

# 基于情境感知的智慧课堂 动态生成性数据采集方法与模型

王冬青<sup>1</sup>, 韩 后<sup>2</sup>, 邱美玲<sup>1</sup>, 凌海燕<sup>1</sup>

(1.华南师范大学 教育信息技术学院, 广东 广州 510631;

2.华南师范大学 文学院, 广东 广州 510631)

**[摘要]** 智慧教学过程中动态生成数据具有多源异构、非完整、关联性强等特征,传统方法难以进行有效采集与存储,建立统一的数据采集规范与存储机制,高效采集与分析过程性数据成为当前智慧教育研究亟待解决的问题。文章基于情境感知技术提出智慧教学数据采集模型,采用用户、任务、位置、时间、设备、基础设施六类信息表示智慧教学情境,基于 xAPI 规范与 Caliper 框架从行为、事件、活动、目标四个层面定义动态生成性数据描述框架与云端数据交换机制,解决云端环境下基于教学情境的多源、异构数据采集问题,为建立教育大数据模型和发展教育大数据云服务提供新思路与方法。

**[关键词]** 情境感知; 智慧课堂; 动态生成性数据; 数据采集

**[中图分类号]** G434      **[文献标志码]** A

**[作者简介]** 王冬青(1978—),女,山东烟台人。副教授,博士,主要从事智慧课堂学习环境设计与应用、基于教学大数据的学习分析研究。E-mail:wangdq.scnu@gmail.com。

## 一、引言

随着云计算、移动互联网、人机交互等新一代信息技术融入教育教学全过程,智慧教育正逐渐兴起,并受到国内外学者的普遍关注。相比传统的教育,智慧教育能带来更加简单、高效、智能和个性化的教学体验,是教育信息化发展的必然阶段<sup>[1]</sup>。

教育部印发的《教育信息化“十三五”规划》明确提出,“要依托信息技术营造信息化教学环境”。智慧教育被认为是下一代信息化教学环境的发展方向,各地不断加大对其的投入,兴起一股建设智慧校园的热潮。以广东省为例,《广东省教育发展“十三五”规划(2016-2020年)》提出,到2020年,全省将建设100所“智慧校园”和300个“未来教室”,培育500个智慧

教育示范项目。随着智慧教学环境日渐普及、应用规模不断扩大,在教育实践应用过程中采集的数据类型日益多样,数据量迅猛增长,这为教育大数据研究提供了源头活水。

本文所关注的智慧教学环境是指智慧教育的基础设施和保障条件,可以为师生提供人手一台移动终端的课堂教育场所或活动空间。智慧教学支撑系统是智慧教学环境的核心构件,能提供合适的学习资源与便利的互动工具,开展教学互动与学习评价活动,有效支持个性化学习的全过程,并使各类用户在学校、课堂以及家庭等环境中随时随地接入教育教学云平台。

## 二、问题的提出

知识的生成与共享是智慧教学环境的典型特征。

基金项目:国家自然科学基金青年科学基金项目“基于情境感知的智慧教学动态生成性数据采集模型与交互可视分析机制研究”(课题编号:71701071);教育部人文社会科学研究青年基金项目“‘互联网+’模式下儿童数字阅读行为数据的分析设计与应用”(课题编号:17YJC880032)

现代教育观认为,教学是一个具有生成性内容的主观活动<sup>[2]</sup>。学生掌握知识的过程,实质上是一个探究、分析、选择、创造的动态生成过程。在传统教学环境下,由于缺少信息技术手段或软件平台的支持,对于教学过程中隐性的、稍纵即逝的动态生成性内容,无法科学准确地记录、分析与呈现。然而,在“云+端”智慧教学环境下,基于云计算与大数据服务,使采集、记录与分析动态生成性内容成为可能。

动态生成性数据的采集与分析是智慧教学研究的关键问题,采集并分析动态生成性数据能够促进学生更好地掌握知识<sup>[3]</sup>。动态生成性数据主要指教师与学生在教学活动中产生的过程性数据,包括教师教学行为数据与学生学习经历数据(如学生的学习行为、学习活动、学习进程等数据,学生与学习环境交互产生的数据,学生操作各种资源产生的数据,以及上述各类因素之间的关系数据等)。智慧教学环境下动态生成性数据的数据结构更加多样,常规的结构化数据依然重要,是数据采集与分析的基础,但非结构化数据(如基于移动终端的课堂生成的图片、视频、教案、随堂作业、作品、音频、教学软件等)越来越占据主导地位,且呈快速增长趋势,而对其的采集尚处于起步阶段,远远不能满足蓬勃发展的智慧课堂教学应用需求。此外,教学活动组织实施的主观性与不确定性等因素,进一步增加了过程性数据采集的复杂程度。

目前,各种跨终端智慧教学支撑系统功能大同小异,可较好满足智慧课堂教学需求,但在数据的采集方面还存在较大的发展空间。一方面,大多停留在简单记录片段性学习表现数据的层面,较少涉及过程性数据和非结构化数据,以及与真实教学情境紧密耦合的数据,难以全面、科学地反映教与学的动态过程;另一方面,各类智慧教学支撑系统都有独立的数据存储格式和传输方式,收集的数据彼此分割、互操作性不强,难以从中抽取、挖掘有价值的信息<sup>[4]</sup>。

因此,在自然状态下不确定的教学环境中,数据的采集方法与技术是智慧教学研究面临的一大挑战,成为当前困扰教育大数据研究的突出问题。目前已有研究主要关注如何记录与分析单一教学系统或MOOC平台(如 coursera、edx 等)的教学管理数据或用户行为数据。对于人手一台终端的智慧教学环境,面对多源、异构教学系统中的动态生成性数据,尚未形成有效的采集方法。

为了解决上述问题,本文针对智慧教学过程数据来源多样、结构复杂、采集标准与规范不一致等问题,构建基于情境感知技术的数据采集模型,定义遵循

xAPI 规范与 Caliper 框架的数据描述规范,设计与数据类型及其应用情境相匹配的数据存储方式,以规范和标准实现数据的跨平台互操作,为构建教育大数据模型及发展教育大数据服务提供新思路和新方法。

### 三、研究现状

智慧课堂教学过程中的动态生成性数据与教学情境密切相关,建立基于情境感知的动态生成性数据采集模型与描述规范是当前研究的重点问题之一,其关键在于教学情境感知和动态生成性数据采集技术。

#### (一)教学情境感知

情境是构建学习模型的重要因素,也是教育数据的重要特征。目前,情境感知普遍应用在危险监测、动态资源调配与服务推荐等方面,在教育中主要关注情境感知在学习资源检索、适应性学习路径推荐等泛在学习中的应用。Ogata 等人构建了基于情境感知的英语泛在学习系统<sup>[5]</sup>,通过 GPS 定位学习者位置,为学习者提供适当的英文词汇;Cheng 等人构建了 Self-learning Room 系统,监督学习者是否在指定的时间出现在指定的位置,进而推断学习者是否参加了学习活动<sup>[6]</sup>;Tan 利用泛在计算、嵌入式系统、无线网络与 RFID 技术研发了 EULER 系统<sup>[7]</sup>,能够根据学生的位置为其提供适当的教材;Hwang 与 Chang 将这些技术应用小学学生的室外学习活动中,通过移动设备引导学生进行探究学习<sup>[8]</sup>。上述研究表明,与情境感知相关的技术正逐步应用于单一教学活动的数据采集,但缺乏面向丰富应用场景的系统、深入的教学全过程数据获取解决方案。

#### 1. 情境分类

要实现具有情境感知的数字化学习,首先需要准确感知并采集情境信息。已有研究提出了多种情境分类方法。Korhonen 将情境分为环境情境、用户情境、任务情境、社会情境、时空情境、设备情境、服务情境和网络连接情境八种类型<sup>[9]</sup>,其优点在于前 4 种分类相互独立,不足之处则体现在将时间和空间这两类最基本的情境合并到一起,并且设备、服务和网络连接三类情境之间差异不明显;Jumisko-Pyykkö 从物理位置、任务、社会、时间与信息技术五个类型对用户移动终端的情境进行分类<sup>[10]</sup>,其分类数量较少,使用过程中将会增加分类的层次,不利于后期处理。在确定情境分类标准的过程中,需要考虑各分类之间的完整性、差异性、同质性、层级适中以及符合习惯等因素,关注用户活动中的任务和任务执行场景。情境分类是构建智慧教学情境本体的关键,为建立情境推理

规则库提供了处理方法。

## 2. 情境表示

在情境分类的基础上,需要利用理论模型或方法将得到的情境表示为有意义的线索。目前比较常用的情境表示模型有:关键值模型、标记模型、对象角色模型、空间模型和本体模型<sup>[10]</sup>。利用本体建立的模型具有表达能力强、可理解、可重用和可共享等优点,适合描述和定义情境以及情境之间的关系,也便于计算机进行推理。运用基于本体的方法来定义和建立情境模型也是目前的主要发展方向和趋势。

## 3. 情境处理

在情境处理环节,通常情况下直接情境并不能描述用户当前的完整情境,为了进一步得到用户的完整情境,需要利用情境推理对获得的情境进行处理。在推理方法上,可以分为基于本体的推理和基于规则的推理两类。在实际应用中需要在分析其优势与不足的基础上进行选择。

## (二) 教学数据采集技术

教育领域具有产生大量数据的能力<sup>[12]</sup>,为了提高数据采集与存储的性能,需要考虑收集哪些数据能够提供最有用的信息。此外,数据来源多样、结构复杂、关联度高<sup>[13]</sup>也是数据采集过程中需要考虑的问题。数据采集是数据生命周期的第一阶段<sup>[14]</sup>,是数据分析与应用的基础。数据采集技术主要包括数据采集方式、模型、规范与方法等。

### 1. 数据采集方式

在教育领域中已有的研究较多关注学习者数据,其采集方式包含以下三类:一是从在线学习环境中捕获学习者数据,包括学习日志数据、学习行为与结果数据等,这是当前研究较多的一种方式;二是基于摄像头、传感器等设备感知学习者生理特征信息,推断学生学习活动的参与情况、了解学习者是否赞同教师观点<sup>[12]</sup>等;三是运用问卷或量表等方法收集学习者的特定信息。而动态生成性数据的采集需要在丰富应用场景中开展,上述采集方式会结合教学情境的不同得到混合使用。

### 2. 数据采集模型

针对采集到的不同类型数据,Edu-graph 从学习内容、学习活动、操作行为、职业生涯以及学习者或教师参数数据五方面对教育数据进行建模<sup>[15]</sup>;Koch 在提出的课堂教学数据采集框架中,既考虑了学习者在教学环境中的操作行为数据,也考虑了学习者表现性评价数据<sup>[16]</sup>;此外,为了满足学生个性化学习需求,Jeong 等人认为,智慧教育系统应该关注学习者参数以及学

习者特征等信息<sup>[17]</sup>;Raghuvveer 提出根据学习者参数以及学习对象元数据构建学习经历模型框架<sup>[18]</sup>,顾小清等人将学习经历数据定义为一种承载着学习者在学习过程中的学习行为、学习活动、学习进程和与之交互的学习环境等教育信息的数据<sup>[19]</sup>。

### 3. 数据采集标准

数据采集标准是实现不同厂家硬件和软件产品数据互操作的基础。伴随着以新技术为基础的新产品普及以及学习内容表现形式越来越丰富等变化,研究者在学习系统技术标准与规范方面开展了大量的前期工作,提出了学习工具互操作、学习信息服务以及问题和测试互操作等标准规范,以封装学习活动,标注应用场景等。大数据以及数据科学的快速发展,催生了新的标准规范,包括 Experience API(简称 xAPI)、IMS Caliper 等。研究者基于 xAPI 规范开展了大量研究,包含对 xAPI 规范特征、功能与重要性的研究<sup>[20]</sup>,基于 xAPI 规范存储用户状态信息<sup>[21]</sup>,构建评价模型<sup>[22]</sup>,将 xAPI 规范与推荐模型的数据交互以促进个性化推荐<sup>[23]</sup>,以及将 xAPI 规范应用于多源仿真游戏系统数据的采集<sup>[24-25]</sup>等。引入 xAPI 规范并与 Caliper 框架结合<sup>[26]</sup>,能够在微观层面上定义测量和分析学习活动及其绩效的通用规则,把不同来源的异构数据合并成一种格式,并且可以跨平台捕获和交换分析数据。这为客观合理地采集动态生成性数据提供了一个标准框架体系。

### 4. 数据采集方法

教学由一系列具有时间序列的活动或事件组成<sup>[27]</sup>。对活动过程的记录是智慧教学过程分析的基础和前提条件。有研究者从 workflow、学习流与学习活动流等不同角度研究活动过程记录(描述)方式。例如,Wang 将课堂活动分为学习流、学习事件和学习功能三个不同层面<sup>[28]</sup>。

目前教育数据采集技术主要面向特定应用,且采集往往是阶段性的,在非自然状态下(用户知情情况,例如使用问卷或量表采集等)进行,而在智慧教学环境中产生的过程性数据具有更强的实时性、连贯性、全面性和自然性等特征,引入情境感知技术研究这一类数据的采集逐渐成为趋势与方向。

综上所述,本文探索将 xAPI 规范与 Caliper 框架引入到情境感知的动态生成性数据采集,提出结合数据类型及其教学情境调用数据采集模型与存储机制的方法。这是一种动态开放的情境感知数据的方法,以更好地适应智慧教学环境中应用场景复杂、系统异构性高的要求,能有效支持在教育大数据研究背景下面向大规模应用实时、持续采集微观教与学过程

性数据的需要,实现智慧教学动态生成性数据采集与分析的服务生态系统。

#### 四、基于情境感知的智慧教学动态生成性数据采集模型

智慧教学通常由一系列复杂的教学活动与环节组成,每个活动中生成的动态数据具有与情境紧密结合的特征,分析与活动相关的情境数据,构建基于情境数据的采集模型,能够确保准确感知情境,在适当的时机采集适当的数据。

##### (一)智慧教学情境表示与处理

智慧教学动态生成性数据具有多源、异构、非完整性、非一致性等特征,本文引入情境感知技术,对教育专家的情境感知过程进行建模,如图1所示,具体工作包括情境获取、情境处理与服务调用三个阶段<sup>[29]</sup>。

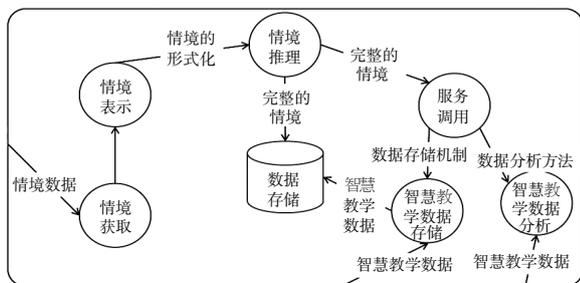


图1 情境感知流程

情境获取是情境数据建模的关键。研究智慧教学活动的特征与内涵,提炼教学情境数据分类框架,从直接情境与间接情境两方面对智慧教学情境数据进行分类并筛选其具体指标,重点关注智慧教学活动中的强交互任务和任务执行场景。本文将动态生成性数据采集所关注的智慧教学情境分成用户、任务、位置、时间、设备、基础设施6类;将智慧教学的特定活动分解为不同的阶段;将各个阶段分解为具体的行为;以教师或学生的具体行为或者与具体行为相关的情境为触发时机,获取智慧教学动态生成性数据的产生情境,对于获取的情境采用本体模型进行表示,如图2所示。其中的直接子类和直接情境能够由终端或者其他手段直接获取;间接子类和间接情境则需要通过推理得到。

在情境推理阶段,根据智慧教学情境模型,设计基于本体和基于规则的推理方法对情境进行推理。一方面通过直接情境得到智慧教学当前的完整情境,另一方面检测情境的一致性,去除产生冲突的情境。

在服务调用阶段,设计数据采集方法调用规则,结合教学过程中教师与学生任务行为序列,推断数据采集情境,实现当特定的智慧教学情境或情境组合出

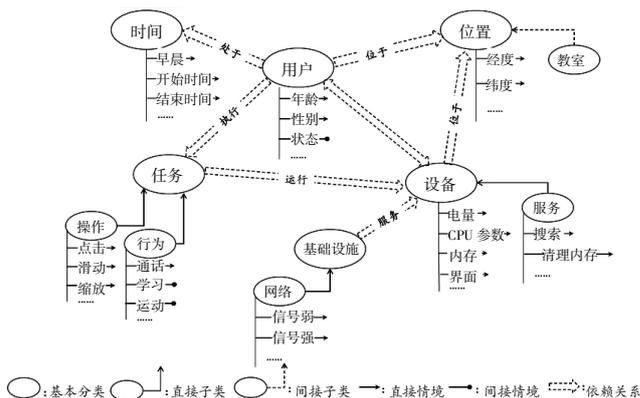


图2 情境表示模型

现时,调用相应的数据采集方法来获取动态生成性数据,同时为不同情境下结构化与非结构化数据的采集与存储,选择高效的存储机制以及适当的分析方法。

##### (二)智慧教学动态生成性数据采集规范

数据只是用于描述事物的符号记录,其自身并不提供判断或意义诠释,数据的意义获取需要与具体业务关联,因此,数据描述是数据采集的基础和前提。智慧教学生成性数据具有明显的非结构化、层级性与关联性特征。其中,关联性表现在知识概念之间、知识概念与学习资源之间、前后教学环节之间以及教师行为与学生行为之间等多方面。借鉴国内外对学习过程的形式化描述方法及xAPI规范中学习经历分解过程(即“经历—事件—陈述”),从目标、活动、事件、行为四个方面,由抽象到具体的层次分解智慧教学过程,构建智慧教学动态生成性数据分层描述框架,如图3所示。即首先描述性地总结智慧教学过程的教学目标,然后分析达成教学目标的具体教学活动,再次,将教学活动细化为教师或学生与资源、工具或服务交互的具体事件,最后使用交互行为描述学习事件。

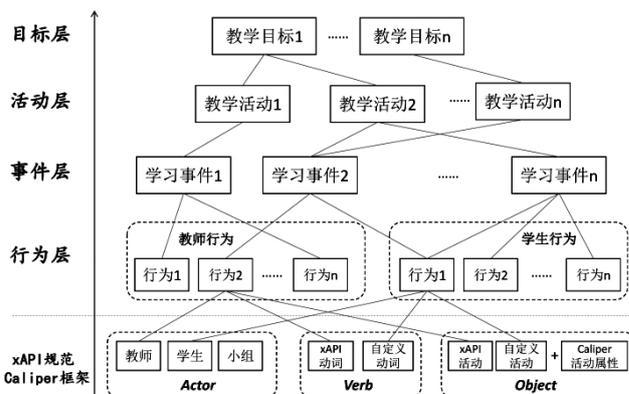


图3 智慧教学动态生成性数据采集分层框架

##### 1. 行为数据描述

采用“参与者 (Actor) + 动作 (Verb) + 对象 (Object)”方式描述教学行为与学习行为。其中,Actor

包含教师、学生个人或小组;Verb 是行为动词,指教师或学生所执行的外显行为操作;Object 即动作实施的对象,既包括软、硬件设备,也包括教学内容与数据。xAPI 规范在发布时定义了一组常用词汇表,记录学习者的学习经历。本文在此基础上,对智慧课堂环境下的教师行为(如,锁定学生屏幕)与学习者行为(如,做笔记),参考 xAPI 动词创建方法进行创建。

## 2. 事件数据描述

学习事件以“参与者(Actor)+动作(Verb)+对象(Object)+情境(Context)”的形式描述,其中情境信息包括学习情境与活动情境。学习情境包括课程、教师、学生、学习平台、程序、组织机构等基础信息;活动情境包括阅读、观看视频、测试、讨论等类型。xAPI 规范发布了常用的活动类型,Caliper 框架给出了每一类活动的计量参数,以测试活动为例,其参数包括分数、尝试次数、矫正等。该部分数据由系统自动记录。

## 3. 活动数据描述

本文从可操作、可分类的角度将智慧课堂教学活动概括为以下几类:课前准备、复习、导入、讲授、学习、练习、成果展示与总结提升。活动信息通过手动设置或自动判断获取。手动设置,即教师在备课环节预设教学活动,并安排需要使用的内容与工具,或者教师在课后查看课堂记录时进行手工标注;自动判断,即根据学生行为与教师行为序列以及行为开展时间等信息推断教学活动,例如“教师打开本地资源—教师锁定学生屏幕(或共享教师屏幕)—教师在资源上进行标注”等事件同时存在时,可以认为教师当前处于教学讲授环节。

## 4. 目标数据描述

在教学目标采集方面,本文基于布鲁姆的教学目标分类理论<sup>[30]</sup>,从知识和认知过程两个维度描述云互动课堂教学目标。在智慧课堂中,教学目标数据的获取可以由教师在备课阶段手动设置。为了能够做深入的分析,教师在备课过程中还需要建立教学目标与教学活动的关联。

### (三) 动态生成性数据的存储与交换机制

#### 1. 动态生成性数据的存储

在存储机制层面,基于 xAPI 规范中的 LRS (Learning Record Store) 数据存储模块<sup>[31]</sup>获取并分享学习经历数据,支持学习者的学习数据在离线与在线状态下保存在任何支持 xAPI 规范的系统和设备中,为不同情境、不同格式的数据提供差异化的存储机制。例如,在课堂教学过程中存在大量的数据输入、输出操作且数据类型多样,为节省设备能耗、提高应用效率,课堂教学应用中的数据暂存在本地服务器(具

有简单的统计分析功能),课堂结束后系统自动将数据推送到云端,与其他情境下采集的数据共同使用纠错码技术进行存储与管理,如图 4 所示。

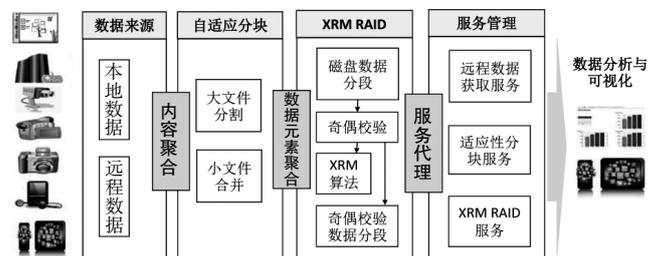


图 4 数据存储与管理框架

对于智慧课堂中动态生成的教学视频及学生作品等非结构化文件,具体存储过程包括:一是根据小文件的分类关联,结合情境数据,在小文件上传到分布式文件系统之前,基于数据分层框架与情境聚类算法对分类数据建立关联,生成关联小文件。二是针对教学资源视频等大文件的处理,采用大文件分割处理技术,分解成小文件,以此实现断点续传,以保证良好的用户体验;针对图片、音频等小文件的处理,使用小文件合并大文件的技术,提高分布式存储的性能。三是建立索引文件,为大文件创建数据结构,记录大文件中所包含小文件的长度及起始偏移量,用于解决小文件的快速存取问题。四是建立基于情境的元数据缓存与关联小文件预取策略,利用智慧教学环境中的移动智能终端缓存元数据,实现基于终端缓存的小文件快速预取,减少与相关数据节点之间不必要的交互。

#### 2. 动态生成性数据的交换

基于动态生成性数据采集模型,形成智慧教学终端应用之间及其与云公共服务平台的数据交换接口,实现来源不同的智慧教学动态生成性数据的采集与一致性呈现,支持面向更高层次非结构数据的分析应用。通过设置智慧教学支撑系统之间的 xAPI 配置文件,即与云公共服务平台数据采集标准遵循相同的使用动词、追踪的活动、顺序规则以及应用情境等约定,经过数据合并、去冗与结构化处理,以 JSON 或 XML 格式描述的教学数据源将同步到云公共服务平台;同时提供外部数据访问接口,支持获得数据授权的不同平台与系统通过 xAPI 规范的接口访问数据。

## 五、小 结

数据采集是教育大数据应用的前提与基础,当前在智慧教学环境中数据采集模型与方法研究方面,基础理论研究滞后于实际应用,成为困扰教育大数据研究的前沿问题。目前我国正面临新一轮教学环境建设

与应用变革,“智慧”是此类环境发展的最高追求。在教学动态生成性数据采集方面率先取得进展,将增强新一轮教学环境的智慧性。本文提出智慧教学情境感知模型、基于情境感知的动态生成性数据采集模型、规范与存储机制,对跨系统大规模的数据采集

与分析具有指导价值和参考意义。下一步研究将关注构建云端结合的教育大数据分析生态系统,在数据采集的基础上需要考虑如何解释所收集到的数据,使这些数据转变为知识并为教学服务,提高教学决策质量。

#### [参考文献]

- [1] 祝智庭,贺斌. 智慧教育:教育信息化的新境界[J]. 电化教育研究,2012(12): 7-15.
- [2] AHO E, HAVERINEN H L, JUUSO H, et al. Teachers' principles of decision-making and classroom management; a case study and a new observation method[J]. *Procedia-social and behavioral sciences*, 2010(9):395-402.
- [3] NYSTRAND M, LAWRENCE L W, ADAM G, et al. Questions in time: Investigating the structure and dynamics of unfolding classroom discourse[J]. *Discourse processes*, 2003, 35(2): 135-198.
- [4] 丁继红,刘华中. 大数据环境下基于多维关联分析的学习资源精准推荐[J]. 电化教育研究,2018(2):53-59.
- [5] OGATA H, CHENGJIU Y, ROSA G P, et al. Supporting mobile language learning outside classrooms [C]// *IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*. IEEE Computer Society, 2006:928-932.
- [6] ZIXUE C, SHENGGUO S, MIZUO K, et al. A personalized ubiquitous education support environment by comparing learning instructional requirement with learner's behavior [C]// *International Conference on Advanced Information NETWORKING and Applications*. IEEE Computer Society, 2005:567-573.
- [7] TAN-HSU T, TSUNG-YU L, CHI-CHENG C. Development and evaluation of an RFID-based ubiquitous learning environment for outdoor learning[J]. *Interactive learning environments*, 2007, 15(3):253-269.
- [8] GWO-JEN H, HSUN-FANG C. A formative assessment-based mobile learning approach to improving the learning attitudes and achievements of students[J]. *Computers & education*, 2011, 56(4): 1023-1031.
- [9] KORHONEN H, ARRASVUORI J. Analysing user experience of personal mobile products through contextual factors[C]// *International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia*, Mum 2010, Limassol, Cyprus, December. DBLP, 2010:1-10.
- [10] JUNISKO-PYYKKO S, VAINIO T. Framing the context of use for mobile HCI [J]. *International journal of mobile human computer interaction*, 2010, 2(4): 1-28.
- [11] BALDAUF M, DUSTDAR S, ROSENBERG F. A survey on context-aware systems[J]. *International journal of Ad Hoc and ubiquitous computing*, 2007, 2(4):263-277.
- [12] AGHABOZORGI S, MAHROEIAN H, DUTT A, et al. An approachable analytical study on big educational data mining [J]. *Computational science and its applications - ICCSA 2014 Springer*, 2014, 8583(03): 721-737.
- [13] LARA J A, LIZCANO D, MARTINEZ M A, et al. A system for knowledge discovery in e-learning environments within the European Higher Education Area - Application to student data from Open University of Madrid, UDIMA[J]. *Computers & education*, 2014, 72: 23-36.
- [14] DYCKHOFF A L, ZIELKE D, BULTMANN M, et al. Design and implementation of a learning analytics toolkit for teachers[J]. *Educational technology & society*, 2012, 15(3):58-76.
- [15] IMS GIC. Caliper Analytics™ Background [EB/OL]. [2015-12-23]. <https://www.imsglobal.org/activity/caliperram>.
- [16] KOCH F, RAO C. Towards massively personal education through performance evaluation analytics [J]. *International journal of information & education technology*, 2014, 4(4):297-301.
- [17] JEONG J S, KIM M, YOO K H. A content oriented smart education system based on cloud computing [J]. *International journal of multimedia and ubiquitous engineering*, 2013, 8(6):313-328.
- [18] RAGHUVEER V R, TRIPATHY B K. On demand analysis of learning experiences for adaptive content retrieval in an e-learning environment[J]. *Journal of e-Learning and knowledge society*, 2015, 11(1):171-188.
- [19] 顾小清,郑隆威,简菁. 获取教育大数据:基于 xAPI 规范对学习经历数据的获取与共享[J]. *现代远程教育研究*, 2014(5):13-23.
- [20] MURRAY K, SILVERS A. A learning experience[J]. *Journal of advanced distributed learning technology*, 2013, 1(3-4):7-13.

- [21] SOTTILARE R A, RARUSA C, HOFFMAN M, et al. Characterizing an Adaptive Tutoring Learning Effect Chain for Individual and Team Tutoring[C]// Interservice/industry Training Simulation & Education Conference. 2013.
- [22] HUNG N M. On semantic model of formative assessment in connection with learning ecosystem[J]. International journal of information & education technology, 2016, 6(1): 54-57.
- [23] CORBI A, SOLANS D B. Review of current student-monitoring techniques used in elearning-focused recommender systems and learning analytics. The Experience API & LIME model case study [J]. International journal of artificial intelligence and interactive multimedia, 2014, 2(7): 44-52.
- [24] JOHNSON A. Applying standards to systematize learning analytics in serious games [J]. Computer standards & interfaces, 2017, 50(C): 116-123.
- [25] DODERO J M, GONZALEZ-CONEJERO E J, GUTIERREZ-HERRERA G, et al. Trade-off between interoperability and data collection performance when designing an architecture for learning analytics[J]. Future generation computer systems, 2017, 68: 31-37.
- [26] 李青, 赵越. 学习分析数据互操作规范 IMS Caliper Analytics 解读[J]. 现代远程教育研究, 2016(2): 98-106.
- [27] DILLENBOURG P. Design for classroom orchestration[J]. Computers & education, 2013, 69(4): 485-492.
- [28] HSUE-YIE W, TZU-CHIEN L, CHIH-YUEH C, et al. A framework of three learning activity levels for enhancing the usability and feasibility of wireless learning environments[J]. Journal of educational computing research, 2004, 30(4): 331-351.
- [29] 韩立, 刘正捷, 李晖, 等. 基于情境感知的远程用户体验数据采集方法[J]. 计算机学报, 2015(11): 2234-2246.
- [30] 洛林·W·安德森. 布卢姆教育目标分类学: 分类学视野下的学与教及其测评[M]. 蒋小平, 等译. 北京: 外语教学与研究出版社, 2009.
- [31] CORBI A, SOLANS D B. Review of Current Student-Monitoring Techniques used in eLearning-Focused recommender Systems and Learning analytics: The Experience API & LIME model Case Study [J]. International journal of interactive multimedia & artificial Intelligence, 2014, 2(7): 44-52.

## Dynamic Generative Data Acquisition Methods and Model Based on Context Awareness in Smart Classroom

WANG Dongqing<sup>1</sup>, HAN Hou<sup>2</sup>, QIU Meiling<sup>1</sup>, LING Haiyan<sup>1</sup>

(1.School of Information Technology in Education, South China Normal University, Guangzhou Guangdong 510631; 2. College of Liberal Arts, South China Normal University, Guangzhou Guangdong 510631)

**[Abstract]** The data generated dynamically in smart learning are characterized by heterogeneity, incompleteness and strong correlation. For it is difficult to collect and store those data effectively by using traditional methods, to establish unified norms and storage mechanism of data collection for collecting and analyzing the process data effectively becomes an urgent problem in smart education. This paper builds a model of smart learning data acquisition based on context-aware technology, adopting six types of information including users, tasks, location, time, devices and infrastructure to indicate the context of smart learning. Based on xAPI specifications and Caliper framework, this paper uses four layers to define the dynamic generation of data description framework and cloud data exchange mechanism in order to solve the problem of multi-source and heterogeneous data acquisition based on teaching situations in the cloud environment, and provide new ideas and methods for establishing a big data model and developing a big data cloud service in education.

**[Keywords]** Context Awareness; Smart Classroom; Dynamically Generated Data; Data Acquisition