

基于用户认知的智慧教学生成性数据交互可视化研究

王丽丽, 陈雯慧, 孙丽莹

天津外国语大学国际传媒学院, 天津 300204

摘要: 智慧教学生成性数据可视化分析是理解和挖掘复杂教学规律的重要路径。针对智慧教学过程数据多维度、高时效、强交互等问题, 研究通过分析用户认知特性、数据特征和交互可视化需求, 从数据、视觉、交互和认知四个维度出发, 构建了基于用户认知的包含信息层、分析层、表征层和认知层的交互可视化系统。研究为教学数据的可视化设计提供了理论参考, 有助于降低教师和学生的认知负荷, 更好提升教学效果与学习体验。

关键词: 用户认知; 智慧教学; 大数据; 交互可视化

Research on interactive visualization of generated data in smart teaching based on user cognition

Wang Lili, Chen Wenhui, Sun Liying

School of Communication, Tianjin Foreign Studies University, Tianjin 300204

Abstract: The visual analysis based on generated data in smart teaching is an important path to understand and mine complex teaching rules. Aiming at the problems of multi-dimensional, high timeliness and strong interaction of data in smart teaching process, this paper analyzes the user's cognitive characteristics, data characteristics and interactive visualization requirements. And an interactive visualization system based on user cognition from the four dimensions of data, vision, interaction and cognition is constructed, which includes information layer, analysis layer, representation layer and cognitive layer. The research provides a theoretical reference for the visual design of teaching data, which helps to reduce the cognitive load of teachers and students, and better improve the teaching effect and learning experience.

Keywords: user cognition; smart teaching; big data; interactive visualization

引言

随着信息化、网络化、智能化的发展, 现代教育决策越来越依赖新技术的支持。现有智慧教学环境已经生成了庞大、复杂的数据, 包含了作业、交互、讨论、点击流等异构数据和多模态数据信息, 需要通过可视化图表的方式直观呈现出隐含于其中的教育教学规律和行为模式。数据可视化作为数据模型与终端用户之间的桥梁, 其呈现方式直接影响教学参与者全面、正确、深入的理解教学数据、科学制定教育决策^[1]。

当前教育数据可视化已经成为教育活动开展、教育规律挖掘以及教学设计、干预、评价等教学活动的重要方法手段^[2]。针对智慧教学环境生成的数据, 研究学者主要从数据分析的对象、目标、模型、方法和技术以及可视化工具研发、可视化分析工具应用、可视化分析与呈现方法等方面开展研究, 旨在促进学生认知发展、优化教师教学过程和提高管理者科学决策水平^[3-10]。数据可视化分析的核心问题是认知、可视化以及人机交互三者的深度融合, 为了使用户最大程度的探索挖掘数据之间的关系, 提高认知效率与教育数据的深度应用、减少师生的认知负荷, 现有教育数据可视化需增加用户认知的考虑。因此, 本研究从用户认知角度出发, 分析用户认知机制和数据可视化之间的相关性, 构建基于用户认知的数据交互可视化分析系统。

一、智慧教学环境的数据可视化内涵与特征

教学数据可视化是一种利用计算机图形学、图像处理等技

术, 将教学过程中产生的学生成绩、行为习惯、教学互动等大量数据信息转化为易于理解的视觉表现形式, 包括图表、图形、动画、思维导图、词云、箱线图、雷达图、堆叠面积图、节点连接

基金项目: 本文为天津外国语大学科研规划项目“智慧教学动态生成性数据交互可视化呈现方法研究”和天津市教委科研项目“新媒体时代非物质文化遗产智能传播研究(2022SK003)”的阶段性成果。

作者: 王丽丽, 博士, 硕士生导师, 研究方向教育信息可视化。

图等多种形式^[11-12]。

教育数据可视化的核心在于将复杂的数据采用教育主体能够直观理解和分析的形态呈现，强调多维度呈现和交互式动态可视化。多维度呈现意味着可以从多个角度全面展示数据，如将学生的成绩与教师信息、学校资源等多方面数据进行关联分析，以更全面地了解学生成绩背后的深层次原因。而交互式动态可视化则允许用户对数据进行自定义筛选和细化，提高数据分析的灵活性。交互式可视化的视图一般包含多个窗口和交互的控件，用户可以根据需要对视图进行滚动与缩放、滑动与选择、隐藏与展开以及转换和跟踪等交互操作，进一步查看数据。交互式可视化将可视化视图与人机交互界面相结合，具有实时反馈性，满足用户的复杂推理与决策，使用户可以更深层次的获得更多的内在信息。

二、用户认知与信息处理

(一) 用户认知特点

用户认知是认知心理学的一个核心领域，聚焦于人脑如何接收、转化、储存及提取信息这一复杂过程。用户在接收到具体信息刺激后，在感知系统、认知系统和反应系统的共同作用下，经过大脑信息加工处理后发出行动信号^[13]。感知系统是用户通过视觉、听觉、触觉等方式将信息传输到大脑进行直接反映的核心，这就要求信息直观、清晰、简洁并且易于理解。认知系统是用户对信息进行输入到输出的整个处理过程，常采用认知负荷来衡量。用户的认知资源是有限的，认知负荷的增加必将影响信息的感知和决策效率。而信息的可视化作为辅助用户决策的工具，应该遵循用户的认知规律，降低其认知负荷^[14]。反映系统是根据认知系统的决策实施具体行动，而信息的可视化表达决定了用户对信息的深度加工过程，可以有效提高用户的反应效率。

(二) 用户认知对教学数据可视化的影响

用户认知对教学数据可视化的影响是一个复杂而多维的问题，涉及心理学、教育学和信息技术的交叉领域，直接影响着数据可视化的设计、效果和应用。从信息处理的角度来看，当数据的呈现方式过于复杂时，用户需要投入更多的认知资源来理解和解析这些信息，从而可能产生认知超负荷的现象。这种情况下，用户不仅无法有效吸收和处理数据，还可能出现学习效率下降、学习兴趣丧失等负面效应^[15]。因此，在设计教学数据可视化时，应当遵循认知负荷理论，通过简化和优化视觉元素、合理布局、突出关键信息等手段，降低用户的认知负荷，提高其信息处理的效率和准确性。

认知风格是影响教学数据可视化效果的重要因素，不同用户具有不同的感知偏好和信息处理方式。这种差异性要求教学数据可视化不仅要考虑到视觉效果的美观和清晰，还要兼顾多种感知通道的信息表达，以满足不同认知风格用户的需求。同时，用户认知还具有动态性和适应性。随着学习过程的推进和认知状态的变化，用户对教学数据可视化的需求和响应也会发生相应的调整。在学习初期，用户可能需要更多直观具体的视觉辅助来

理解新概念；而随着学习的深入，他们会更注重数据之间的关联和趋势分析。因此，教学数据可视化应当具备一定的动态性和生成性，能够根据用户的认知发展和学习需求进行实时调整和更新。

三、智慧教学生成性数据交互可视化分析方法

可视化视图呈现是信息从数据端到用户端流动的过程，不仅包含了用户对数据信息感知、解码，还包括了从数据到视图再到知识的信息转化。针对传统可视化交互性不足等问题，以用户作为分析和需求主体，结合上述数据特征分析与用户认知与数据可视化影响关系，从数据、视觉、交互和认知四个维度出发，搭建由信息层、分析层、表征层和认知层组成的交互可视化分析系统。面向不同用户特点和需求呈现不同的信息量和信息深度，帮助用户探索和理解复杂数据之间的隐含关系和变化趋势。系统体系结构如图1所示。

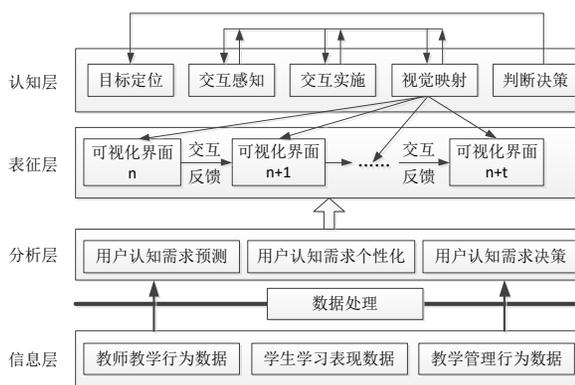


图1 基于用户的交互可视化分析系统体系结构

系统的每一层的处理内容和关系为：（1）信息层。获取智慧教学环境平台中的教师教学行为数据、学生学习表现数据和教学管理行为数据，并对所有数据进行规范化处理。（2）分析层。从用户的认知需求、过程、负荷和机制四个要素出发，利用处理后数据构建用户的认知模型，进行用户认知需求预测、认知需求个性化和认知需求决策调整。（3）表征层。根据用户的认知模型，按照需求呈现不同的信息量和信息深度，帮助用户更好探索和理解复杂数据隐含的教学规律。表征层充分考虑用户的认知能力、认知习惯以及当前的使用场景，通过调整信息结构、布局、色彩、字体等设计元素，降低用户认知负荷。（4）认知层。可视化表征层对应用户认知过程的六个模块，用户根据目标定位、交互感知和交互实施进行交互反馈，操作可视化界面的交互控件，根据反馈系统按照视觉映射和判断与决策更新可视化界面。不断的交互反馈和操作实现用户的信息深入探索，满足教师、学生和管理者对数据分析的需求，形成认知、可视化和交互的闭环。

四、结语

教育现代化的发展对教学与管理过程中生成数据的可视化呈现提出更高要求，已经成为当前大数据分析的重要领域。本研究

通过分析智慧教学数据可视化的内涵和特征,从用户认知特性角度出发,构建了基于用户认知的包含信息层、分析层、表征层和认知层的数据交互可视化分析体系。研究为教学数据的可视化设计

提供了理论参考,对促进个性化教学和教育智慧化发展具有重要意义。

参考文献

- [1] 郑娅峰, 赵亚宁, 白雪等. 教育大数据可视化研究综述 [J]. 计算机科学与探索, 2021, 15 (03): 403-422.
- [2] 王冬青, 韩后, 邱美玲等. 基于智慧课堂动态生成性数据的交互可视化分析机制研究 [J]. 电化教育研究, 2019, 40 (05): 90-97.
- [3] 梅鹏飞, 何晓萍. 国外教育大数据研究的可视化分析 [J]. 中国教育信息化, 2018 (03): 11-17.
- [4] 刘三女牙, 周东波, 李浩等. 基于地图的教育大数据可视分析方法探讨 [J]. 电化教育研究, 2018, 39 (07): 49-56.
- [5] 张维, 李姣姣, 舒江波等. 云课堂教育大数据交互式可视化研究 [J]. 中国教育信息化, 2016 (12): 1-4.
- [6] 王一凡. 教育数据可视化: 发展历史、研究热点及典型应用 [J]. 江南大学学报 (人文社会科学版), 2022, 21 (05): 76-88.
- [7] 郭世豪. 基于大数据的在线教学平台数据可视化研究 [J]. 河南广播电视大学学报, 2022, 35 (01): 7-11.
- [8] 李克红. 人工智能视域下成人高等教育智慧课堂教学模式研究 [J]. 中国成人教育, 2020(11): 45-52.
- [9] 肖建力, 沈显明, 尚丽辉等. 利用教育大数据可视化提高本科生培养质量 [J]. 中国教育技术装备, 2019 (02): 29-31+35.
- [10] 郑芳超. 大数据时代的高校实践教学改革——多源数据的整合与利用 [J]. 中国管理信息化, 2023, 26 (17): 229-232.
- [11] 刘欢, 汤维中, 任友群. 数据可视化促进教育决策科学化: 内涵、策略与挑战 [J]. 教育发展研究, 2018, 38 (05): 75-82.
- [12] 刘海, 李姣姣, 张维等. 面向在线教学平台的数据可视化方法及应用 [J]. 中国远程教育, 2018 (01): 37-44.
- [13] 田胜, 李维, 董沁宇. 基于用户认知的态势可视化设计研究 [J]. 中国电子科学研究院学报, 2022, 17 (04): 392-397.
- [14] 张晶. 基于用户认知的大数据可视化复杂度研究 [D]. 南京: 东南大学, 2020.08.
- [15] 于兴尚, 王迎胜. 面向用户认知需求的图书馆用户画像研究 [J]. 图书馆, 2021 (02): 57-62.