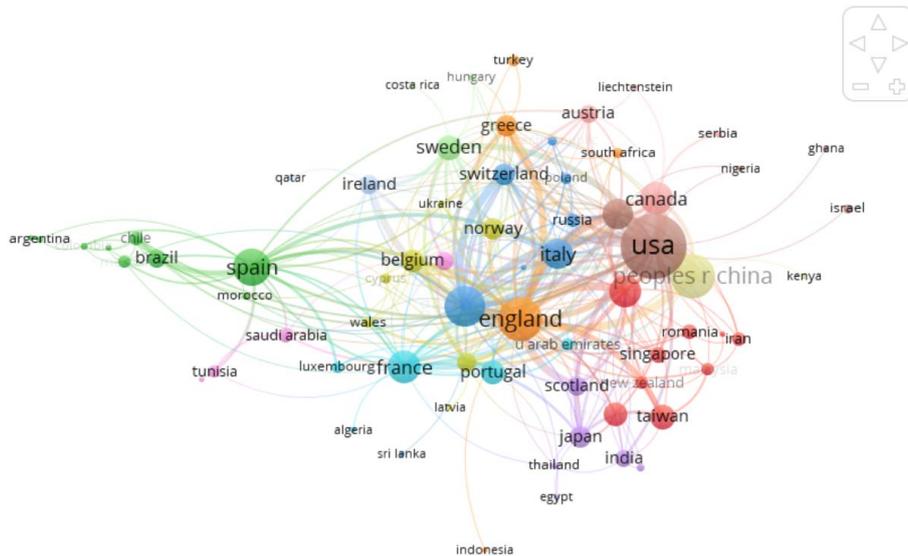


图 5 情境感知交互设计合作国家共现分析

Fig.5 Co-occurrence analysis of cooperative countries in context awareness interaction design

《IEEE Access》《IEEE Transactions on Human-machine Systems》《Ergonomics》《International Journal of Human-computer Studies》分别为排名前 5 的期刊，其中《Human Factors》的发文量达 29 篇，引用次数 1593 次，位列第一名。该期刊涉及行为科学、心理学、人体工程学等学科，主要发表有关人与技术、工具、环境和系统之间关系的理论和实践进展。关注人的能力和局限性的基本知识，通过对人的认知、行为、情感和动机等内容的解释提出设计原则，最终改善人机界面系统，给人们带来更安全有效的体验，主要集中在人因工程学角度对于情境感知交互设计的研究。

4.3 情境感知交互设计合作国家分析

情境感知交互设计合作国家共现分析见图 5，由分析可得，美国、英国、中国、德国、西班牙为发文数量前 5 的国家。情境感知交互设计合作国家发文数量排名见表 5，其中美国的文献数量达到 282 篇，引用数量为 5436 次，明显高于其他国家的数据，是研

究情境感知交互设计的主要阵地。从合作关系来看，美国与中国合作最为密切，其次是加拿大和德国；中国与美国、英国的合作较为密切。

4.4 情境感知交互设计关键词共现分析

采用 VOSviewer 对 1210 篇 Web of Science 核心合集数据库文献进行关键词共现分析，以每个关键词最低出现 10 次为标准进行筛选，共得到 117 个关键词，绘制情境感知交互设计关键词共现聚类视图，见图 6，共分为 5 个聚类区域。聚类 1（红色）表示情境感知在概念相关方面的发展，包含普适计算、交互设计与环境智能，处于较为早期的发展阶段，由普适计算的发展推动情境感知概念的普及，并逐渐引入交互设计领域。聚类 2（绿色）表示情境感知在技术应用上的发展，包含增强现实、推荐系统、可视化、机器学习。增强现实是情境感知的有效工具，推荐系统、机器学习是情境感知技术的载体与场景，可视化是在情境感知服务过程中的呈现手段。聚类 3（蓝色）表示情境感知在计算机科学方面的发展，包含人与机器人的交互、自动化、信任，这一部分是当前研究情境感知交互的主要热点方向，包含研究人与机器人在交互时的信任关系、协同关系以及人机融合的发展。聚类 4（黄色）表示情境感知与人相关的研究，包含人机交互、移动计算、可穿戴计算，在移动设备及可穿戴设备的交互中比较集中。

聚类 5（紫色）表示情境感知的信息沟通关系，包含人与机器人的沟通、人与计算机的信息传递。绘制情境感知交互设计关键词共现标签视图，见图 7，情境感知和人机交互的圆圈最大，说明该研究成果最多，关键词共现次数也最高。情境感知处于标签视图的中心区域，说明情境感知是最重要的关键词。在图中情境感知的色彩由 context-awareness 到 situation

表 5 情境感知交互设计合作国家发文数量排名

Tab.5 Context awareness interaction design cooperation countries ranking by number of publications

序号	国家	文献数量	引用数量
1	美国	282	5436
2	英国	124	1919
3	中国	123	731
4	德国	101	906
5	西班牙	87	535
6	加拿大	64	729
7	法国	63	398
8	澳大利亚	60	714
9	意大利	57	553
10	荷兰	56	770

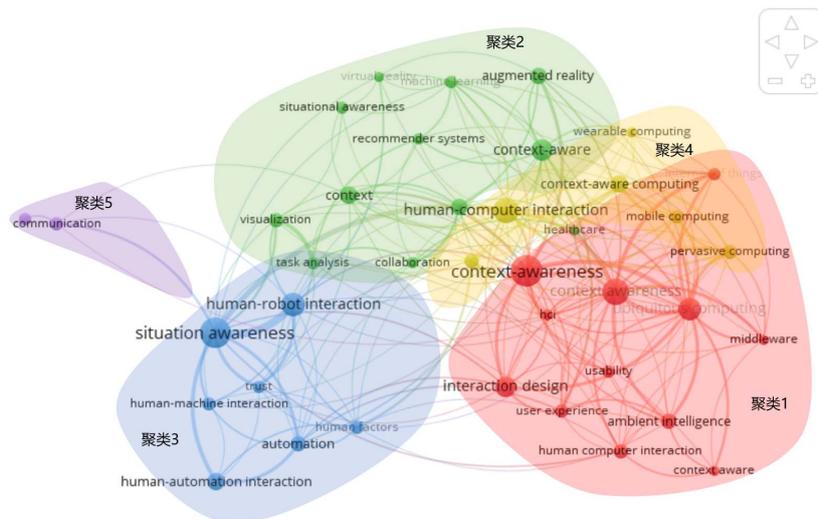


图 6 情境感知交互设计关键词共现聚类视图

Fig.6 Keyword co-occurrence network visualization of context awareness interaction design

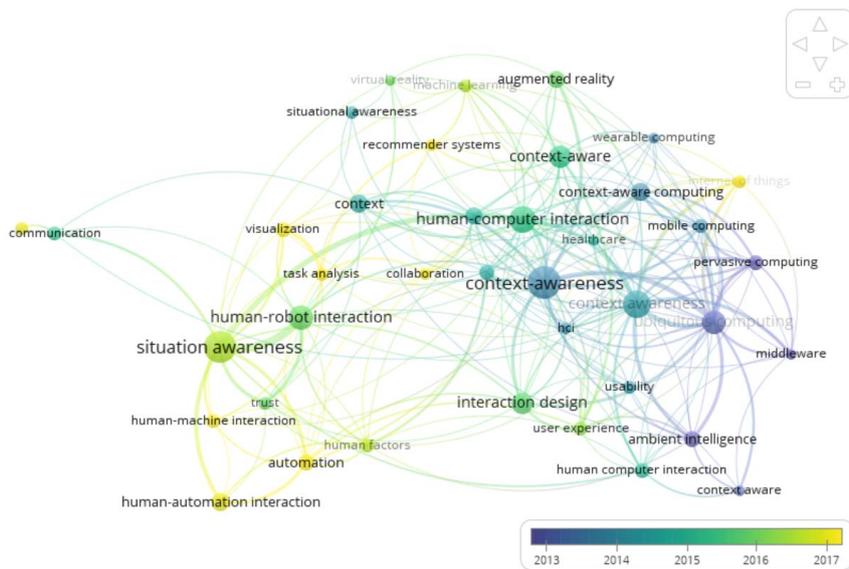


图 7 情境感知交互设计关键词共现标签视图

Fig.7 Keyword co-occurrence overlay visualization of context awareness interaction design

awareness 越来越接近黄色，说明 situation awareness 是最近的热点研究内容，人们对于情境的关注逐渐转向更全面、更多样的方向发展，从对概念的探究转向与人的交互关系的研究，再逐步转向基于情境感知的人机交互的自动化与任务分析可视化方向研究。

4.5 情境感知交互设计阶段性前沿分析

针对 VOSviewer 分析的情境感知交互设计关键词共现标签视图(如图 7)只能显示整体的研究热点，不能呈现这些热点随着时间变化的情况，因此对于热点的分析较为笼统。结合 CiteSpace 分析关键词突现情况，根据时间切片对关键词进行定量分析，突变关键词可以清晰、直观地呈现学术前沿。对情境感知交互设计最强突变关键词的前 12 位进行分析，情境感知交互设计突变关键词见图 8，可以得到以下 4 个突

变阶段。

1) 2007—2012 年突变关键词为情境感知、普适计算、环境智能、人机交互。在这一阶段，情境感知主要与普适计算、环境智能密切相关。环境智能是在普适计算概念下提出的，普适计算强调计算机设备与环境融为一体，显性的计算机逐渐隐藏在形态更小、连接更紧密的设备中。环境智能^[46]设备之间通过协作辅助人们完成相应的行为与任务，再经由这些感应反馈到给人信息的电子环境中。

2) 2013—2015 年突变关键词为设计、情境感知。Park J 和 Lee K H^[47]分析了情境感知服务的 7 种设计模式，并设计了一个编程模型，可以使用户能够构建他们喜欢的情境感知服务。Kabir M H 等人^[48]研究出了智能家居情境感知应用的开发方法，通过计算用户的情境信息主动提供适当的服务。沈旺等人^[49]基于情

Top 12 Keywords with the Strongest Citation Bursts

Keywords	Year	Strength	Begin	End	2007-2022
Context awareness	2007	3.29	2007	2016	
Pervasive computing	2007	3.06	2007	2012	
Ambient intelligence	2007	2.91	2008	2012	
Human-computer interaction	2007	4.82	2012	2015	
Design	2007	5.79	2013	2015	
Context aware	2007	2.87	2014	2015	
Decision making	2007	4.5	2015	2017	
Model	2007	3.69	2016	2019	
Supervisory control	2007	3.42	2017	2018	
Human-automation interaction	2007	2.95	2017	2018	
Human-robot interaction	2007	3.65	2018	2019	
Task analysis	2007	5.28	2020	2022	

图 8 情境感知交互设计突变关键词

Fig.8 Keywords with the Strongest Citation Burst map of context awareness interaction design

境感知的用户推荐系统进行了文献综述,分析了用户推荐系统各个功能模块的实现技术及方法,全面梳理了用户推荐系统的研究进展、关键技术发展与未来研究热点。

3) 2016—2019 年突变关键词为设计决策、模型、监督控制、人机(自动化)交互、人机(机器人)交互。在这一阶段,情境感知逐渐从关注情境本身转为关注人机交互,更关注交互的设计决策与模型。从传统的人—机器交互转向人—机器人交互, Selkowitz A R 等人^[50]执行双重监控任务,在监控智能、自主机器人队友的同时,进行虚拟环境威胁检测,以评估参与者对机器人的情境感知、信任、认知处理以及机器人显示器的可感知程度,研究发现代理透明度(SAT)对情境感知、认知和认知处理有显著影响。周朴雄等人^[51]考虑到情境的用户偏好模型,提出通过 BP 神经网络算法预测不同情境下用户对信息的偏好,从而实现信息个性化推荐。

4) 2020—2022 年突变关键词为任务分析。这一阶段由于还在持续研究中,所以目前仅显示任务分析这一个关键词。李君等人^[52]分析归纳了认知任务分析(CTA)的理论与工具,提出从认知任务分析的视角研究智能系统的交互界面设计,验证了认知任务分析方法在复杂智能交互设计场景的普适性。刘晓艳等人^[53]提出一种融合情境感知的矩阵分解推荐算法以提高个性化推荐的准确度。王小雪等人^[54]面对在线社交用户存在的移动性、复杂性和实时性特征,提出了一种基于用户群体任务分配的架构及分配算法,以更准确地为用户分配合适的任务,提高用户满意度。

5 结语与展望

对情境感知的程度决定了系统或设备的智能化程度,同时也是影响用户体验的前置条件。本文梳理了情境感知的相关概念、情境信息分类以及情境感知

技术的应用场景,总结了情境感知系统框架图。通过对国内外情境感知交互设计的文献进行计量化分析,综合运用 VOSviewer、CiteSpace 软件进行知识图谱的可视化呈现。从发文量的角度来看,基于情境感知的交互设计研究呈现逐年增长的趋势,文献主要分布在以《Human Factors》为代表的期刊上,以美国、英国、中国为主要的研究阵地,同时美国与中国的合作关系非常密切。未来在人机交互领域情境感知的重点研究方向为人与机器人交互时对情境的感知研究、机器人或系统对情境感知的设计决策分析、人机交互时基于情境感知的任务分析可视化研究。

参考文献:

- [1] 薛澄岐,王琳琳. 智能人机系统的人机融合交互研究综述[J]. 包装工程, 2021, 42(20): 112-124.
XUE Cheng-qi, WANG Lin-lin. Review of Human-computer Integration Interaction in Intelligent Human-computer System[J]. Packaging Engineering, 42(20): 112-124.
- [2] 张广斌. 情境与情境理解方式研究: 多学科视角[J]. 山东师范大学学报(人文社会科学版), 2008(5): 50-55.
ZHANG Guang-bin. On the Situation and Its Model of Comprehension: A Multiperspective Study[J]. Journal of ShanDong Normal University (Humanities and Social Sciences), 2008(5): 50-55.
- [3] 苏敬勤,张琳琳. 情境内涵、分类与情境化研究现状[J]. 管理学报, 2016, 13(4): 491-497.
SU Jing-qin, ZHANG Lin-lin. Context Concept, Classification and Current Situation of Contextualization[J]. Chinese Journal of Management, 2016, 13(4): 491-497.
- [4] 朱光潜. 西方美学史[M]. 北京: 人民文学出版社, 1979.
ZHU Guang-qian. History of Western Aesthetics[M]. Beijing: People's Literature Publishing House, 1979.
- [5] Firth J R. Papers in Linguistics 1934-1951[J]. Language, 1957, 34(4): 1-10.

- [6] Bandura A, Cliffs N. Social Foundations of Thought and Action: Cognitive Theory[M]. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 1987.
- [7] Thomas W I, Znaniecki F, Zaretsky E. The Polish Peasant in Europe and America: A Classic Work in Immigration History[M]. University of Illinois Press, 1996.
- [8] 黄瑾. 走向文化生态取向的教师发展研究——来自人类发展文化本质理论的启示[J]. 学前教育研究, 2009(1): 31-34.
HUANG Jin. Research of Teacher Development from the Perspective of Theory on the Cultural Nature of Human Development[J]. Studies in Preschool Education, 2009(1): 31-34.
- [9] Dey A K. Understanding and Using Context[J]. Personal and Ubiquitous Computing, 2001, 5(1): 4-7.
- [10] P Brézillon, Cavalcanti M. Modeling and Using Context[J]. The Knowledge Engineering Review, 2001, 13(2): 185-194.
- [11] Schilit B, Adams N, Want R. Context-Aware Computing Applications[J]. Proceedings of the Workshop on Mobile Computing Systems & Applications, 1994, 12(8): 85-90.
- [12] 柳冠中. 事理学论纲[M]. 长沙: 中南大学出版社, 2006.
LIU Guan-zhong. An Outline of Science of Affairs[M]. Changsha: Central South University Press, 2006.
- [13] 谭浩. 基于案例的产品造型设计情境知识模型构建与应用[D]. 长沙: 湖南大学, 2006.
TAN Hao. Case-based Scenario Knowledge Model Construction and Application in Product Form Design[D]. Changsha: Hunan University, 2006.
- [14] 刘伟, 袁修干. 人机交互中情境认知的理论与应用[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2005.
LIU Wei, YUAN Xiu-gan. The Theory and Application of Situational Cognition in Human-Computer Interaction[M]. Beijing: China Science and Technology Press, 2005.
- [15] Endsley M R. Design and Evaluation for Situation Awareness Enhancement[J]. Proceedings of the Human Factors Society Annual Meeting, 1988, 32(2): 97-101.
- [16] Schilit B N, Adams N, Want R. Context-Aware Computing Applications[C]. Santa Cruz: First Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, 1994.
- [17] Dey A K, Abowd G D, Salber D. A Conceptual Framework and A Toolkit for Supporting the Rapid Prototyping of Context-Aware Applications[J]. Human-Computer Interaction, 2001, 16(2): 97-166.
- [18] Byun H E, Cheverst K. Utilizing Context History to Provide Dynamic Adaptations[J]. Applied Artificial Intelligence, 2004, 18(6): 533-548.
- [19] Liu A, Teo I, Chen D, et al. Biologically Inspired Design of Context-Aware Smart Products[J]. Engineering, 2019, 5(4): 637-645.
- [20] Holtzblatt K, Beyer H. Making Customer-centered Design Work for Teams[J]. Communications of the Acm, 1993, 36(10): 92-103.
- [21] 凯伦·霍尔兹布拉特, 休·拜尔. 情境交互设计: 为生活而设计(第二版)[M]. 北京: 清华大学出版社, 2019.
Holtzblatt K, Beyer H. Contextual Design: Design for Life[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2019.
- [22] Holtzblatt K, Wendell Jessamyn B W, et al. Rapid Contextual Design: A How-to Guide to Key Techniques for User-Centered Design[J]. Ubiquity, 2005(5): 3.
- [23] CHEN C. CiteSpace II: Detecting and Visualizing Emerging Trends and Transient Patterns In Scientific literature[J]. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2006, 57(3): 359-377.
- [24] Van Eck N J, Waltman L. Software Survey: VOSviewer, A Computer Program for Bibliometric Mapping[J]. Scientometrics, 2010, 84(2): 523-538.
- [25] 宋玲玲, 郭晶晶. 科学知识图谱视角下国内外数字人文领域研究分析[J]. 图书馆杂志, 2020, 39 (7): 26-36.
SONG Ling-ling, GUO Jing-jing. Comparative Analysis of Digital Humanities Research at Home and Abroad in View of Scientific Knowledge Map[J]. Library Journal, 2020, 39(7): 26-36.
- [26] 王愉, 辛向阳, 虞昊, 等. 服务设计文献计量可视化分析[J]. 南京艺术学院学报(美术与设计), 2021, 194(2): 99-105.
WANG Yu, XIN Xiang-yang, YU Hao, et al. Bibliometric Visual Analysis of Service Design[J]. Journal of Nanjing University of the Arts (Fine Arts and Design), 2021, 194(2): 99-105.
- [27] 花龙雪, 吴应良. 基于 CNKI 文献计量分析的过程挖掘研究评述与展望[J]. 管理学报, 2021, 18(6): 938-948.
HUA Long-xue, WU Ying-liang. Review and Prospect of Process Mining Research Based on CNKI Bibliometric Analysis[J]. Chinese Journal of Management, 2021, 18(6): 938-948.
- [28] 高云峰, 徐友宁, 祝雅轩, 等. 矿山生态环境修复研究热点与前沿分析——基于 VOSviewer 和 CiteSpace 的大数据可视化研究[J]. 地质通报, 2018, 37(12): 2144-2153.
GAO Yun-feng, XU You-ning, ZHU Ya-xuan, et al. An Analysis of the Hotspot and Frontier of Mine Eco-environment Restoration Based on Big Data Visualization of VOSviewer and CiteSpace[J]. Geological Bulletin of China, 2018, 37(12): 2144-2153.
- [29] 罗仕鉴, 朱上上, 应放天, 等. 手机界面中基于情境的用户体验设计[J]. 计算机集成制造系统, 2010, 16(2): 239-248.
LUO Shi-jian, ZHU Shang-shang, YING Fang-tian, et al. Scenario-based User Experience Design in Mobile Phone Interface[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2010, 16(2): 239-248.
- [30] 辛向阳. 交互设计: 从物理逻辑到行为逻辑[J]. 装饰, 2015(1): 58-62.
XIN Xiang-yang. Interaction Design: from Logic of Things to Logic of Behaviors[J]. Zhuangshi, 2015(1): 58-62.
- [31] 胡飞, 姜明宇. 体验设计研究: 问题情境、学科逻辑与理论动向[J]. 包装工程, 2018, 39(20): 60-75.
HU Fei, JIANG Ming-yu. On Experience Design: Context of Problems, Logic of Disciplines and Trend of Theories[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(20): 60-75.
- [32] 梁峭, 李然. 智能交互情境下汽车内饰体验设计[J]. 包装工程, 2019, 40(22): 112-118.

- LIANG Qiao, LI Ran. Vehicle Interior Experience Design in the Context of Intelligent Interaction[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(22): 112-118.
- [33] 谭浩, 徐迪. 基于情境的产品交互设计思维研究[J]. 包装工程, 2018, 39(22): 12-16.
- TAN Hao, XU Di. Interactive Design Thinking of Products Based on Scenario[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(22): 12-16.
- [34] 窦金花, 覃京燕. 基于情境感知多维数据可视化的产品服务系统创新设计研究[J]. 包装工程, 2017, 38(2): 87-91.
- DOU Jin-hua, QIN Jing-yan. Product Service System Innovation Design Based on Context Awareness Multi-dimensional Data Visualization[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(2): 87-91.
- [35] 李小平, 陈建珍, 赵丰年, 等. AR/VR 学习情境设计问题的研究[J]. 现代教育技术, 2017, 27(8): 12-17.
- LI Xiao-ping, CHEN Jian-zhen, ZHAO Feng-nian, et al. Research on the Design Problems of the AR/VR-supported Learning Context[J]. Modern Educational Technology, 2017, 27(8): 12-17.
- [36] Sheridan T B. Human-Robot Interaction: Status and Challenges[J]. Human Factors, 2016, 58(4): 525-532.
- [37] Koen Clercq D, Andre, et al. External Human-Machine Interfaces on Automated Vehicles: Effects on Pedestrian Crossing Decisions[J]. Human Factors, 2019, 61(8): 1353-1370.
- [38] 张军, 刘粤, 陈坤杰. 基于情境模型的可穿戴设备手势交互设计[J]. 包装工程, 2019, 40(12): 140-146.
- ZHANG Jun, LIU Yue, CHEN Kun-jie. Gesture Interaction Design for Wearable Devices Based on Scenario Model[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(12): 140-146.
- [39] 程玖平, 李世国, 张珩. 基于刺激寻求动机的情绪体验在交互设计中的应用研究[J]. 包装工程, 2013, 34(14): 68-71.
- CHEN Jiu-ping, LI Shi-guo, ZHANG Gan. Application Research of Emotional Experience Design Based on Motive of Stimulus Seeking[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(14): 68-71.
- [40] Jian S, Yang J. Applying Context Awareness Model in Interaction Design Process[J]. Springer, Cham, 2018, 10918: 268-276.
- [41] 丁满, 袁梦娟, 白仲航, 等. 基于用户无意识行为的服务机器人交互设计[J]. 包装工程, 2018, 39(10): 91-95.
- DING Man, YUAN Meng-juan, BAI Zhong-hang, et al. Interaction Design of Service Robot Based on User's Unconscious Behavior[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(10): 91-95.
- [42] Chi Zhang, Wei Zeng, Ligang Liu. UrbanVR: An Immersive Analytics System for Context-aware Urban Design[J]. Computers & Graphics, 2021, 99: 128-138.
- [43] 曾丽霞. 基于情境感知的智能穿戴设备交互设计研究[C]. 无锡: 江南大学, 2016.
- ZENG Li-xia. Intelligent Wearable Devices Design Research Based on Context Awareness: A Case Study of Intelligent Bracelet Design for IT White-collar[J]. Wuxi: Jiangnan University, 2016.
- [44] Pribeanu C, Limbourg Q, Vanderdonckt J. Task Modeling for Context-Sensitive User Interfaces[C]. International Workshop on Interactive Systems: Springer-Verlag, 2001.
- [45] Frees S. Context-driven Interaction in Immersive Virtual Environments[J]. Virtual Reality, 2010, 14(4): 277-290.
- [46] 王军锋, 余隋怀, IMRE Horvath, 等. 智能环境基于用户交互模态的情境感知服务[J]. 计算机工程与应用, 2015, 51(19): 1-7.
- WANG Jun-feng, YU Sui-huai, IMRE Horvath, et al. User Interaction Modality Based on Context-aware Service Provision for Intelligent Environments[J]. Computer Engineering and Applications, 2015, 51(19): 1-7.
- [47] Park J, Lee K H. Design Patterns for Context-aware Services[J]. Multimedia Tools & Applications, 2015, 74(7): 2337-2358.
- [48] Kabir M H, Hoque M R, Yang S H. Development of a Smart Home Context-aware Application: A Machine Learning Based Approach[J]. International Journal of Smart Home, 2015, 9(1): 217-226.
- [49] 沈旺, 马一鸣, 李贺. 基于情境感知的用户推荐系统研究综述[J]. 图书情报工作, 2015, 59(21): 128-138.
- SHEN Wang, MA Yi-ming, LI He. Research Review on User Recommender System Based on Context Awareness[J]. Library and Information Service, 2015, 59(21): 128-138.
- [50] Selkowitz A R, Lakhmani S G, Chen J Y C. Using Agent Transparency to Support Situation Awareness of the Autonomous Squad Member[J]. Cognitive Systems Research, 2017, 46: 13-25.
- [51] 周朴雄, 张兵荣, 赵龙文. 基于BP神经网络的情境化信息推荐服务研究[J]. 情报科学, 2016, 34(3): 71-75.
- ZHOU Pu-xiong, ZHANG Bing-rong, ZHAO Long-wen. Research on Situational Information Recommendation Service Based on BP Neural Network[J]. Information Science, 2016, 34(3): 71-75.
- [52] 李君, 支锦亦, 李然, 等. 基于认知任务分析的智能系统交互设计路径研究[J]. 包装工程, 2020, 41(18): 29-37.
- LI Jun, ZHI Jin-yi, LI Ran, et al. Interactive Design Approach of Intelligent System Based on Cognitive Task Analysis[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(18): 29-37.
- [53] 刘晓艳, 张潇璐, 赵学敏, 等. 融合情境感知的移动图书馆个性化推荐技术研究[J]. 情报探索, 2021(9): 46-52.
- LIU Xiao-yan, ZHANG Xiao-lu, ZHAO Xue-min, et al. Research on Personalized Recommendation Technology of Mobile Library Based on Context Awareness Integration[J]. Information Research, 2021(9): 46-52.
- [54] 王小雪, 张志勇, 史培宁. 基于情境分析的移动社交网络群体任务分配[J]. 计算机工程与设计, 2018, 39(12): 3846-3852.
- WANG Xiao-xue, ZHANG Zhi-yong, SHI Pei-ning. Task Assignment of Mobile Social Network Crowds Based on Situation Analysis[J]. Computer Engineering and Design, 2018, 39(12): 3846-3852.