

脑电技术在信息资源管理学科的应用：现状与展望

刘洋^{1,2}, 田慧溢¹

(1. 武汉大学 信息管理学院, 武汉 430072; 2. 武汉大学 深圳研究院, 深圳 519057)

摘要: [目的/意义]揭示脑电技术在信息资源管理学科中的应用现状, 拓展学科边界, 为相关研究提供思路。[方法/过程]本研究系统梳理了 Information Science & Library Science 建库至今, 与信息资源管理学科中应用脑电技术相关的 65 篇实证研究, 分析、整理其在信息资源管理学科中的应用现状, 并揭示其领域发展的作用。[结果/结论]本研究从 65 篇文献的搜索关键词发现, 信息资源管理学科中, 与脑电技术相关的应用研究近年来显著增加, 主要有 3 个研究重点, 一是探讨界面信息布局对用户认知负荷和搜索效率的影响; 二是信息安全领域的认知行为研究; 三是对人机决策过程中的从众机制研究。研究展望信息资源管理学科中脑电技术的应用前景, 并探讨该领域应用认知神经科学工具未来的发展方向及面临的挑战, 为信息资源管理学科中脑电技术的进一步应用提供参考。

关键词: 信息资源管理; 脑电图; 脑电技术; 学科交叉

中图分类号: G203

文献标识码: A

文章编号: 1002-1248 (2024) 04-0063-09

引用本文: 刘洋, 田慧溢. 脑电技术在信息资源管理学科的应用: 现状与展望[J]. 农业图书情报学报, 2024, 36(4): 63-71.

0 引言

对新方法的探索一直是信息资源管理学科的学者关注的重点之一^[1]。目前常用的研究方法包括: 访谈及引文分析法、案例分析法, 以及词频分析法^[2]。这些研究方法受被试主体性影响较大, 回答者的偏见存在, 并且外界因素对被试的认知、态度和情绪可能产生难以预测的影响^[3], 从而导致研究结果存在较大误差。因此脑电成像技术 (Electroencephalography, EEG)、事件相关电位分析 (Event-Related Potential, ERP) 等认

知神经科学工具被逐渐引入到图书情报领域的研究中^[4]。其中, 脑电成像技术因其具有较高的时间分辨率、非侵入性和相对较低的经济成本等特点, 受到越来越多学者的关注。

脑电技术能够记录大脑活动的电生理指标^[5], 具有与大脑信息加工处理相匹配的毫秒级时间分辨率^[6], 并且可以将人的信息行为转化为视觉形式的脑电信号^[7], 这种测得的大脑电信号被学界命名为脑电图^[8]。它通常指头皮上记录的相隔一定距离的脑内神经元群的放电活动^[9], 主要来源于突触后电位的大量同步放电。其原

收稿日期: 2024-03-13

基金项目: 教育部人文社科基金青年项目“基于社交机器人的突发公共卫生事件公众心理应激干预研究”(22YJCZH114); 广东省基础与应用基础研究基金“面向突发公共卫生事件公众心理应激信息表征及干预机制研究”(2023A1515110058); 国家语委科研项目(YB145-74); 中央高校基本科研业务费专项资金“武汉大学自主科研项目(人文社会科学)”

作者简介: 刘洋, 博士, 副教授, 研究方向为信息行为、商业分析、机器学习、田慧溢, 博士研究生, 研究方向为人智交互、信息行为

理是通过安放在脑电帽上的电极对头皮表面的电信号进行记录^[10],经过放大器将微弱的电信号进行放大后传输到脑电记录仪,通常会在电极和头皮之间填充导电膏降低电阻,进而提高电信号的质量。脑电技术最初应用于医疗健康领域,随着对用户心理和情绪行为研究的深入,因其客观性、无侵入性等优点,国外学者开始将大脑的电生理信息融入信息资源管理学科中^[11],这种多元化的交叉学科研究也在中国逐步开展。

经过多年发展,脑电技术在信息资源管理研究中的应用领域日益广泛,该技术能为研究人员提供在自然交互过程中人脑活动的客观生理指标,脑电信号中的多种成分与人的认知过程和活动进程密不可分^[12]。脑电技术的应用有效弥补了信息资源管理学科在认知层面上的决策动机、情绪影响及注意力分配等研究的空白,因此被视为该领域的前沿技术手段。本文通过对信息资源管理学科脑电技术的应用现状进行细致梳理,揭示了在信息资源管理学科脑电技术的应用特点及其未来发展的重要方向,拓展了学科边界,为脑电技术在信息资源管理学科的进一步应用提供了参考。

1 研究方法与应用主题

本研究基于以下工作流程展开:在文献采集阶段,使用的中文检索词包括脑电、脑电技术、信息行为等。英文检索词包括:“EEG”“Electroencephalogram”“ERP”“Event Related Potential”等。检索策略结合了自由词和主题词的方式,通过信息科学与图书馆学领域的检索,获得与脑电技术在信息资源管理研究相关的95篇论文。随后,采用珠型增长策略,进一步获取了与这些论文具有各种关联(如引用和共引)的其他115篇论文。

在文献筛选阶段,两位研究人员认真阅读了以上115篇论文的标题和摘要,并根据以下标准对论文进行了筛选:①论文的研究方法主要采用实验法;②实验过程中采用了脑电技术;③论文中详细描述了研究方法和脑电实验设计。在此过程中,两位研究人员对任何不一致的看法进行了讨论,直至达成一致。最终,

本研究确定了65篇文献作为文献综述的对象。

2 脑电技术在信息资源管理应用

现有脑电技术在信息资源管理学科的相关文献主要集中在体现于人的情感与信息资源管理的相关性^[13]。在这一领域中,存在3个研究重点:一是探讨界面信息布局对用户认知负荷和搜索效率的影响^[14];二是探究信息安全领域的认知行为^[15];三是探究人机决策过程中的从众机制^[16]。

2.1 脑电在信息检索的应用

信息检索行为是指用户与各类信息检索系统在微观层面的交互行为。在进行信息检索之前,用户会处于一个初始的认知状态^[17],并进行评估以找到满意的信息或弥补满意信息之间的需求差距^[18]。信息检索过程中伴随着多种情感体验,用户的积极或消极情绪会影响其注意力、记忆、表现和判断^[19],如不同情景下的信息焦虑问题^[20]、情感负荷问题^[20,21]等。尽管已有研究构建了信息检索和人们的情感与认知因素之间关系的概念图^[22],但其中具体的认知机制还需进一步地研究探讨。因此,基于脑电技术的信息检索成为信息资源管理学科的新研究热点。LIU等^[23]结合脑电技术探究了旅游网站界面设计如何影响用户第一印象,通过对事件相关电位的分析,探索了用户形成第一印象的神经机制,为界面设计和布局提供了生理层面依据,为界面设计和量化美学感受提供新思路。RUI等^[24]结合用户的主观评价和脑电的神经反馈数据比较了4种不同信息可视化界面设计,通过评估不同界面设计的审美体验和可用性,来选择人机交互场景中更能留下深刻印象的设计策略和方案。

另外,通过互联网检索健康信息已成为人们日常生活的一项普遍活动^[25]。这一活动面临着两方面的挑战:一方面,互联网信息来源广泛,如何从数量庞大的互联网信息中找到有价值的信息,成为亟待解决的关键问题;另一方面,互联网信息的质量良莠不齐,用户在搜索健康信息时经常会出现相互矛盾的现象^[26]。

ZHOU 等^[27]的研究尝试测量了相互冲突的健康信息对人们的直接影响, 但他们未能捕捉到相互矛盾的健康信息的具体认知机制以及相互矛盾的健康信息的长期影响^[28]。CATARINA 等^[29]将脑电技术应用于移动设备的使用过程, 以此评估在情绪与认知负荷对人们的持续影响。

信息检索作为互联网生活的重要组成部分, 脑电技术与信息技术的结合为沉浸式体验提供了新的可能性。这种创新的结合方式能够更深入地探索个人在不同情境下的信息行为, 为信息检索领域带来了新的发展和贡献。

2.2 脑电在信息安全的应用

信息安全研究致力于防范或减轻信息资产面临的各种风险和安全漏洞, 以确保信息资产的安全^[30], 而信息安全行为是人为因素的体现^[31]。信息通讯技术的迅猛发展推动了社会的进步, 但同时增加了我们成为互联网信息系统入侵和攻击目标的风险。这种威胁信息安全的行为难以完全根除^[32]。无论对企事业单位还是个人而言, 都可能面临信誉、经济等的重大损失。因此, 了解用户如何感知和应对信息安全风险非常重要, 用户对信息安全风险的感知在信息安全行为的监测中扮演着至关重要的角色。

以往关于信息安全风险感知的研究方法过于依赖个体的自我报告^[33], 这种方法存在一些缺陷和难以准确测量的变量^[34], 无法完全验证实际的安全行为。于是 VANCE 等^[35]基于 EEG 的有效测量, 预测信息安全风险感知对信息安全行为的影响, 并与自我报告的方法进行比较, 发现安全问题变得突出时, 自我报告的措施确实可以预测安全行为, 但是 EEG 测量却显著预测了突出和非突出条件下的行为, 这表明 EEG 测量是预测安全行为的有力工具。在此基础上, HAN 等^[36]为了验证大脑对信息安全的敏感性, 研究结果表明使用了脑电图 (EEG) 设备对被试进行了场景验证。实验结果显示, 大脑的左半球以及大脑皮层产生的 β 波对信息安全具有高度敏感的反应。此外, 我们发现 β 波反映了信息安全风险评估的有效性。

在神经科学工具中, EEG 具有高时间分辨率, 能

够通过潜在神经活动反映大脑活动的变化, 从而检测用户的信息安全风险。因此, 它被视为信息安全行为研究中自我报告方法的有效补充。

2.3 脑电在信息从众行为的应用

从众行为是指在个体面对他人行为相关信息的情境下, 倾向于做出与他人一致的判断或决策的行为^[16]。在当今社会中, 信息作为决策的基础, 信息的感知与人们的行为密切相关。随着网络技术的飞速发展, 公众获取和传播信息的便捷程度显著提高, 因此信息的影响也变得越来越重要, 不容忽视。脑电技术为个体如何感知信息、信息如何对行为决策产生影响的从众和反从众行为提供了神经机制层面的解释。

如 TRAUTMANN-LENGSFELD^[37]通过 EEG 对群体压力情景下的从众和反从众行为的神经机制进行研究, 研究发现群体压力情境影响了早期无意识的视觉知觉加工, 从而导致后期刺激辨别能力的减弱, 甚至对错误的群体观点的适应。XIE 等^[38]采用事件相关电位 (ERPs) 研究了在线图书购买模型中从众行为的神经机制。参与者被要求根据有限的信息, 包括书名、关键词和正负面评论的数量, 尽快决定是否购买一本书。研究发现当评价的一致性较高时, P3 都被观察到增加。YU 等提出消极情绪, 如害怕社会排斥或有不同意见的羞耻感或内疚感, 也可能是从众的驱动因素, 通过脑电技术加强脑活动对情感体验和行为。

随着脑电技术的进步, 信息资源管理学科的研究者能够利用脑电技术来探索用户的行为和生理数据, 从而进一步理解从众行为背后的脑神经机制。这不仅加深了研究者对该行为的理解, 也为理论拓展和实践应用开辟了新的途径。

3 脑电技术在信息资源管理学科的应用展望

作为认知神经科学研究的重要工具之一, 脑电技术在信息资源管理学科展现了巨大的应用潜力。直接客观的脑电数据能够丰富数据来源, 协助学者更好地

解释用户行为,从而增强研究结果的有效性和普适性;通过潜在活动反映大脑活动的变化,为信息与认知神经科学的交互提供了可能性;从认知神经科学和脑科学的角度解释了与信息资源管理相关的脑神经机制。

脑电技术的引入使得信息资源管理学科的研究得以从更客观的生理数据角度解析个人、组织与信息资源管理之间的关系^[39]。这种技术的应用拓展了信息资源管理学科的学科边界,促进了与医学、认知神经科学、营销学、管理学等多个学科的交叉融合。

3.1 拓展信息资源管理研究方法

问卷调查是信息资源管理研究的主要方法之一,它具有相当优势,但也有明显不足。问卷调查的方法有突出的优势,例如反映直观、不受人数限制、方便操作、便于计算机处理和分析,避免调查者因隐私保护不愿意表达真实意愿等,但它的缺点也不容忽视,例如在应用过程中信度和效度分析相对缺失,降低了研究的信效度;样本类型相对单一,影响了结论的普适性;部分研究之间采用二手调查数据,数据支撑力度不足,导致这些研究分析相对简单,缺乏足够的解释力。另外,问卷设计难以收集纵向数据,而探究人们信息资源管理本质规律的理性方法是进行长期纵向追踪与观察。而且当涉及到一些特殊的问题,例如道德、隐私方面的研究,受访者可能出于顾虑做出其他回答,导致研究结果出现偏差。

脑电技术可以很好地弥补现有问卷调查等方法的不 足,通过收集生理数据的方法作为数据补充^[40]。脑电技术以其高时态分辨率的优势,可以通过潜在活动反映大脑活动的变化,更全面地反映用户的认知过程与规律^[41]。通过学习一定的知识,计算机可以从不同情况下的人体、语言等表征中提取信息,并推断出此人当时的情绪信息。情绪信息除了存在于肢体^[42]、语言^[43]等非生理信号中,也体现在如血压、皮肤电活动、心率、瞳孔直径、心电 ECG、脑电 EEG 等生理信号中。但目前情感识别的研究主要集中在比较外在的非生理信号作为研究对象^[24],采取的方法也多是通过分析这些非生理信号的变化特点,比如说问卷调查法^[44],

脑电技术的引入是对传统主观研究方法的有效补充。

3.2 信息技术为人机决策过程提供支持

人机决策在个体的人际交往和认知过程中扮演着至关重要的角色^[45]。通过探索人脑活动与行为认知规律,研究者可以深入研究认知过程和推理过程。这种探索为人机交互系统提供了快速、真实的人类状态信息,使得系统能够自动控制并在必要时为用户提供帮助^[46],通过提供认知神经科学证据,可以为人机交互方式提供支持。在不同任务难度下,脑电活动的变化和差异可以作为确定人机协作的基础,例如确定人机交互过程中各方在分工方面的权重分配^[47],机器的干预与人类决策之间的界限在于情境和任务的特性。在一些情况下,机器的干预是必要的,例如当任务需要高度复杂的计算或是风险较高时。而在其他情况下,人类必须作出决定,尤其是在涉及道德、伦理或个人偏好的情况下。当人类做出决定时,通过激活大脑的相关区域或处理脑电信号,我们可以了解其决策的动机和基础。这种信息可以帮助我们理解决策者为什么做出特定的决定,进而预测他们的下一步行为^[16]。通过识别、感知和监测脑电状态,可以增强人机系统的可靠性、安全性和效率。

另外,目前的神经科学研究主要通过分析大脑在特定信息行为中的激活区域和程度来推断用户的心理行为过程^[48],这种方法存在一定的局限性,因为虽然 EEG 能够及时采集个体脑活动的相关信息,但其空间分辨率较低。相反, fMRI 具有更高的空间分辨率,但也有其自身的限制。因此,将 EEG 和 fMRI 这样的多种脑电方法结合起来可以在图书情报领域的相关研究中发挥各自的优势,实现对人机决策空间的全方位观察。

3.3 信息资源管理与认知神经科学的相互促进

在神经科学工具中,脑电技术具有高时态分辨率,能够通过潜在活动反映大脑活动的变化,从而揭示认知和行为背后的一般神经机制。这为信息与认知神经科学的交互提供了可能性^[49]。认知行为研究侧重于个体行为或组织的相互作用,而脑电图技术的引入则从

认知神经科学和脑科学的角度解释了与信息资源管理相关的脑神经机制。例如, 研究人员可以从视觉情感信息处理的方向提高信息检索行为的效率^[50]; 利用脑电特征所代表的认知吸引力、认知负荷和情绪, 可以个性化调整学习计划和进度^[51]; 根据兴趣提供准确的建议^[52]; 通过评估用户对信息安全风险的感知来预测用户行为^[53]。认知神经科学可以在多个应用方向促进信息资源管理的研究。

将认知行为和脑电数据相结合可能是研究信息资源管理的更有效方法, 因为它使用更多全面客观的数据来描述认知过程并准确预测新的行为^[53]。例如, ZADELAAR 等^[54]使用集成潜在变量方法同时分析在决策任务中获得的行為数据和脑电数据的个体行为差异。

为了能够更好地将脑电等生理信息与认知行为结合起来, 认知神经科学领域将纳入能够区分个体差异的方法^[55]。整合认知行为和脑电信息两种信息源, 可能为确定和理解个体差异提供一个特别有效的途径。

4 研究挑战

国际上脑电技术相关探索性研究为信息资源管理开辟了一个极具前景的研究领域。既有的结合脑电技术的研究为信息资源管理学科研究提供了诸多有益的借鉴和参考。不过, 国际上将信息资源管理与神经科学结合研究的时间还较短, 在诸多领域还值得进一步探索。

(1) 当前对脑电数据与人的行为之间一一对应关系的理解仍面临概念模糊的问题。当被试者执行心理或行为任务时, 实质上是将信息资源管理的相关活动映射到特定的大脑区域。然而, 人的脑电信号与信息资源管理之间的对应关系可能是多种多样的, 包括“一对一”“一对多”甚至更为复杂的“多对多”关系。因此, 从客观大脑活动推断主观精神状态是具有挑战性的。它们之间的映射关系很难做到精准的解释。在实际应用中, 由于真实环境非常复杂, 干扰源较多, 这些不需要的信号主要来自环境噪声、实验误差和生理假象, 导致采集到的脑电信号并不准确。

(2) 隐私和信息安全保护措施较为薄弱。目前为

止, 大多数信息资源管理的研究者都致力于脑电信号采集的准确性和可靠性, 缺少对数据隐私安全问题的关注。由于 EEG 是对脑电活动的全面测量, 它包含了个人的隐私信息, 而数据和模型在不同部分之间的传输可能会造成严重的隐私威胁。目前针对保护隐私的脑电技术的研究并不全面, 未来还需要继续开发隐私保护型脑电信号信息过滤技术。

5 结语

与以往的信息资源管理学科的文献计量和综述性研究不同, 本研究专注于分析该领域中脑电技术的应用, 并从 3 个方面展开研究。随后, 结合应用前景和挑战进行详细阐述。通过对 65 篇文献的分析比较, 发现近年来, 信息资源管理学科中脑电技术的应用研究文献数量显著增加, 主要集中在情感与信息资源管理之间的关联性研究上。该领域的研究重点包括 3 个方面: 一是探讨界面信息布局对用户认知负荷和搜索效率的影响; 二是关于信息安全领域的认知行为研究; 三是人机决策过程中的从众机制研究。

本研究揭示了目前信息资源管理学科中脑电技术的研究现状及特点, 填补了关于脑电技术应用研究框架的空白, 为脑电技术在信息资源管理中的进一步应用提供了参考。然而, 由于信息资源管理学科中脑电技术研究结果的解释存在模糊性和数据隐私安全等问题, 目前该领域的研究仍然存在一定的局限性。因此, 如何将认知神经科学与信息资源管理有效衔接, 仍需要进一步的研究和探索。

参考文献:

- [1] PETTIGREW K E, FIDEL R, BRUCE H. Conceptual frameworks in information behavior[J]. Annual review of information science and technology (ARIST), 2001, 35: 43-78.
- [2] LIU Y, SHI J L, HUANG F, et al. Unveiling consumer preferences in automotive reviews through aspect-based opinion generation[J]. Journal of retailing and consumer services, 2024, 77: 103605.
- [3] 金晓玲, 于晓宇, 周中允, 等. 信息系统研究中脑电技术的应用:

- 现状与展望[J]. 工业工程与管理, 2019, 24(6): 1-7, 15.
- JIN X L, YU X Y, ZHOU Z Y, et al. Application of electroencephalograph as a research tool in the information systems research: Present and future[J]. Industrial engineering and management, 2019, 24(6): 1-7, 15.
- [4] 王琳, 熊颖, 江雨薇, 等. 眼动技术方法在图书情报学中的应用研究述评[J]. 数字图书馆论坛, 2020(8): 63-70.
- WANG L, XIONG Y, JIANG Y W, et al. Application of eye-tracking technology in library and information science research[J]. Digital library forum, 2020(8): 63-70.
- [5] DE VICO FALLANI F, NICOSIA V, SINATRA R, et al. Defecting or not defecting: How to "read" human behavior during cooperative games by EEG measurements[J]. PLoS One, 2010, 5(12): e14187.
- [6] DA SILVA FERREIRA G C, DE SOUSA CRIPPA J A, DE LIMA OSÓRIO F. Facial emotion processing and recognition among maltreated children: A systematic literature review[J]. Frontiers in psychology, 2014, 5: 1460.
- [7] SONGSAMOE S, SAENGWONG-NGAM R, KOOMHIN P, et al. Understanding consumer physiological and emotional responses to food products using electroencephalography(EEG)[J]. Trends in food science & technology, 2019, 93: 167-173.
- [8] FU Z Z, WU D A J, ROSS I, et al. Single-neuron correlates of error monitoring and post-error adjustments in human medial frontal cortex[J]. Neuron, 2019, 101(1): 165-177.e5.
- [9] LAFON B, HENIN S, HUANG Y, et al. Low frequency transcranial electrical stimulation does not entrain sleep rhythms measured by human intracranial recordings[J]. Nature communications, 2017, 8: 1199.
- [10] BLEICHNER M G, DEBENER S. Concealed, unobtrusive ear-centered EEG acquisition: CEEGrids for transparent EEG[J]. Frontiers in human neuroscience, 2017, 11: 163.
- [11] LADOUCE S, MUSTILE M, IETSWAART M, et al. Capturing cognitive events embedded in the real world using mobile electroencephalography and eye-tracking[J]. Journal of cognitive neuroscience, 2022, 34(12): 2237-2255.
- [12] BAŞAR E, BAŞAR-EROĞLU C, KARAKAŞ S, et al. Are cognitive processes manifested in event-related gamma, alpha, theta and delta oscillations in the EEG? [J]. Neuroscience letters, 1999, 259 (3): 165-168.
- [13] KRAKOWSKA M. Affective factors in human information behavior: A conceptual analysis of interdisciplinary research on information behavior[J]. Zagadnienia informacji naukowej – studia informacyjne, 2020, 58(1A(115A)): 75-95.
- [14] AL-SAMARRAIE H, ELDENFRIA A, ZAQOUT F, et al. How reading in single- and multiple-column types influence our cognitive load: An EEG study[J]. The electronic library, 2019, 37(4): 593-606.
- [15] 刘晓君, 李丽丽, 王萌萌, 等. 跨学科知识的交叉与融合机制研究——以脑电技术为例[J]. 科技管理研究, 2022, 42(15): 240-248.
- LIU X J, LI L L, WANG M M, et al. Research on the mechanism of interdisciplinary knowledge intersection and fusion: Taking EEG technology as an example[J]. Science and technology management research, 2022, 42(15): 240-248.
- [16] LIU Y. Depression clinical detection model based on social media: A federated deep learning approach[J]. The journal of supercomputing, 2024, 80(6): 7931-7954.
- [17] KAPLAN S E, RECKERS P M J. An examination of information search during initial audit planning[J]. Accounting, organizations and society, 1989, 14(5/6): 539-550.
- [18] LIU Y. Analyzing the effect of user-generated content on studio performance: A combined approach [J]. Managerial and decision economics, 2024, 45(4): 2228-2248.
- [19] BHATTACHARYA P, GUPTA R K, YANG Y P. Exploring the contextual factors affecting multimodal emotion recognition in videos[J]. IEEE transactions on affective computing, 2023, 14(2): 1547-1557.
- [20] 刘洋, 柳卓心, 金昊, 等. 基于 BERTopic 模型的用户层次化需求及动机分析——以抖音平台为例[J]. 情报杂志, 2023, 42(12): 159-167.
- LIU Y, LIU Z X, JIN H, et al. User hierarchical need and motivation analysis ased on BERTopic model: Taking Douyin platform as an example[J]. Journal of intelligence, 2023, 42(12): 159-167.
- [21] 夏立新, 周鼎, 叶光辉, 等. 情感负荷视角下探索式搜索学习效果的影响因素[J]. 图书情报知识, 2020, 37(4): 133-141.
- XIA L X, ZHOU D, YE G H, et al. Research on influential factors of exploratory search learning effect from the perspective of affective load[J]. Documentation, information & knowledge, 2020, 37(4): 133-

- 141.
- [22] SAVOLAINEN R. The interplay of affective and cognitive factors in information seeking and use[J]. *Journal of documentation*, 2015, 71(1): 175–197.
- [23] LIU W L, CAO Y Q, PROCTOR R W. The roles of visual complexity and order in first impressions of webpages: An ERP study of webpage rapid evaluation[J]. *International journal of human–computer interaction*, 2022, 38(14): 1345–1358.
- [24] RUI Z P, CHANG D N, GU Z Y. Event–related potential and oscillatory cortical activities of artistic methodology in information visualization design in human–computer interface[J]. *International journal of human–computer studies*, 2023, 177: 103066.
- [25] ZHANG X T, WEN D, LIANG J, et al. How the public uses social media wechat to obtain health information in China: A survey study[J]. *BMC medical informatics and decision making*, 2017, 17(2): 66.
- [26] NAGLER R H, VOGEL R I, GOLLUST S E, et al. Effects of prior exposure to conflicting health information on responses to subsequent unrelated health messages: Results from a population–based longitudinal experiment[J]. *Annals of behavioral medicine*, 2022, 56(5): 498–511.
- [27] ZHOU L N, ZHANG D S, YANG C C, et al. Harnessing social media for health information management[J]. *Electronic commerce research and applications*, 2018, 27: 139–151.
- [28] 刘洋, 吕树月, 黎若培. 社交机器人在信息行为研究中的概念、任务及应用[J]. *农业图书情报学报*, 2024, 36(3): 4–20.
- LIU Y, LV S Y, LI R J. Concept, task, and application of social robots in information behavior research[J]. *Journal of library and information science in agriculture*, 2024, 36(3): 4–20.
- [29] LIU Y, SHI J L, ZHAO C X, et al. Generalizing factors of COVID–19 vaccine attitudes in different regions: A summary generation and topic modeling approach[J]. *Digital health*, 2023, 9: 236–245.
- [30] TØNDEL I A, LINE M B, JAATUN M G. Information security incident management: Current practice as reported in the literature[J]. *Computers & security*, 2014, 45: 42–57.
- [31] LI Y X, SONG L J, ZENG Y C. Research on information security and privacy protection model based on consumer behavior in big data environment[J]. *Concurrency and computation: Practice and experience*, 2019, 31(10): e4881.
- [32] OPHOFF J, DIETZ F. Using gamification to improve information security behavior: A password strength experiment [M]//DREVIN L, THEOCHARIDOU M, eds. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*. Cham: Springer International Publishing, 2019: 157–169.
- [33] ANDERSON, AGARWAL. Practicing safe computing: A multi-method empirical examination of home computer user security behavioral intentions[J]. *MIS quarterly*, 2010, 34(3): 613.
- [34] DIMOKA, DAVIS, GUPTA, et al. On the use of neurophysiological tools in IS research: Developing a research agenda for NeuroIS[J]. *MIS quarterly*, 2012, 36(3): 679.
- [35] VANCE A, UNIVERSITY B Y, ANDERSON B, et al. Using measures of risk perception to predict information security behavior: Insights from electroencephalography (EEG)[J]. *Journal of the association for information systems*, 2014, 15(10): 679–722.
- [36] HAN D M, DAI Y H, HAN T L, et al. Explore awareness of information security: Insights from cognitive neuromechanism[J]. *Computational intelligence and neuroscience*, 2015, 2015: 762403.
- [37] TRAUTMANN–LENGSFELD S A, HERRMANN C S. EEG reveals an early influence of social conformity on visual processing in group pressure situations[J]. *Social neuroscience*, 2013, 8(1): 75–89.
- [38] XIE Y, CHEN M L, LAI H X, et al. Neural basis of two kinds of social influence: Obedience and conformity[J]. *Frontiers in human neuroscience*, 2016, 10: 51.
- [39] YU R J, SUN S. To conform or not to conform: Spontaneous conformity diminishes the sensitivity to monetary outcomes[J]. *PLoS One*, 2013, 8(5): e64530.
- [40] 刘洋, 朱立芳. 国外信息行为研究中的共情理论: 现状与展望[J]. *知识管理论坛*, 2023, 8(4): 316–328.
- LIU Y, ZHU L F. Empathy theory in foreign information behavior research: Present situation and prospect[J]. *Knowledge management forum*, 2023, 8(4): 316–328.
- [41] 侯冠华. 数字图书信息界面布局影响老年人信息检索交互绩效的眼动实证研究[J]. *国家图书馆学报*, 2020, 29(5): 21–32.
- HOU G H. Eye empirical research on effect of information interface layout on digital book in information retrieval interactive perfor-

- mance for aged people[J]. Journal of the national library of China, 2020, 29(5): 21–32.
- [42] LIU Y, DING X C, PENG S, et al. Leveraging ChatGPT to optimize depression intervention through explainable deep learning[J]. Frontiers in psychiatry, 2024, 15: 1383648.
- [43] LIU Y. Depression detection via a Chinese social media platform: A novel causal relation-aware deep learning approach[J]. The journal of supercomputing, 2024, 80(8): 10327–10356.
- [44] STEMMLER G, HELDMANN M, PAULS C A, et al. Constraints for emotion specificity in fear and anger: The context counts[J]. Psychophysiology, 2001, 38(2): 275–291.
- [45] SI Y J, LI F L, DUAN K Y, et al. Predicting individual decision-making responses based on single-trial EEG[J]. NeuroImage, 2020, 206: 116333.
- [46] MINNERY B S, FINE M S. FEATURENeuroscience and the future of human-computer interaction[J]. Interactions, 2009, 16(2): 70–75.
- [47] PARRY K, COHEN M, BHATTACHARYA S. Rise of the machines[J]. Group & organization management, 2016, 41(5): 571–594.
- [48] DIMOKA A, PAVLOU P A, DAVIS F D. Research commentary – NeuroIS: The potential of cognitive neuroscience for information systems research[J]. Information systems research, 2011, 22(4): 687–702.
- [49] SLACTER H A, BOUWER F L. Qualitative versus quantitative individual differences in cognitive neuroscience[J]. Journal of cognition, 2021, 4(1): 523–556.
- [50] LOPATOVSKA I, ARAPAKIS I. Theories, methods and current research on emotions in library and information science, information retrieval and human-computer interaction[J]. Information processing & management, 2011, 47(4): 575–592.
- [51] LIU Y, ZENG Q G, LI B B, et al. Anticipating financial distress of high-tech startups in the European Union: A machine learning approach for imbalanced samples[J]. Journal of forecasting, 2022, 41(6): 1131–1155.
- [52] ALDAYEL M, YKHLEF M, AL-NAFJAN A. Deep learning for EEG-based preference classification in neuromarketing[J]. Applied sciences, 2020, 10(4): 1525.
- [53] TURNER B M, RODRIGUEZ C A, NORCIA T M, et al. Why more is better: Simultaneous modeling of EEG, fMRI, and behavioral data[J]. NeuroImage, 2016, 128: 96–115.
- [54] ZADELAAR J N, WEEDA W D, WALDORP L J, et al. Are individual differences quantitative or qualitative? An integrated behavioral and fMRI MIMIC approach[J]. NeuroImage, 2019, 202: 116058.
- [55] ROUDER J N, HAAF J M. Are there reliable qualitative individual difference in cognition?[J]. Journal of cognition, 2021, 4(1): 132–145.

Application of the EEG Technology in the Field of Library and Information Science: Current Situation and Perspectives

LIU Yang^{1,2}, TIAN Huiyi¹

(1. School of Information Management, Wuhan University, Wuhan 430072;

2. Wuhan University Shenzhen Research Institute, Shenzhen 519057)

Abstract: [Purpose/Significance] This study aims to reveal the current state of the electroencephalography (EEG) technology application in the field of library and information science (LIS). By expanding the boundaries of the discipline, it provides insights into the future

application of the EEG technology in the LIS field, highlighting its potential to enhance library services and user experience. [Method/Process] The research systematically reviews 65 empirical studies on the application of the EEG technology in the LIS field since the inception of the discipline. These studies were analyzed and organized to reveal the current state of the EEG technology applications in the field. The research examines the methodologies used, the specific applications of EEG in different library environments, and the results of these applications. In doing so, it highlights the role of the EEG technology in the development of intelligent library systems. [Results/Conclusions] This study finds from the 65 literature coding results that the literature on the application of the EEG technology in the LIS field has grown significantly in recent years, with three research foci: first, to study the impact of interface information layout on users' cognitive load and search efficiency; second, to study cognitive behavior in the field of information security; and third, to study the mechanism of followership in human decision making. Future directions and challenges for the application of cognitive neuroscience tools in this area are discussed in order to provide a reference for further applications of the EEG technology in the LIS field. This paper reveals the current research status and characteristics of the EEG technology in the LIS field, fills the gap in the research framework of the EEG technology application, and provides a reference for the further application of the EEG technology. However, the research also acknowledges certain limitations, such as the ambiguity of interpreting EEG research findings in fields such as LIS, and issues related to data privacy and security. These limitations suggest that there are still challenges to be addressed. Therefore, the effective integration of cognitive neuroscience with LIS requires further research and exploration. By providing a comprehensive review and analysis, this study sets the stage for future research that could address current limitations and advance the use of EEG in LIS. The findings underscore the need for interdisciplinary approaches to fully realize the benefits of the EEG technology in understanding and improving user interactions with library systems, ensuring information security, and enhancing decision-making processes in the library context.

Keywords: library and information science (LIS); electroencephalography; the EEG technology; interdisciplinary