

基于沉浸式学习环境的隐形性评估： 机理、框架与应用

龚鑫¹, 许洁², 乔爱玲¹

(1.首都师范大学 教育学院, 北京 100048;

2.浙江大学 教育学院, 浙江 杭州 310058)

[摘要] 随着智能技术与教育的融合,通过有效的评估方式促进学生素养提升成为当前研究的核心。沉浸式学习环境以其认知性、关联性和情境性催生未来学习的新场域,为智能时代学生核心素养的评估提供了新方向。针对当前隐形性评估存在的缺乏对过程性数据的采集与分析且评估结果效度较低等问题,研究采用文献分析法将沉浸式学习环境的典型特征与隐形性评估中“以证据为中心的设计”相弥合,深入探究两者相契合的机理以论证隐形性评估嵌入沉浸式学习环境的可行性。通过确定培养目标、建立能力模型,选择沉浸环境、设计任务模型,搜集过程数据、关联证据模型,学习动态反馈、实时精准推送等不同环节的迭代优化构建沉浸式学习环境隐形性评估实施框架。最后,通过虚拟游戏《死亡蜜蜂》案例分析,展现了实施框架的应用方式,并验证了其具有良好的可操作性和有效性。

[关键词] 沉浸式学习环境; 隐形性评估; 以证据为中心的设计; 素养测评

[中图分类号] G434 **[文献标志码]** A

[作者简介] 龚鑫(1999—),女,重庆人。博士研究生,主要从事编程教育研究。E-mail:Gongxinjys@163.com。乔爱玲为通讯作者,E-mail:qiaoal@126.com。

一、引言

随着虚拟现实(VR)、增强现实、元宇宙等智能技术的发展,如何在不影响学生学习的情境下评价学生并促进其个性发展成为智能时代教育研究的重点。隐形性评估(Stealth Assessment)是基于日志文件(Log-file)所捕捉到的数据模型,使用机器学习技术在建立的能力变量模型上实现概率推理,进而提供一种无需明确测试就能监测学习进度的新型评估方法^[1]。但作为一个新兴的交叉研究领域,缺乏对复杂、细粒度的过程性数据的采集与分析,选用的数据分析技术单一问题是导致隐形性评估停滞不前的主要原因。而由多种复杂技术组成的沉浸式技术,其构建的沉浸式学习环境,不仅可以让学生完全沉浸在一个接近现实的

虚拟环境中,还能通过与虚拟学习内容和角色等进行实时互动,产生展现自身知识、技能、情感、态度、价值观、核心素养等表现的过程性数据。由此,本研究旨在将隐形性评估嵌入沉浸式学习环境中,弥补现有不足,并通过探寻二者相契合的机理验证可行性。同时,构建清晰的评估实践框架、介绍典型的应用案例,以期解答“如何评价学生在沉浸式学习环境中的核心素养”的理论与实践问题。

二、文献综述

(一) 隐形性评估概述

1. 隐形性评估内涵

隐形性评估是一种不引人注目的、基于证据的评估方法,自动匹配计算机设定的培养目标,自动采集

基金项目:2022年度全国教育科学“十四五”规划教育部重点课题“双减背景下信息技术支持的差异化教学设计模型与干预策略研究”(课题编号:DCA220449)

反映学生能力的证据,并不断向学生提供符合其能力的学习任务,以及时反馈促进学生的学习行为,支持学生核心素养目标能力的发展。此外,它体现人机互动的智能化、个性化和即时反馈等特征,不会让学生产生被监视的厌恶感或被考核的紧张感,从而允许学生进入一种“心流”状态,提高了评估本身的效度^[2]。

隐形性评估基于“以证据为中心的设计”(Evidence-Centered Design, ECD)框架实施^[3]。ECD涉及概念和计算模型(如能力模型、证据模型和任务模型)的开发,这些模型共同完成有效的评估。能力模型(Competency Model)是指根据研究问题确定学生的特质。证据模型(Evidence Model)作为能力模型和任务模型的桥梁,由证据规则和数据模型两部分组成^[4],通过汇总可观测数据来确定反映了学生特质的指标及计分规则(即证据规则),并借助贝叶斯网络、随机森林等算法构建数学模型来预测能力模型,从而推断学生特质(即数据模型)。任务模型(Task Model)通过设计情境任务来引出与学生能力相关的证据。

2. 隐形性评估研究现状

隐形性评估已逐渐应用于各种教育游戏和虚拟仿真类应用中^[4]。然而,当前隐形性评估在测评环境的选择和开发、测评数据的分析技术、测评结果的效度三方面均有不少挑战。第一,测评环境提供沉浸体验,但缺乏自适应性。早期隐形性评估作为一种预先嵌入学习环境中的评估方法^[4],均遵循同样的评估标准,通常无法自由设定与学习环境相对应的能力模型。虽有研究者尝试设计通用性的环境框架,将评估与学习环境机制分离,但仍存在心流体验中断、练习效应等问题^[5]。第二,测评技术弥补传统不足但使用情况单一。在评估过程中,隐形性评估能够收集到部分过程数据,如鼠标点击次数、反应时间等。一方面,记录、处理与分析这些数据远比仅使用传统心理测验更复杂;另一方面,已有研究局限于使用单一的贝叶斯网络技术表征关键特征之间的关系,如何在大量数据中识别并验证数据指标与所测特质之间的因果关系,还有待进一步探究^[6]。第三,测评效度客观但难以全面反映学生现状。有研究表明,隐形性评估的结果并不完全等同于受测者所测特质的实际水平^[7]。隐形性评估提取学生行为表现证据的方式仅仅是依托于能力模型中基于专家经验所设计的评估框架,难以全面反映学生的学习现状^[8]。

(二)沉浸式学习环境内涵及特征

1. 沉浸式学习环境内涵

沉浸式学习环境是利用虚拟现实、3D游戏等沉浸式技术手段创建高度虚拟仿真的一种学习环境,旨

在将学生置身于真实的任务情境中,使其主动建构知识,尝试发现、分析和解决问题。立德威尔(William Lidwell)等人在《设计的法则》一书中,解释“沉浸式”为“心流”(Flow)^[9],是一种由内在动机、明确的目标、适当的挑战水平和清晰一致的反馈所诱导的最佳状态。从实践层面来看,这种最佳状态被称为“沉浸感”,通过为学生创设体验空间、提供个性化互动方式,使学生充分沉浸在情境中,全神贯注于学习过程而仿佛“屏蔽”了时空。从理论层面来看,最佳状态发生在知觉和心理两个层面^[10],心流理论、沉浸式理论、建构主义学习理论和情境认知理论^[11-14]都为沉浸式学习环境中学习的发生提供了理论依据。

2. 沉浸式学习环境特征

利用沉浸式学习环境得到的丰富数据来评估学生核心素养受到越来越多的关注。沉浸式学习环境为沉浸式学习提供了外部支持,主要具备三个典型特征:认知性(Cognitive)、关联性(Associate)和情境性(Simulative)^[15]。第一,关注认知螺旋上升的目标。沉浸式学习环境采用虚拟现实技术,不仅能营造身临其境的感受和自然丰富的交互体验,还能作为一个工具呈现抽象概念^[16],提高学生对抽象或复杂概念的理解,促进认知加工及知识建构^[13],以上也符合建构主义学习理论。要想实现知识从记忆理解到建构,再到迁移应用的螺旋上升,需运用以培养目标为设计第一要素的逆向设计^[17],并制定系统的核心素养培养目标框架。第二,聚焦数据关联反馈的过程。关联性表现为,在沉浸式技术的支持下获取学生的认知过程数据(包括自主选择控制学习内容和学习进度等),并基于数据为学生提供即时反馈^[18],再将学习行为与结果相关联,为各阶段匹配与该阶段认知特点相符的任务,促进学生反思进而发展核心素养^[19]。第三,突出情境真实具体的体验。沉浸式学习环境打破了学习场景的边界,在高沉浸、强交互、多感官刺激的虚拟现实环境中,给学习者带来了身临其境的体验,这也符合情境认知理论。核心素养的形成也具有情境性^[20],需要在教学中利用学生原有的知识创设情境,设计核心任务,激发学生主动学习。

三、沉浸式学习与隐形性评估映射机理

本研究的映射机理主要指沉浸式学习环境三个典型特征(认知性、关联性和情境性)促进隐形性评估中“以证据为中心的设计”框架的相互关系、作用与运行。即当学生与沉浸式学习环境交互时(如虚拟现实或3D游戏),隐形性评估基于ECD中构建的能力、证

据和任务模型,利用从沉浸式学习环境创设的各类情境性任务(即任务模型)中收集可关联学生细粒度行为与结果的数据(即证据模型),推断学生的认知核心素养(即能力模型)。为此,我们以建构主义学习理论、情境认知理论和心流理论等为理论基础,构建映射机理模型,并对其进行理论阐释。

(一)映射机理模型构建

结合兰特·威金斯的“逆向设计”三阶段(明确预期学习目标、确定合适评估证据、设计教学体验活动)所揭示的评估过程^[2],以沉浸式学习环境的三个特性(认知性、关联性和情境性)作为基础,针对隐性性评估中“以证据为中心的设计”三个模型(能力模型、数据模型、任务模型)存在的问题,得到映射机理模型:认知性助力能力模型、关联性匹配证据模型、情境性支持任务模型。如图1所示,该映射机理可以从横、纵两个维度来分析,但因上下两层内部均可不断提供反馈并进行及时修改,其逻辑主线并非简单的线性结构,而是一个不断改进和迭代的环形立体结构,具体阐释如下。

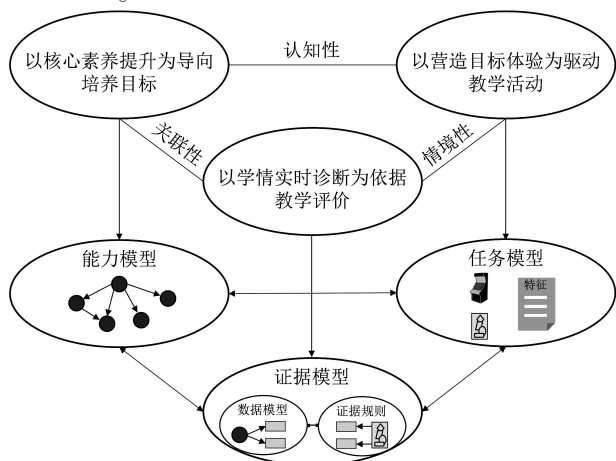


图1 沉浸式学习与隐性性评估映射机理

从横向来看,下层包括能力模型、证据模型和任务模型,上层包括以核心素养提升为导向的培养目标、以学情实时诊断为依据的教学评价和以营造目标体验为驱动的教学活动。从纵向来看,则是一个在“逆向设计”支持下的螺旋评估过程,具体分析如下:首先,明确预期学习目标,以核心素养的提升为目标,将沉浸式学习环境的认知性建立在隐性性评估的能力模型之上,回应“评估什么”的问题;其次,确定合适评估证据,以数据的实时反馈为证据,将沉浸式学习环境的关联性建立在隐性性评估的证据模型之上,回应“如何评估”的问题;最后,设计教学体验活动,以沉浸式场景实践为活动,将沉浸式学习环境的情境性建立在隐性性评估的任务模型之上,回应“用什么评估”的问题。

上下两者对应,从而映射出强调“目标先行、评价优先”^[22]的逆向评估设计过程。可以看出,基于沉浸式学习环境的隐性性评估的映射机理主要包括三方面:一是以核心素养提升为导向的培养目标映射能力模型,二是以学情实时诊断为依据的教学评价映射证据模型,三是以营造目标体验为驱动的教学活动映射任务模型。

(二)映射机理阐释

1. 以核心素养提升为导向的培养目标映射能力模型

沉浸式学习提供切身的体验环境以引起学生进行非符号性学习,建立自己的认知结构,达成相应的培养目标。能力模型规定需要评估的核心素养指标。因此,沉浸式学习环境的认知性与隐性性评估的能力模型相互对应,即以核心素养提升为导向的培养目标,映射到隐性性评估框架中,则以能力模型中的结构化表征的各变量呈现,并作为评估结果反映学生在某一评价指标下所表现出的深层行为特征,以此自动决策个性化推送内容。

2. 以学情实时诊断为依据的教学评价映射证据模型

沉浸式教学记录是体现学生学习进度、表现和效果的数据。证据模型中的证据规则明确了计分标准,将环境数据导入模型实现可观测数据与能力的对应;数据模型则基于算法建立反映学生能力变化的模型,并对学生学习过程展开实时评估和及时反馈。在沉浸式学习环境中,学生与测评系统、情境任务交互的多类型、细粒度以及全过程数据都会被自动采集和记录。因此,沉浸式学习环境产生的各类数据会作为诊断依据,在证据模型中以关联学生能力与任务的链条呈现,为教学评估提供参考。

3. 以营造目标体验为驱动的教学活动映射任务模型

沉浸式学习环境的情境性与任务模型相互对应,沉浸式学习环境根据目标能力创设能够营造目标体验的具有难度梯度的任务活动。任务模型则通过描述任务的呈现形式(纸笔测验类、实际操作类)、具体内容和和其他变量(难度、数量等),将环境中的分散任务根据其特征进行分类和细化,提供最终的情境框架展示与能力模型相关证据,实现与能力的对应。

四、基于沉浸式学习环境的隐性性评估实施框架

基于沉浸式学习环境的隐性性评估设计,要求实

现学生沉浸式评估体验,因此,需对这些要素的关系进行归纳梳理和细化解。依据前述的映射机理,提出基于沉浸式学习环境的隐形性评估实施框架(如图2所示),包含四个方面,即确定培养目标,建立能力模型;选择沉浸环境,设计任务模型;搜集过程数据,关联证据模型;学习动态反馈,实时精准推送。

(一)确定培养目标,建立能力模型

确定核心素养提升为培养目标,需要建立核心素养操作性定义框架并构建学生核心素养能力模型。第一,通过文献研究,形成涵盖学生核心素养(细化至三级维度)的理论模型假设;第二,综合各领域专家建议,确定符合时代发展和教育需求的核心素养评估理论模型;第三,针对最终的细分维度,深入分析评价指标及其与学生核心素养相关的知识、技能、情感等方面的相互关系,形成可衡量、可解释的学生核心素养评价指标体系;第四,采用德尔菲法对指标体系进行初步特性评估,厘清学生在知识、技能和情感等领域核心素养评价指标与其能力表现的实质联系,保留具有发展性、可操作性和公平性的指标,最终形成包含可观察的行为及其操作性定义的学生核心素养评价模型^[23]。

(二)选择沉浸环境,设计任务模型

1. 学习媒体选择

学习媒体的选择是一个动态过程,需基于对培养目标的精准分析,对教学媒体的主成分及与各从属要素相关的制约条件进行检验,选择恰当的学习媒体。沉浸式学习环境是由沉浸式技术(包括虚拟现实、增

强现实、3D游戏以及可穿戴设备等)打造的高度虚拟仿真学习环境,它提供了大量建构工具体系和表现区域,可以增强学生的能动性和情境化理解。

2. 布置评价活动

沉浸式学习环境支持多种类型的活动设计^[24],这些活动具有连续性和难易度进阶性。例如,探究式学习活动引导学生在面对复杂陌生的变式问题情境时,积极运用不同认知视角和活动思路解决问题,实现知识经验系统化、认识方式自主化,最终发展核心素养。操作式学习活动则在简单变式的问题情境中引导学生利用已有知识解决问题,进一步使知识经验程序化,形成核心的认识思路。

3. 嵌入任务列表

对于任务粒度较高的活动,需将活动按照情境描述、实施指示、任务指示、指标列表等步骤制定任务框架。任务框架是任务模型的核心,指的是可变化的任务条件,如问题难度、时间限制、提示详略等。其中,情境描述是对任务的情境和背景的叙述;实施指示为相关指导语,明确学生在执行任务时的要求;任务指示包括对任务活动的实验情境描述对学生行动的附加说明;指标列表用于描述和构建学生在核心素养评价指标上的行为程序,并创建一个Q矩阵,其中列为学生素养行为表现子技能,行为与列相关的所有指标。

(三)搜集过程数据,关联证据模型

1. 全过程数据采集

基于沉浸式学习环境的核心素养隐形性评估,记录的数据是学生与系统交互的各种复杂表现,教学全

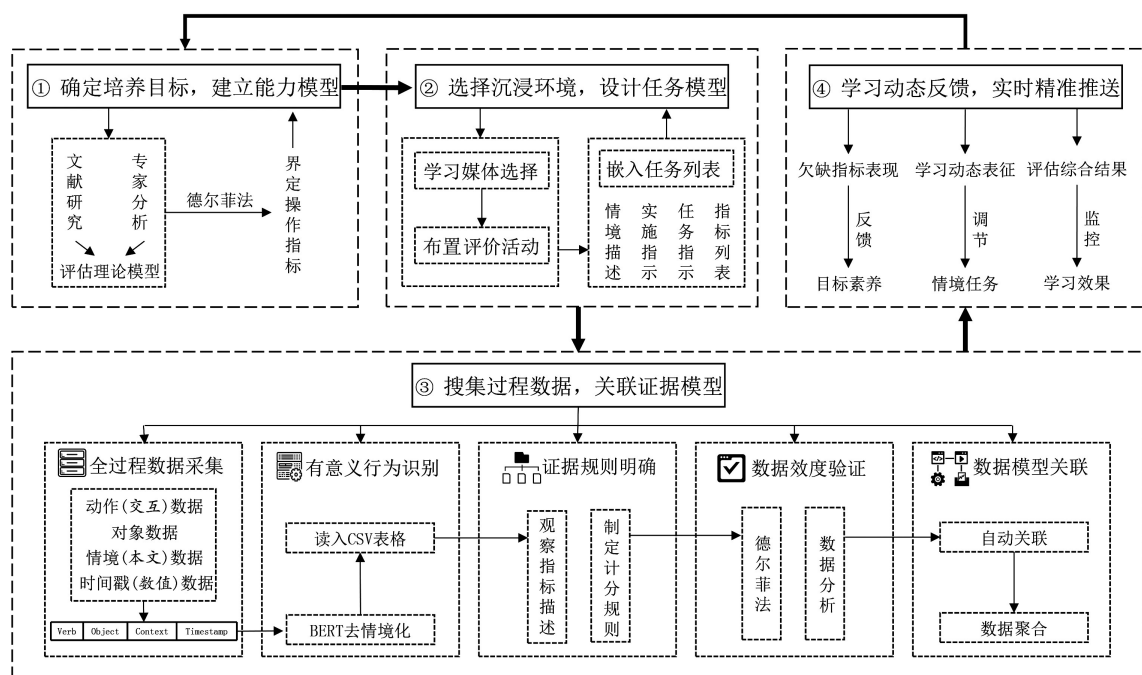


图2 基于沉浸式学习环境的隐形性评估实施框架

过程数据可分为过程性数据和结果数据等含有结构化、半结构化和非结构化特征的数据。过程性数据(见表1)包括动作(交互)数据、对象数据、情境(本文)数据、时间戳(数值)数据,结果数据为最终测验得分。采集完数据之后,需要先从异构数据中提取行为序列。即基于 xAPI 技术规范,沉浸式学习环境中的学习行为记录库(Learning Record Store)可选取面向文档型的 Elastic Search 数据库,运用 Java 编程语言将创建的学生学习记录转换为以“Statement”活动流的格式进行存储,并以 JSON 格式嵌套的语句进行呈现,其声明结构是“学生+动作+对象+情境+时间戳”^[25]。

表1 过程性数据类型及含义

过程性数据类型	含义
动作数据(Verb)	学生在完成情境任务的过程中所出现的各种行为动作,如点击流数据、浏览历史、选择目标和标记结果等
对象数据(Object)	在情境任务中与学生交互的各个对象,即虚拟角色、软件设备等,如电子文档、表格、图片、视频和音频等
情境数据(Context)	提供与任务相关的上下文情境,如作为被测者完成探究死亡蜜蜂任务
时间戳数据(Timestamp)	记录学生行为动作发生的时间、位置等

2. 有意义行为识别

每一个嵌套式 Statements 语句代表学生每一条学习经历,通过判断给定行为序列属于哪个类别以开展有意义行为识别操作。首先,利用预训练模型(Bidirectional Encoder Representation from Transformer, BERT)中的自注意力层判断每一条语句的重要性,并将所选句子中关键词的上下文向量输入 BiLSTM 模型中进行甄别,以降低文本中无关内容对抽取性能的影响。再应用条件随机场(Conditional Random Fields, CRF)对该输出进行评分和标记^[26],选择概率最大的作为最终标签,实现去情境化。其次,运用 Python 编程读取 JSON 中去情境化后的每一条“Statement”,并写入 CSV 格式的表格中。

3. 证据规则明确

鉴于 CSV 中包含不同类型的数据,为了对其进行数据关联,需先通过证据规则界定各观察指标的外在表现形式,并根据这些证据规则对不同能力水平的学生在各观察指标上进行客观评价。即将上述有意义识别后的半结构化数据转变为结构化数据——定义与核心素养等级框架中特定元素相关的行为模式,而这些行为模式是学生实施任务流程中与核心素养有关要素的外在体现。一旦过程流数据中存在该行为模

式,则表明学生具备相应的能力元素,观察变量权重赋值为 1,否则为 0^[27]。

4. 数据效度验证

对整体选择的数据展开效度验证时采用德尔菲法和过程—结果数据分析法,以验证沉浸式学习环境下的隐形性评估结果的预期效度。首先,由专家评判可观察行为的数据是否充足,以及其是否与可观察行为充分相关。其次,判定基于过程性数据与结果性数据的测评结果相关程度,当两者相关性较低或共线性较高,则认为划分质量不佳。最后,计算每个观测变量的信息增益率 Kappa 值(信息增益象征评估为支持决策提供的价值)^[28],剔除信息增益率低的观测变量,得到最终的观测变量。

5. 数据模型关联

建立最终选取的测量指标和证据规则的特征的链条,依据已编码的结构化数据,匹配具体的算法,对过程流数据进行综合评分^[29]。然后计算条件概率表,训练样本数据,构建完整的贝叶斯网络。通过输入新的核心素养评价样本数据更新条件概率表,根据最大概率值进行自动评估。基于以上数据模型,通过融合、相关、回归、加权等计算操作,将底层不同模态的数据进行指标聚合^[30],得出学生在某一维度上的得分和整个核心素养的得分。

(四)学习动态反馈,实时精准推送

学生核心素养的培育和提升需实时监控和及时反馈。通过学生核心素养评估数据驱动,依据评估结果反馈学生在某一评估欠缺指标上的表现,并及时反馈目标素养;依据学习动态表征调节情境任务;依据评估综合结果监控学习效果。这三方面反馈促使动态精确反馈贯穿于学生学习的整个过程。同时,依据反馈结果启动预警系统,对学生学习进行干预。当学生表现积极时,可适度鼓励激发学习潜力;当学生表现困惑时,隐形性评估依托沉浸式学习环境可及时提供脚手架以实现精准推送。

五、基于沉浸式学习环境的隐形性评估应用 案例分析

基于沉浸式学习环境的隐形性评估具有较高的应用价值,因为它可以建立自动评分系统,详细记录个体在干预期间的水平变化过程,并通过自适应算法来调整任务难度。将基于沉浸式学习环境的隐形性评估应用于实际教学中,需要基于相关理论与上述模型,并通过具体案例加以验证。因此,本研究选择了比较成熟的科学探究案例进行说明^[31]。

(一)案例选择与分析

分析案例《死亡蜜蜂》(Dead bee)(如图3所示)。以哈佛大学教育研究生院开发的虚拟绩效评估(Virtual Performance Assessment, VPA)为背景,通过三维虚拟情境创设真实科学问题,利用系统自动记录学生科学探究的行为数据,旨在通过沉浸式环境的学习体验使学生提升科学探究核心素养^[32]。下面简要解析评估流程。



图3 《死亡蜜蜂》界面

(二)案例分析结果讨论

基于沉浸式学习环境的隐形性评估实施框架主要是通过下列四个关键步骤,即构建模型—细化任务—挖掘证据—精准反馈来实现。

1. 构建科学探究能力模型

根据《美国国家科学教育标准(NSES)》的要求,明确科学探究以提出问题、形成假设、制订方案、收集证据、解释结论、表达交流的线性方式展开^[33]。首先,确定学生的目标期望,即理解并掌握基因突变的过程和分析不同类型致死因素的作用。其次,构建科学探究素养模型,包括4个一级指标及其对应的二级指标

表2 科学探究素养评估指标对应任务列表

一级指标	二级指标	可观察行为描述	等级	《死亡蜜蜂》情境任务
问题	提出问题	详细描述情境问题	1	你认为是什么导致了蜜蜂种群的死亡
		提出具体的探究问题	2	
	作出假设	根据探究问题作出假设	3	你认为哪个农场是问题的根源
		针对探究的多个问题作出系列假设	4	
证据	设计方案	在情境引导下设计探究方案	1	你访问农场、资料室、实验室的顺序是什么
		能够独立设计探究方案	2	
	获取数据	使用基本的材料获取数据	3	你选取了哪些材料进行实验
		使用合适的材料获取数据	4	
解释	数据处理	对数据进行初步整理	1	从幼虫/蜜蜂的形态中可以获得哪些证据来支持你的说法
		分析数据,发现规律,形成结论	2	
	数据解释	尝试用已有知识解释获得的结论	3	从花蜜/DNA/蛋白质的实验结果中选择支持你观点的数据
		用已有知识进行科学解释获得的结论	4	
交流	交流反思	具有与他人交流探究过程和结论的意识	1	你是否确定自己对蜜蜂种群死亡原因的判断
		能够简单陈述探究过程和结论	2	
	撰写报告	能够完整表述探究过程和结论,并运用图表等数据	3	结合支持性证据提交一份关于“蜜蜂死亡”的报告
		能够完整规范表述探究过程和结论,拓展类似的探究问题	4	

(见表2)——问题(提出问题、作出假设)、证据(设计方案、获取数据)、解释(数据处理、数据解释)、交流(撰写报告、交流反思)。

2. 细化科学探究主题任务

《死亡蜜蜂》是加入游戏元素的三维虚拟沉浸世界,即虚拟游戏。其情境模拟了一个发生蜜蜂种群死亡的城镇,城镇包含四个农场、资料室(提供阅读可能导致蜜蜂致死因素的材料)、科学实验室(可对蜜蜂的花蜜、DNA、蛋白质进行测试)和多名农民。

虚拟游戏根据探究主题“有什么证据证明X导致了蜜蜂种群的死亡?”设计难度递增的探究式任务。通过镜头切换的形式,学生会看到一个城镇,然后是几个农场,最后镜头聚焦到一群死亡的蜜蜂。评价由此开始,已经发现死亡蜜蜂的农民会提供许多相互矛盾的问题信息,为学生提供多种蜜蜂死亡原因的假设[基因突变(正确致死因素)、寄生虫、杀虫剂、污染]。学生需通过判断相关信息,收集幼虫、蜜蜂、蜜蜂的花蜜进行测试,得出可以支持结论的证据。

此外,将探究活动对应素养评估指标并细化为一系列问题(见表2)嵌入任务模型中,以指示学生利用既定评估技能——科学探究素养,观察活动空间的情况变化并及时调整策略,从而建构学生自身的知识体系,准确判断蜜蜂死亡原因。例如:学生确定最终分析结果作为“撰写报告”方面的内容,以培养学生自主探究、交流合作和问题解决等高阶思维能力。

3. 挖掘科学探究过程证据

学生与三维虚拟世界进行交互时产生的丰富行

为序列有效反映学生在科学探究各二级指标上的熟练水平。数据类型包括：与虚拟对象(Nonplayer Character, NPC)的交互数据,操作行为的位置点、时间点和时长等动作与时间戳数据,选择的样本与实验等对象数据(选择 DNA 测试和花蜜进行质量测试)以及对探究流程的决策(学生关于蜜蜂死亡因果关系的判定及有关支持证据)等结果性数据。

遵照上述实践框架,首先,将已采集的过程性数据表示为“学生+动作+对象+情境+时间戳”的行为模式。其次,提取行为模式对应的去情境化数据,并以特征向量的形式存入日志文件。再次,依据证据规则对提取后的数据进行建模(例如:当学生正确判断蜜蜂死亡原因,将该动作自动记录为“1”,否则记为“0”)以对指标进行评分。为判定所选指标的效度,采用决策树的一种衍生算法——基于信息增益的规则归纳算法 Kappa 等作为模型好坏的度量评估二分类问题(最终答案的正确性);采用线性回归评价学生对设计因果解释能力(学生提供的证据支持结论的程度来分配分值)。最后,选取最能描述并优化的学生相关行为数据自动编码为 29 个有意义的语义特征,借助数据挖掘技术生成评价学生科学探究素养表现的数学模型,对所有指标进行分类,采用贝叶斯网络技术分析每个指标与相关能力模型变量的关联性,并建立统计关系,逐级往上聚合与理论模型进行匹配。

4. 精准反馈并实时推送

虚拟游戏在科学探究过程中产生即时交互式反馈,如学生操作实验会触发提示及指导方案,学生答

错问题会显示继续修改等指示。同时,沉浸式隐性评估依据上述步骤可自动评估学生的科学素养,并根据评估结果确定是否给予最终反馈。与此同时,面向沉浸式高度虚拟仿真环境的学习充分利用环境优势,调动各种资源以促进学生认知发展,实现以核心素养提升为导向的实时信息推送。

在对案例《死亡蜜蜂》进行分析和讨论后,就该案例实施框架的四个步骤作两点补充:第一,建立能力模型的步骤较为复杂,但通过量化和质性分析相结合的方式,能够更客观、准确地确定培养目标。第二,该案例分析并未详细描述过程数据,而是提炼了具有代表性的要素,以求全面、有效的分析。通过分析可以发现,该框架对《死亡蜜蜂》案例进行了有效观测,具有较高的应用价值。

六、总结与展望

随着沉浸式技术的发展,隐性性评估作为一种评估形式进入课堂教学。在沉浸式学习环境中嵌入隐性性评估,在不打扰学生学习表现、不阻碍学生学习进度的情况下判断学生的学习效果并给予及时反馈,有助于促进学生核心素养的培养。当然,本研究仍存在局限性。基于沉浸式学习环境的隐性性评估实施框架对学校的基础设施要求较高,需要在沉浸式、虚拟环境下开展,而当前多数学校并不具备相应条件,难以实施。然而,我国正处于数字化转型时期,通过新型技术对学生素养进行评价尤其必要。因此,如何进一步证明文章中所提出的实施框架的有效性,构建具体环节的设计与实践,将是后续研究的重心所在。

[参考文献]

- [1] SHUTE V J. Stealth assessment in computer-based games to support learning[J]. Computer games and instruction, 2011,55(2):503-524.
- [2] MOORE G R, SHUTE V J. Improving learning through stealth assessment of conscientiousness [J]. Handbook on digital learning for K-12 schools,2017:355-368.
- [3] MISLEY R J, STEINBERG L S, ALMOND R G. Focus article: on the structure of educational assessments [J]. Measurement: interdisciplinary research and perspectives,2003,1(1):3-62.
- [4] SHUTE V J, WANG L, GREIFF S, et al. Measuring problem solving skills via stealth assessment in an engaging video game[J]. Computers in human behavior, 2016,63:106-117.
- [5] BARON T. An architecture for designing content agnostic game mechanics for educational burst games [D]. Arizona: Arizona State University, 2017.
- [6] KIM J, IFENTHALER D. Game-based assessment: the past ten years and moving forward [M]/IFENTHALER D, KIM Y J. Game-based assessment revisited. Cham: Springer, 2019:3-11.
- [7] STĂNESCU D F, IONITĂ C, IONITĂ A M. Game-thinking in personnel recruitment and selection: advantages and disadvantages[J]. Postmodern openings/deschideri postmoderne, 2020,11(2):267-276.

- [8] 李美娟,刘红云,张咏梅.计算心理测量理论在核心素养测评中的应用——以合作问题解决测评为例[J].教育研究,2022,43(3):127-137.
- [9] 立德威尔,霍顿,巴特勒.设计的法则[M].李婵,译.沈阳:辽宁科学技术出版社,2010.
- [10] BIOCCA F, DELANEY B. Immersive virtual reality technology [M] // BIOCCA F, LEVY M R. Communication in the age of virtual reality. USA: L. Erlbaum Associates Inc, 1995:57-124.
- [11] 沈夏林,杨叶婷.空间图式:沉浸式虚拟现实促进地理空间认知[J].电化教育研究,2020,41(5):96-103.
- [12] 孙庆舒.沉浸理论与外语教学[J].山东外语教学,2005(1):64-66.
- [13] 高媛,刘德建,黄真真,黄荣怀.虚拟现实技术促进学习的核心要素及其挑战[J].电化教育研究,2016,37(10):77-87.
- [14] VYGOTSKY L S, COLE M. Mind in society: development of higher psychological processes [M]. Cambridge:Harvard university press, 1978.
- [15] DE FREITAS S, NEUMANN T. The use of "exploratory learning" for supporting immersive learning in virtual environments[J]. Computers in education, 2009,52(2):343-352.
- [16] 柳瑞雪,任友群.沉浸式虚拟环境中的心流体验与移情效果研究[J].电化教育研究,2019,40(4):99-105.
- [17] 雷浩,李雪.素养本位的大单元教学设计与实施[J].全球教育展望,2022,51(5):49-59.
- [18] 王子,杨冬,周筠,马小芳.桌面式VR教育应用中基于数据挖掘技术的学习者交互行为分析——以初中物理课程“电与磁”的教学为例[J].现代教育技术,2020,30(12):98-104.
- [19] 崔允灏,邵朝友.试论核心素养的课程意义[J].全球教育展望,2017,46(10):24-33.
- [20] 郭炯,潘霞.面向学科能力培养的单元教学设计模型研究[J].电化教育研究,2022,43(7):81-88.
- [21] 格兰特·威金斯,杰伊·麦克泰格.追求理解的教学设计[M].闫寒冰,宋雪莲,赖平,译.上海:华东师范大学出版社,2017.
- [22] 赵博涵,李淑花,江媛媛,赵玉双.逆向设计在素养导向的单元教学设计中的应用——以“钠及其化合物”单元为例[J].化学教育(中英文),2022,43(7):57-67.
- [23] 郑勤华,陈丽,郭利明,王怀波,柴唤友.理论与技术双向驱动的学生综合素养评价新范式[J].中国电化教育,2022(4):56-63.
- [24] 柳瑞雪,万昆,王美.面向空间推理技能发展的沉浸式学习环境设计及实证研究[J].中国电化教育,2021(12):40-47.
- [25] 余明华,张治,刘小龙,祝智庭.基于xAPI的研究性学习多源数据融合研究[J].现代远程教育,2022(3):63-69.
- [26] 于强,林民,李艳玲.基于深度学习的关键词生成研究综述[J].计算机工程与应用,2022,58(14):27-39.
- [27] 袁建林,刘红云.核心素养测量:理论依据与实践指向[J].教育研究,2017,38(7):21-28,36.
- [28] 周知,李名子,崔旭.基于领域情感词典的用户生成内容有用性评价研究——以豆瓣读书为例[J].情报理论与实践,2022,45(1):86-92.
- [29] ADAMS R, VISTA A, SCOLAR C, et al. Automatic coding procedures for collaborative problem solving[M] // GRIFFIN P, CARE E. Assessment and teaching of 21st century skills. Dordrecht: Springer, 2015:115-132.
- [30] 余辉,梁镇涛,鄢宇晨.多来源多模态数据融合与集成研究进展[J].情报理论与实践,2020,43(11):169-178.
- [31] 李菲茗,张浩,林丽娟,黄怡.计算机交互式评价的开发研究——以科学探究为例[J].中国远程教育,2020(5):29-37,77.
- [32] BAKER R S, CLARKE-MIDURA J, OCUMPAUGH J. Towards general models of effective science inquiry in virtual performance assessments[J]. Journal of computer assisted learning, 2016,32(3):267-280.
- [33] 陈琴,庞丽娟.科学探究:本质、特征与过程的思考[J].教育科学,2005(1):1-5.

Invisibility Assessment in Immersive Learning Environment: Mechanism, Framework, and Application

GONG Xin¹, XU Jie², QIAO Ailing¹

(1.College of Education, Capital Normal University, Beijing 100048;

2.College of Education, Zhejiang University, Hangzhou Zhejiang 310058)

[Abstract] With the integration of intelligent technology and education, improving students' literacy

through effective assessment has become the core of current researches. The immersive learning environment, with its cognition, relevance, and contextuality, creates a new field of future learning, providing a new direction for assessing students' core literacy in the intelligent era. In view of the lack of acquisition and analysis of process data and low validity of evaluation results, this paper adopts the literature analysis method to bridge the typical features of the immersive learning environment with the "evidence-centered design" in invisibility assessment, and deeply explores the compatible mechanism of the two to demonstrate the feasibility of embedding invisibility assessment into immersive learning environment. The implementation framework of immersive learning environment invisibility assessment is constructed by iterative optimization of different aspects, such as determining the cultivation objectives and establishing the competency model, selecting the immersive environment and designing the task model, collecting process data and correlating the evidence model, learning dynamic feedback and accurate real-time accurate delivery. Finally, through the case of the virtual game "Dead Bees", this paper shows the application of the implementation framework and verifies its good operability and effectiveness.

[Keywords] Immersive Learning Environment; Invisibility Assessment; Evidence-centered Design; Literacy Assessment

(上接第 54 页)

Value Orientation and Practice of "Cloud School" Construction under the Background of Digitalization—Research on Digital Technology Promoting High-quality Development of Rural Education

HAO Jianjiang, GUO Jiong

(School of Educational Technology, Northwest Normal University, Lanzhou Gansu 730070)

[Abstract] The digital transformation of education provides new opportunities for the development of rural education. How to make full use of digitalization to promote rural teachers and students to enjoy high-quality educational resources and services is the key content to promote the digital transformation of rural education and the revitalization of education. Based on the difficulties in the development of rural education, such as teachers, scale and environment, the paper puts forward the rural education organization form of cloud school, explores the value foundation and practical experience of cloud school construction. Then, this paper analyzes the expected goals and functional presets of the construction of cloud school, and proposes the implementation path to promote the implementation of cloud school in view of the difficulties that cloud school may face, such as environmental support, intellectual resource supply, service model innovation, and the integration of cloud and offline teaching. The implementation path includes "light application" environmental support, diversified resource supply, data-driven precision service, deepening the integration and application of resources, as well as innovative institutional mechanisms, so as to provide references for the innovative development of rural education under the background of digitalization and help the balanced development of urban and rural education.

[Keywords] Cloud School; Rural Education Digitalization; Educational Resource Allocation; Educational Process Equity; Educational Organization Form