



图书馆论坛
Library Tribune
ISSN 1002-1167, CN 44-1306/G2

《图书馆论坛》网络首发论文

题目: 元宇宙中情境知识的构建与应用初探
作者: 姚占雷, 许鑫
网络首发日期: 2021-12-07
引用格式: 姚占雷, 许鑫. 元宇宙中情境知识的构建与应用初探[J/OL]. 图书馆论坛.
<https://kns.cnki.net/kcms/detail/44.1306.G2.20211206.1600.002.html>



网络首发: 在编辑部工作流程中, 稿件从录用到出版要经历录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿等阶段。录用定稿指内容已经确定, 且通过同行评议、主编终审同意刊用的稿件。排版定稿指录用定稿按照期刊特定版式(包括网络呈现版式)排版后的稿件, 可暂不确定出版年、卷、期和页码。整期汇编定稿指出版年、卷、期、页码均已确定的印刷或数字出版的整期汇编稿件。录用定稿网络首发稿件内容必须符合《出版管理条例》和《期刊出版管理规定》的有关规定; 学术研究成果具有创新性、科学性和先进性, 符合编辑部对刊文的录用要求, 不存在学术不端行为及其他侵权行为; 稿件内容应基本符合国家有关书刊编辑、出版的技术标准, 正确使用和统一规范语言文字、符号、数字、外文字母、法定计量单位及地图标注等。为确保录用定稿网络首发的严肃性, 录用定稿一经发布, 不得修改论文题目、作者、机构名称和学术内容, 只可基于编辑规范进行少量文字的修改。

出版确认: 纸质期刊编辑部通过与《中国学术期刊(光盘版)》电子杂志社有限公司签约, 在《中国学术期刊(网络版)》出版传播平台上创办与纸质期刊内容一致的网络版, 以单篇或整期出版形式, 在印刷出版之前刊发论文的录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿。因为《中国学术期刊(网络版)》是国家新闻出版广电总局批准的网络连续型出版物(ISSN 2096-4188, CN 11-6037/Z), 所以签约期刊的网络版上网络首发论文视为正式出版。

元宇宙中情境知识的构建与应用初探

姚占雷, 许鑫

摘 要 新冠肺炎疫情爆发以来, 全球数字化转型加速, 人类的现实生活开始大规模向虚拟世界迁移, 元宇宙尝试勾勒人类未来数字化生存的图景, 并成为 2021 年社会高度关注的创新方向。文章重点以三个世界理论为基础, 聚焦揭示元宇宙中三个世界的现状, 并针对其中客观知识世界的构建展开系统探究, 具体包括: 首先, 将元宇宙中的客观知识世界构建, 转化为深度融合应用场景的学科知识资源重构, 即知识情境化; 其次, 提出“任务-方法-流程”情境知识描述框架, 并勾勒出情境知识构建的路径 (涉及应用场景中教学需求识别、需求驱动的教学资源整合、任务导向的情境知识建模和情境模拟的教学方案设计四个模块); 最后, 在此基础上描绘元宇宙中情境知识的未来应用方向, 以期进一步充实元宇宙内涵, 改变当前过渡的泛娱乐化、社交化倾向, 为经济社会数字化转型赋能。

关键词 元宇宙 客观知识世界 情境知识 初探

引用本文格式 姚占雷, 许鑫. 元宇宙中情境知识的构建与应用初探[J]. 图书馆论坛, 2022.

0 引言

以 2021 年 10 月 28 日 Facebook 正式改名 Meta 为触点, 元宇宙的概念迅速走红, 助推其成为社会高度关注的创新方向, 2021 年也被誉为“元宇宙元年”。清华大学新媒体研究中心发布的《2020—2021 元宇宙发展研究报告》显示, “‘元宇宙’热潮背后是 AI、VR、AR、5G、大数据、数字孪生、云计算、区块链等相关技术的发展已经到规模化应用的临界点, 是对新型技术的统摄性产品化想象, 可统合诸多新兴技术, 将其导向可落地的产品形态”^[1]。元宇宙为我们勾勒了人类未来数字化生存图景, 其本质是构建一个与真实世界平行的虚拟数字世界, 且在实践的过程中势必会为现有的科技领域带来更多的应用场景, 进而重塑人类未来的生产生活与学习方式^[2], 将在游戏、社交、艺术、教育、设计、营销等诸多领域取得突破^[3], 构成经济社会数字化转型的一大助力。

聚焦到教育场景, 当前线上教学的模式已被师生广为接纳, 不过多是传统授课模式的线上延伸, 学生的知识迁移能力受限。同时, 现有以情境模拟实验 (实训) 教学为代表的虚拟学习环境, 虽然能在培育学生知识迁移能力过程中发挥重要作用, 但也多是作为传统课堂活动的一个自然延续, 主要是完成对课堂知识综合运用能力的考察且非必须, 导致情境知识的习得过程漫长。而元宇宙以其沉浸式互动体验等特性, 可为情境知识的习得提供理想空间, 同时作为“包罗万象”的元宇宙, 探索建构与之匹配的学科知识资源科学组织与利用范式, 扭转现有物理现实世界、主观虚拟世界、客观知识世界链接欠佳现状, 有其必要性和价值。

1 情境知识相关研究

为什么要构建情境知识? 情境知识作为现实知识的构成部分, 它存在于每一具体的互动情境中, 具有影响行动并建构社会的功能^[4], 在知识迁移能力形成过程中, 情境知识习得的作用至关重要。情境知识的习得总在某种程度上改变着原有的认知结构, 它发生于学习者在已掌握的课堂知识进行重构与组合的过程之中, 继而形成知识迁移能力, 而促使知识迁移发生的要素包括学习者的概括及类比推理能力、对原理的理解与掌握程度、学习情境识别及系统化思考等^[5]。因此, 只有理解并把握事物的属性和基本原则 (如传统课堂知识习得), 并经系统化思考识别出知识与情境间的相互关系 (本文所提的情境知识), 概括出自己的经验、方法, 继而形成知识迁移能力。元宇宙中所富含的场景, 将成为支撑情境知识习得的一个重要载体, 同时情境知识所承载的学科知识资源, 也将进一步充实元宇宙内涵, 改变当前过渡的泛娱乐化、社交化倾向, 赋能经济社会数字化转型。



图1 课堂知识与情境知识区别示意图

1.1 情境知识及其应用

目前学界对情境知识的概念界定尚未形成共识。情境知识，通常可被看作是对与研究对象相关的条件、背景和环境的认知，既包括外部环境、背景等客观因素，也包括活动主体的认知、经验、心理等主观因素^[6]。张琼等根据教学过程与呈现时借助的手段的不同，情境知识可分为符号类情境知识、模拟社会生活场景类情境知识、操作类情境知识和基于技术支持的情境知识四种类型^[7]。张辉蓉等认为基于教师问题提出的情境知识，由问题提出知识、学生问题提出知识、问题提出情境知识、问题提出教学方法知识、问题提出教学评估知识构成^[8]，情境知识亦或按照实体情境特点划分为设备情境、时空情境、用户情境和任务情境^[9]，并具有时间链驱动的动态演化特性^[10]。

不过，尽管对情境知识的界定尚未清晰，但情境知识的价值已被发掘并广泛应用于知识管理、决策模拟等。比如，在知识管理方向，邬益男^[10]构建情境视图对知识资源进行导航；李泽中等^[11]建立起面向业务问题求解的知识情境集成模型框架；王欣等^[12]构建静态、动态情境知识模型，为用户推送所需的个性化知识；Palacios S 等^[13]设计一个可扩展的实时按需情境知识提取和分发框架（SKOD），以通过基于用户兴趣建模的触发器将动态内容推送给相关用户。再如，在决策模拟方向，曹高辉等^[9]基于情境数据的情境建模，寻求最优融合策略完成多层次、多维度的信息融合决策处理；Jain S 等^[14]采用自上而下、自下而上、基于案例、基于规则的混合推理方法来提供紧急决策支持；Steinberg A N^[15]等认为情境知识有助于把握市场动态，从而做出理性决策，而在在职前教育阶段应重视真实工作情境的渗透，重视跨领域理论知识及其情境化的运用^[16]。

1.2 知识情境化组织

为促进形成特定知识的迁移能力，构建与应用场景相匹配的知识资源至关重要。目前国内外相关研究与实践已累积一定的成果，为相关研究与实践开展提供参考。

（1）技术方法应用。 协作制图/视频、案例资源整合、多媒体技术是在情境教学过程中常见的、灵活的且受限较少的知识资源获取方法，如 Gaston J P 等^[17]提出由学生团队合作制作特定概念和内容领域的视频，可触发情境学习过程中的兴趣、动力和情境感知。而随着移动学习的快速兴起，一些学习 APP 为提高用户学习模块化，开始重视情境在内容交付中的作用，如 Wu X 等^[18]测试了一款情境交互式酒店英语学习 APP，该 APP 依据部门划分酒店，依据工作场景设定英语对话练习内容，发现娱乐性和自我效能是用户使用该类 APP 意愿的重要因素。以 VR、AR、MR 为代表的虚拟现实技术也备受关注，亦在教学情境构建中广泛应用，如孙红杏等^[19]将 VR 技术用于词汇讲解及情境对话口语训练场景；Yip J 等^[20]运用 AR 技术制作虚拟现实场景，提高学生的学习经验及其对复杂问题的理解；Matthew A F 等^[21]利用 Second Life machinima 视频和模拟文档所描绘的叙述，构建一个真实的谈判模拟学习环境；方琦^[22]等将基于网络环境的虚拟地貌考察融入传统的课堂教学。

（2）系列模型构建。 多是基于情境学习理论、分析情境模型、动态记忆理论、故事构造模型等构建面向具体情境的模型或模式。曲茜美等^[23]基于情境故事视角构建的 MOOC 游

戏化模型,能够将抽象概念融入具体情境、故事和人物关系之中,避免了概念之间的孤立^[24]。Beyyoudh M 等^[25]认为基于游戏的知识资源融合能够促进偶然学习。针对网络教学过程中知识资源结构外部封闭、内部松散堆砌等问题,宋晓光^[26]提出基于网络教学构建“三课两网一平台”知识供应体系。

简言之,当前针对学科知识情境化组织利用的技术方法研究,多是以刺激感官、提高学生情境学习兴趣为出发点,或是优化已有知识资源的展现形式,对知识资源的深层次组织利用少见,知识资源的有效组织利用模式尚未形成;而学者面向具体学习情境构建的知识资源模型,虽可使知识资源的表示方式更具多样化和关联性,但多是围绕已有课程内容或教学计划构建。值得一提的是,中国人民大学朝乐门研究团队围绕数据故事化的系列研究^{[27][28][29]},为数据科学相关知识的情境化组织提供了参考,如设计面向数字人文的“数据化-情境化-故事化”层层递进的红色档案资源组织路径,从情境化角度编织多元的叙事维度^[30]。

2 元宇宙与三个世界

元宇宙是什么?目前尚无公认定义,学术界、产业界均发表有自己的理解和看法,国内较具代表的理解认为“元宇宙是整合多种新技术而产生的新型虚实相融的互联网应用和社会形态,它基于扩展现实技术提供沉浸式体验,基于数字孪生技术生成现实世界的镜像,基于区块链技术搭建经济体系,将虚拟世界与现实世界在经济系统、社交系统、身份系统上密切融合,并且允许每个用户进行内容生产和世界编辑”^[1]。由此可见,元宇宙关心的是技术之上的应用形态,赋予体系化、丰富的应用场景,是一个“人类基于对现实世界的认知和理解,创造和构建一个基于现实、高于现实的虚拟宇宙”^[31]。

基于当代英国科学哲学家卡尔·波普尔的三个世界理论(即物理世界、被感知的数字世界、客观知识世界),元宇宙可分别映射为其组成的“物理现实世界”(建筑、土地、河流等)、“主观虚拟世界”(数字环境或虚拟场景)与“客观知识世界”(各种形态的学科知识资源)。现阶段业界和学界有关元宇宙的探索普遍将视角聚焦在物理现实世界与主观虚拟世界的更为沉浸式互动体验上(如娱乐、传媒、工业),鲜有关注作为其重要组成部分的客观知识世界,仅发现向安玲等^[32]从元宇宙技术发展和组织特性出发,结合数字资源管理的关键环节,梳理了技术融合点和潜在应用场景。尽管如此,当前元宇宙中三个世界链接的机理依旧存在(图2),但需增强、升级。

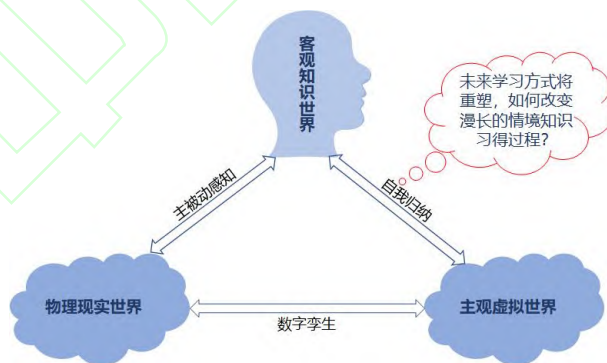


图2 元宇宙中三个世界的链接现状

随着相关实践的深入,元宇宙中三个世界的链接将更为紧密,尤其是物理现实世界和主观虚拟世界,也正是缘于对这种统摄性产品化的想象,可统合诸多新兴技术,成为爆发性热点,将其导向可落地的产品形态。事实上,基于数字孪生技术生成现实世界的镜像、新型虚实相融的社会形态业已出现,如智慧交通数字孪生平台^[33]。客观知识世界与物理现实世界的链接,会在人类生产生活与学习活动过程中自然发生,是一类客观存在,无须干预,而具体到教育领域,则反映在学校课堂授课等活动之中。自古以来,客观知识世界的

建构方,主要源自教研或生产实践一线人员,并通过学校等场所传播开来,而随着现代信息技术与教学活动的持续深入融合,客观知识世界开始走进主观虚拟世界。近年来在线教育行业发展迅猛,尤其是新冠肺炎疫情全球爆发以来,人类的现实生活开始大规模向虚拟世界迁移,2020 年上半年我国几乎所有教学活动转移至线上,客观知识世界与主观虚拟世界相融互通,然而多是传统授课模式的线上镜像。缘于线上线下教学各具不可替代特性,两者对教学资源要求不一,线上线下融合教学的理论^[34]与实践^[35]探索备受关注,成为相关领域研究的一个热点现象。以篇名“线上线下”AND 主题“教育”为检索式,2021 年 12 月 3 日的 CNKI 检索数据显示,相较于 2019 年国内学者发表的 46 篇期刊论文,2020 年 114 篇、2021 年 159 篇,增幅显著。

综上所述,因为客观知识世界的存在,有别于数字孪生完全着力于对物理世界生产生活的优化与效率提升,元宇宙被赋予了更多的想象。不过,元宇宙中的客观知识世界构建,并不是简单地将线下学科知识资源线上化,亦被赋予了新的内涵。

3 融合情境知识的元宇宙

3.1 基于情境知识的客观知识世界重塑

当前客观知识世界(各种形态的学科知识资源)在主观虚拟世界(数字环境或虚拟场景)中的形式多样、种类繁多,涉及文本、图片、音频、视频、程序源码等表现形式(见表 1),并广泛分布在诸多繁杂的网络环境中。

表 1 知识资源的种类与分布

资源种类	主要表现形式	典型代表
慕课	视频	中国大学 MOOC、网易公开课、Coursera
博客	文本、图片、程序源码	科学网、科学松鼠会、CSDN
播客	音频、视频	喜马拉雅 FM、蜻蜓 FM
百科	文本、图片、视频	百度百科、维基百科、百度经验
文库	文本	百度文库、豆丁文库
社交平台	文本、图片、视频	抖音、哔哩哔哩
问答社区	文本、图片	知乎、StackOverflow
开源社区	程序源码	Github

线上教学活动多依赖专业化的教学平台(超星泛雅、Blackboard、Moodle 等)或直播平台(腾讯会议、哔哩哔哩、Zoom 等)。而与特定应用场景结合的则是依托教育部开展示范性虚拟仿真实验教学项目建设^[36]所产生的各级别虚拟仿真实验教学项目,如国家虚拟仿真实验教学项目共享服务平台(<http://www.ilab-x.com>),这也是元宇宙在教育领域的一类典型实践。元宇宙将会使教育的体验性更强,开展沉浸式的教育,它更偏向具备必要基础知识之后的知识运用能力锻炼和知识迁移能力形成。因此,元宇宙中客观知识世界的构建,本质上是深度融合应用场景的学科知识资源重构,本文将这一过程称之为“知识情境化”,最终得到情境知识。

情境知识是知识迁移能力形成的关键,它能够助力学习者形成新的知识边界,加速其面对特定任务(或问题)做出正确行动,存在于以知识点为中心的关联知识库之中,它源于课堂知识,但又高于课堂知识。作为一类能加速学习者面向特定任务(或问题)做出正确行动的知识资源,情境知识具有实操性强、富含行动等特点,是面向特定任务达成(或问题解决)的系列组合,是对现有课堂知识的萃取与升华。为此,本文以任务为节点,以任务达成所采纳的方法及对应的流程为属性,建立富含行动指导的情境知识,形成“任务-方法-流程”情境知识描述框架(图 3),即:将情境知识中的“任务”定义为领域知识,“方法”“流程”归属操作性知识,“任务”与“方法”关联,通常是多个方法的组合,而“流程”又是“方法”的载体,构建情境知识概念图以实现任务导向的情境知识表示。同时,为实现情境知识的

科学管理与共享利用,可采用 RDF 资源描述框架,以“资源(任务)”-“属性(方法、流程等)”-“值(实例)”三元组的形式,完成对情境知识概念图的资源描述,形成情境知识库,以实现它的科学管理与共享利用,并基于知识图谱优化信息检索,利用语义匹配而非词匹配、概念关系而非关键词关系来实现情境匹配和近似情境的精确关联。

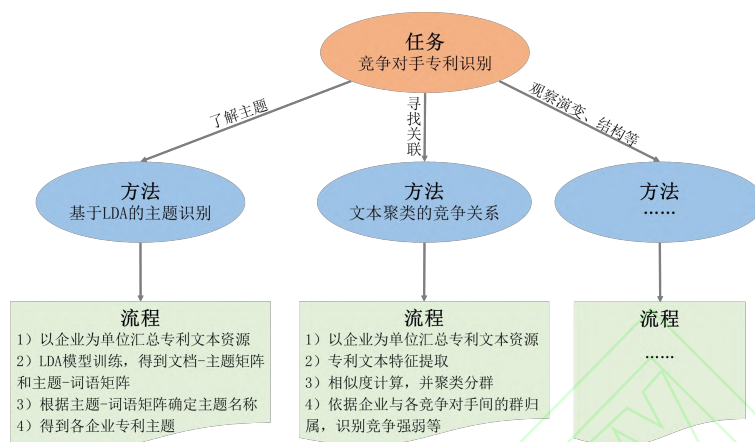


图3 某企业产品研发决策情境下竞争对手专利识别任务的情境知识示意

3.2 情境知识构建的一般路径

情境知识构建活动是一项系统性工程,它既依赖于特定学科,又要兼顾应用场景,可遵循以下范式。下文以数据驱动决策情境为例开展阐释。

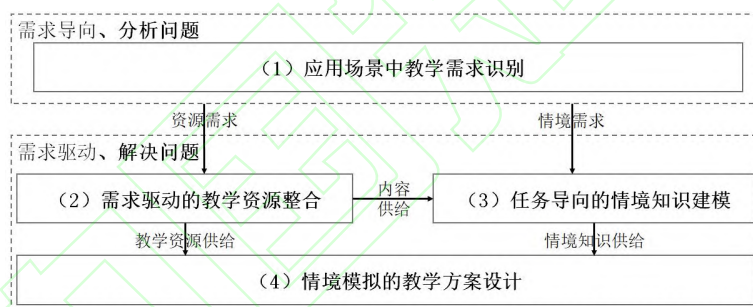


图4 情境知识构建“四部曲”

3.2.1 应用场景中教学需求识别

对应用场景中教学需求的精准把握是针对性开展情境教学活动的前提,它决定了教学活动的内容与形式,成为情境知识构建中不可或缺的关键环节,主要涉及两类需求的识别。

(1) **教学情境需求识别。**基于企业视角,对常用的决策情境(研发决策、营销决策、定价决策等)进行特征画像,系统挖掘决策情境中所包含的任务及其对应的活动,并廓清这些活动的性质(演示型、操作型等)、载体(音视频、图文等)与时机等,为情境知识构建提供必要的框架与要素。

(2) **教学资源需求识别。**数据驱动决策情境中的教学资源主要分为面向理论回顾的基础知识、面向实际情境的领域知识和面向决策活动的数据资源三类,研究全面梳理它们的特点、分布状态、可用性、更新频率及数据之间的关联现象等,进而厘清所需的教学资源,为后续研究工作开展提供基础支撑。

3.2.2 需求驱动的教学资源整合

教学资源本身来源广泛、形态各异、结构繁杂,其碎片化、异构、多模态等特点为教学资源利用带来了困难,而对它的整合也通常涉及资源的稳定获取、类型聚合、关系融合、

管理利用等, 主要建设内容包括两类。

(1) **资源获取与聚合。**建立教学资源的稳定获取方式方法, 并研究不同模态数据之间的转换, 使用统一的元数据标准对资源进行聚合, 旨在提供一站式的资源检索服务。

(2) **知识发现与抽取。**在资源聚合的前提下, 着重面向数据资源这类教学资源, 构建用于辅助决策的知识, 具体包括企业竞合关系、产品开发方向、用户群体画像(偏好/情绪等)、影响事件发展的要素等。

(3) **知识资源库建设。**为解决知识资源的规范与动态管理问题, 建立统一的知识资源数据模型, 并据此建设知识资源库, 进而更好地满足知识资源最大化利用的需要。

3.2.3 任务导向的情境知识建模

情境知识的规范化表示是做好组织利用的前提和基础, 探寻具有一定普适性的情境知识表示方法有其价值, 能助推与丰富元宇宙的内涵建设, 但因情境归属领域的差异显著而极具挑战, 主要建设内容包括三类。

(1) **情境知识表示方法。**将情境模拟中任务达成(或问题解决)所采纳的“方法”和实施的“流程”纳入情境知识范畴, 建立以任务为节点、以方法和流程为属性的情境知识描述框架(图3)。

(2) **情境知识生成。**解决情境知识的实例化问题, 着重基于知识资源库, 结合教学情境需求, 探究任务与方法、流程间的关联机制, 构建情境知识生成机制, 完成大规模情境知识的构建。

(3) **情境知识利用策略。**解决情境知识的利用问题, 着重探究建立起面向特定情境检索并选取情境知识的路径, 及其利用时机等, 并实现以多维视图、多途径检索等方式的情境知识全景呈现, 以服务于相关实践。

3.2.4 情境模拟的教学方案设计

不同类型的决策情境决定了情境模拟的内容与形式。数据驱动决策情境, 则是强调基于数据形成决策依据的过程, 主要建设内容包括两类。

(1) **数据驱动决策的情境模拟方法。**依托前述构建的知识资源库, 着重以数据资源为原始输入, 以决策模型(情境知识中的“方法”、“流程”)为核心, 以决策结果(情境知识中的“任务”)为结果输出, 建立融合情境知识的决策情境模拟机制, 搭建由“活动数据”生成“决策依据”的通道。

(2) **决策情境要素设计。**针对决策情境活动, 设计或梳理与之配套的决策情境要素(场景、实物、用户等)及其呈现形式, 为情境模拟学习环境建设提供必要的基础素材。

4 元宇宙中情境知识的典型应用初探

笔者实验室在 2021 年 5 月组织的一次“虚拟学习环境的教学现状调查”(问卷面向长三角地区发放, 有效回收 234 份)结果显示, 当前高等院校的情境化教学活动比重似乎并不高, 学生的知识迁移能力多是通过其他途径习得。

表 2 不同类型虚拟学习环境在教学活动中的接受程度

观察维度	您最喜欢的虚拟学习环境 (单选) (%)	您所接触过哪些类虚拟学 习环境(多选) (%)
虚拟学习环境类型		
平台支撑型环境(如腾讯会议、钉钉)	11.97	96.58
资源聚合型环境(如维基百科、百度百科)	45.73	77.35
交流互动型环境(I类)(网络教学为主, 如 blackbord、慕课、超星学习通)	19.23	84.19
交流互动型环境(II类)(学习社区为主, 如 CSDN 等论坛、知乎)	14.10	60.26
在线实验环境(如虚拟仿真实验教学项目或课程、决策仿真)	5.56	22.22
其他	3.42	4.70

作为描绘人类未来数字化生存图景,教育亦是不可缺少的一环,元宇宙将重塑上述状态。情境知识的构建在一定程度上解决了元宇宙中客观知识世界与主观虚拟世界的弱连接问题,增强其独特的育人功能,主要是利用元宇宙更为沉浸式互动体验的特性,促使线上线下教学分工清晰、迭代升级,且与具体应用场景的深度逼真融合,会产生更为广袤的想象空间,主要包括但不限于三个方面。

(1) 深耕内容,由“知道”升级为“行动”。面向具体应用场景、问题驱动任务导向的学科知识重构,将涌现出情境知识供给的产品形态,这为现有百科资源类平台发展带来新契机,即:在保留原有词条的基础上,以阐释基本知识为主,渐趋走向指导行动,知识和资源的精准及时抵达。

元宇宙中人类实现了虚拟世界与现实世界在经济系统、社交系统、身份系统上密切融合,对参与指导行动、解决实际问题的知识要求更为迫切,也为精准及时抵达等体验提供了可能。当前也出现有类似指导行动的产品(如百度经验),但多偏向指导生活类实践。

(2) 平台升级,由“仿真”趋向“真实”。作为新型虚实相融的互联网应用和社会形态,元宇宙所富含的应用场景更接近现实,为教学活动带来更为真实的情境,改变“当前虚拟学习环境多是传统课堂活动的实践环节,其知识表达多遵循课堂知识体系”现状。

学科知识资源的情境化组织并融入元宇宙,并统合 AR/VR/MR 等技术拓宽感知模式,会带来更为完整、贴近实际的学习环境,让学生做“真”实验、“真实践”,进而加速情境知识习得过程,助推所学知识的迁移运用。

(3) 层次分明,助推经济社会数字化转型。经济社会的数字化转型,不仅需要大量的数据产业技术人才和熟悉数据业务的人才,聚焦探索数据资源的创新应用,还需要公民具备一定的数字素养,国家层面也顺势印发《提升全民数字素养与技能行动纲要》(2021 年 11 月)加速这一进程。

元宇宙本身的数字属性,通过将情境知识与不同场景的组合,可为公民数字素养提升及相关人才培养提供理想的实践空间,如前述小节中所示的数据驱动决策情境知识,可快速帮助从业人员习得相关技能;智慧交通数字孪生平台等的业务运作及其与情境知识串联,可促使从业人员直观建立与场景的联系、熟悉数据业务;而作为一类能加速学习者面向特定任务(或问题)做出正确行动的知识资源,情境知识具有实操性强、富含行动等特点,可直接参与提升全民数字素养与技能行动中。

参考文献

- [1]张志伟.清华大学新媒体研究中心发布《2020-2021 元宇宙发展研究报告》[EB/OL]. (2021-10-26)[2021-11-23]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1714658282730354191>.
- [2]丁海鹭.“元宇宙”:正在数字化的宇宙观[EB/OL]. (2021-10-29)[2021-11-23]. <http://www.digital-times.com.cn/14863.html>.
- [3]钱志新.数字化新认知——元宇宙[EB/OL]. (2021-11-29)[2021-11-30]. http://jspopss.jschina.com.cn/23791/202111/t20211129_7328758.shtml.
- [4]赵万里,李路彬.情境知识与社会互动——符号互动论的知识社会学思想评析[J].科学技术哲学研究,2009,26(5):87-93.
- [5]陈明明.桌面虚拟实验中学习者知识建构和迁移的影响因素研究[D].金华:浙江师范大学,2011.
- [6]黄安强,肖进,汪寿阳.一个基于集成情境知识的组合预测方法[J].系统工程理论与实践,2011,31(S1):55-65.
- [7]张琮,康翠萍.基于知识复杂性的高级学习与大学课堂重构[J].教育研究与实验,2017(3):70-75.
- [8]张辉蓉,冉彦桃,刘蝶,等.教师“问题提出”教学知识建构[J].数学教育学报,2019,28(2):13-17.
- [9]曹高辉,徐元,梁梦丽,等.基于情境的信息融合模型研究[J].情报学报,2017,36(6):537-546.
- [10]邹益男,战洪飞,余军合.面向业务问题求解的知识情境集成建模方法研究[J].软科学,2018,32(3):134-138,144.
- [11]李泽中,张海涛,张鑫蕊,等.融合用户社交与情境信息的虚拟知识社区个性化知识推荐研究[J].情报理论与

- 实践,2020,43(4):152-158.
- [12]王欣,张冬梅.“互联网+”背景下情境知识集成建模研究[J].情报科学,2017,35(6):39-43.
- [13]Palacios S, Solaiman K M A, Angin P, et al. WIP-SKOD: A Framework for Situational Knowledge on Demand[M]//Heterogeneous Data Management, Polystores, and Analytics for Healthcare, Springer, Cham, 2019:154-166.
- [14]Jain S, Patel A. Situation-Aware Decision-Support During Man-Made Emergencies[C]// Proceedings of ICETIT 2019, Emerging Trends in Information Technology, Delhi, 2019:532-542.
- [15]Steinberg A N, Bowman C L, Haith G, et al. Adaptive context assessment and context management[C]//17th International Conference on Information Fusion (FUSION), Salamanca, 2014:1-8.
- [16]李政.职业教育现代学徒制的价值研究[D].上海:华东师范大学,2019.
- [17]Gaston J P, Havard B. The Effects of Collaborative Video Production on Situational Interest of Elementary School Students[J]. TechTrends, 2019, 63(1):23-32.
- [18]Wu X, Fang S, Lai I K W. Undergraduate Student's Acceptance of a Situational and Interactive Hotel English Learning APP: An Empirical Study Based on the Extension of UTAUT[C]//International Conference on Technology in Education. Springer, Singapore, 2019: 203-212.
- [19]孙红杏,张平川. VR 技术在中职英语教学中的应用探索[J].科学咨询(科技·管理),2020(1):165.
- [20]Yip J, Wong S H, Yick K L, et al. Improving Quality of Teaching and Learning in Classes by Using Augmented Reality Video[J]. Computer & Education, 2019(129):88-101.
- [21]Matthew A F, Butler D. Narrative, machinima and cognitive realism: Constructing an authentic real-world learning experience for law students[J]. Australasian Journal of Educational Technology, 2017, 33(1):14-162.
- [22]方琦,孙越雯,朱志刚.基于地图软件的虚拟地貌考察教学设计——以人教版必修 1“营造地表形态的力量”为例[J].地理教学,2020(1):40-45.
- [23]曲茜美,曾嘉灵,尚俊杰.情境故事视角下的 MOOC 游戏化设计模型研究[J].中国远程教育,2019,40(12):24-33,92-93.
- [24]王宇,汪琮.慕课环境下的真实学习设计:基于情境认知的视角[J].中国远程教育,2018(3):5-13,79.
- [25]Beyoudh M, Idrissi M K, Bennani S. A new approach of designing an intelligent tutoring system based on adaptive workflows and pedagogical games[C]//17th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET). IEEE, Olhao, 2018:1-7.
- [26]宋晓光.基于视频课程资源构建“321”知识供应体系的模式研究[J].中国教育信息化,2017(15):35-37.
- [27]朝乐门,张晨.数据故事化:从数据感知到数据认知[J].中国图书馆学报,2019,45(5):61-78.
- [28]孙智中,朝乐门,王锐.数据故事化的评价与改进[J].情报资料工作,2021,42(2):81-89.
- [29]张晨,朝乐门,孙智中.数据故事叙述的关键技术研究[J].情报资料工作,2021,42(2):73-80.
- [30]赵红颖,张卫东.数字人文视角下的红色档案资源组织:数据化、情境化与故事化[J].档案与建设,2021(7):33-36.
- [31]箩筐技术.数字孪生和元宇宙的异同是什么?[EB/OL]. (2021-11-11)[2021-11-18]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1716103124953978745>.
- [32]向安玲,高爽,彭影彤,等.知识重组与场景再构:面向数字资源管理的元宇宙[J/OL]. 图书情报知识. (2021-11-19)[2021-11-23]. <https://kns.cnki.net/kcms/detail/42.1085.G2.20211119.1637.002.html>.
- [33]张健.白银路“提智”工程完工,全线恢复通行[EB/OL]. (2021-12-01)[2021-12-03]. http://www.jiading.gov.cn/xinwen/jddt1/msxw/content_763092.
- [34]穆肃,王雅楠,韩蓉.线上线下融合教学设计的特点、方法与原则[J].开放教育研究,2021,27(5):63-72.
- [35]王月芬.线上线下融合教学:内涵、实施与建议[J].教育发展研究,2021,41(6):19-25.
- [36]教育部办公厅.教育部办公厅关于 2017-2020 年开展示范性虚拟仿真实验教学项目建设的通知[EB/OL]. (2017-7-11)[2021-11-23]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7945/s7946/201707/t20170721_309819.html

作者简介 姚占雷, 华东师范大学经济与管理学部工程师; 许鑫(通信作者, xxu@infoc.ecnu.edu.cn), 华东师范大学经济与管理学部教授、博士生导师。