

doi:10.16104/j.issn.1673-1891.2021.02.017

基于语义表达的智慧教室情境信息建模方法研究

徐济成¹, 刘超², 李增¹

(1.安徽中澳科技职业学院信息工程与艺术设计系,安徽合肥 230041;
2.安徽农业大学信息与计算机学院,安徽合肥 230036)

摘要:针对智慧教室中物联网情境信息的多源异构问题,分析智慧教室及情境信息建模的研究现状,提出基于语义表达的智慧教室情境信息建模方法。通过传感设备和智慧教室管理系统获取智慧教室情境信息,基于时空关联算法过滤冗余信息并建立 E-R 概念模型,利用 Protégé 建模工具构建智慧教室情境信息本体。经过 RacerPro 推理机的逻辑检测,清晰显示了智慧教室情境信息之间的语义关系,验证了该建模方法的有效性和可靠性。

关键词:智慧教室;情境信息;本体;时空关联;语义关系

中图分类号:TP391.44;G434 **文献标志码:**A **文章编号:**1673-1891(2021)02-0094-04

Research on Contextual Information Modeling Method in Smart Classrooms Based on Semantic Expression

XU Jicheng¹, LI Chao², LI Ceng¹

(1. Department of Information Engineering and Art Design, Anhui ZHONG-AO Institute of Technology, Hefei, Anhui 230041, China; 2. School of Information and Computer, Anhui Agricultural University, Hefei, Anhui 230036, China)

Abstract: Aiming at the multi-source heterogeneous problems in the contextual information of the Internet of Things in smart classrooms, the research status of smart classrooms and contextual information modeling is analyzed, and a method based semantic expression for modeling contextual information of smart classrooms is proposed. The situational information of the smart classroom is acquired through the sensing equipment and the smart classroom management system; the redundant information is filtered out and the E-R conceptual model is established based on the spatio-temporal correlation algorithm; and the context information of the smart classroom is constructed using the Protégé modeling tool. After the logic test of the RacerPro inference engine, the semantic relationship among the contextual information in the smart classroom is clearly displayed, and the validity and reliability of the modeling method are verified.

Keywords: smart classroom; contextual information; noumenon; spatio-temporal correlation; semantic relation

0 引言

随着移动互联、物联网、云计算和大数据等技术的不断应用,智慧地球、智慧城市、智慧校园、智慧教育等衍生概念应运而生^[1]。在教育领域,构建智慧型的学习环境已是大势所趋,智慧教室逐渐成为研究和建设的目标对象。智慧教室具有典型的 SMARC 五维特征^[2],可以进行丰富的内容呈现、有效的环境管理、迅速地资源获取、及时的人机互动、动态的情境感知,其中“情境感知”主要表征为对物

理环境和学习行为的感知能力。分布在不同地点的传感设备通过网络与计算实体相连接,从而将感知到的情境信息交付计算实体分析处理。然而,这些情境信息本身具有多源异构特性,如感知设备在时间、空间和种类上的不同易造成情境信息的多源性;传感设备类别、物理网络和系统平台的差异使得情境信息之间存在难以消解的异构性;传感设备自身的品质、环境因素的干扰以及物理网络的传输性能会不同程度造成数据的不确定性,这无疑给智慧教室情境信息的综合利用和智能管理带来极大

收稿日期:2021-03-16

基金项目:安徽省高等学校自然科学研究重点项目(KJ2020A1093、KJ2017A766);高等学校区块链技术创新应用计划(2020qkl22);高水平专业群(2020zyq44)。

作者简介:徐济成(1985-),男,安徽庐江人,讲师,硕士,研究方向:知识工程、智能网络。

的挑战。因此,研究智慧教室中情境信息的建模方法,实现智慧教室中情境信息的充分共享和协同服务,具有重要的研究价值和实际意义。

1 智慧教室及情境信息建模研究现状

智慧教室的发展轨迹,经历了单一设备智能化、设备控制智能化以及教学系统环境智能化 3 个阶段。美国的 Bindushree 等^[3]设计了面向系统的体系结构并构建了交互式虚拟智能教室,有效解决了教室的智能排班问题。韩国大学 Jaechoon 等^[4]基于派生元素,设计构建了智能班级并将教学辅助系统应用于智能课堂环境。印度 Patel 等^[5]利用动态可视化技术构建了智能学习课程,实现了分组协作式学习。Ghonaim 等^[6]利用智能虚拟存在技术构建了智慧教室,并在其中加载了 Smart-Class 超学习套件,促进了智慧学习的整体会话管理。Januar 等^[7]利用亚马逊的物联网开源平台设计了智慧学习网关,可以在智慧教室中实现基于树莓派的亚马逊回声点。陈芳^[8]提出基于人工智能的智慧教室平台设计方案,运用下位机集成信息处理方法进行传感信息处理。邓小海等^[9]应用图像识别技术搭建了智慧教室录播系统,充分发挥了智慧教室的教学辅助作用。

对于物联网情境信息建模的研究,目前常用的方法有 key-pair 模型、mark 模型、obj 模型以及 space 模型^[10]。其中 key-pair 模型的结构体现 key 与 value 之间的映射关系,数据结构简单,易于存储和检索,缺点就是不适应复杂情境信息的表达,推理机制不明确;mark 模型在情境信息建模时,采用 property 与 context 的组合标记,对于复杂情境信息,利用嵌套函数进行序列化,实现有效表达,但这种方法的算法复杂度有待改进;obj 模型通过构建实体对象封装情境信息,在访问的时候可以开放接口调用,但无法针对动态变化的物联网情境信息进行建模;space 模型采用三维坐标来标定物联网情境信息,由于信息分属领域众多而且领域知识复杂,因此建模对领域本身的依赖程度较高。以上几种情境信息建模的方法各具特色,但均存在一定的局限性,主要体现在缺乏对情境信息之间语义关系的有效表达,不利于物联网情境信息的综合利用。

2 本体原理及技术

本体(Ontology)^[11]作为语义网(Semantic Web)的构成基石,主要用来说明领域概念和描述概念之间的关系,使得这些概念和关系具有明确的、公认

的和唯一的形式化规范定义。本体的结构可以近似看成是一个五元组 $Ontology := \{ AO, NTR, TR, R, Con \}$,其中 AO 是描述逻辑表达的本体公理(Axiom)集合, NTR 表示概念间的非分类关系(Non-Taxonomy Relation), TR 表示概念间的分类关系(Taxonomy Relation), R 是关系(Relation)集合, C 是概念(Concept)集合。本体这种语义性结构表示,使得它在各个领域得到广泛应用,衍生了很多本体建模方法,最常见的有骨架法、IDEF 法、TOVE 企业建模法、Methontology 方法、循环获取法、七步法等。基于各类本体建模方法,研究人员开发了 ontoWiki、KAON、OilED 以及 Protégé 等建模工具^[12]。这些方法和工具为本体建模在物联网、知识管理、智能信息检索与集成等多领域的应用奠定了理论和技术基础。

3 智慧教室情境信息建模方法

基于智慧教室情境信息的多源异构特性,常规建模方法又存在诸多弊端,考虑充分利用本体技术在语义表达上的天然优势,对智慧教室情境信息进行语义建模。按照数据流程,整个建模过程主要包括三个模块,分别是智慧教室情景信息获取模块、智慧教室情境信息处理模块、智慧教室情境信息语义化模块,如图 2 所示。

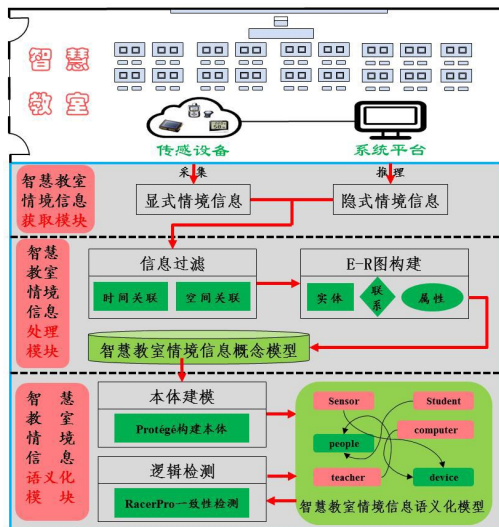


图 2 智慧教室情境信息建模总体框架

1) 智慧教室情境信息获取模块。通过智慧教室管理系统采集智慧教室中各种传感设备的上传数据,诸如室内温度、光照强度以及设备状态等显示情境信息;同时利用智慧教室管理系统中的数据关联,经过简单推理获取诸如室内人员数量等隐式情境信息。

2)智慧教室情境信息处理模块。利用情境信息的时间关联和空间关联特性,过滤掉噪声信息和冗余信息,再通过构建实体、联系和属性为要素的 E-R 图,形成智慧教室情境信息概念模型。

3)智慧教室情境信息语义化模块。分析 E-R 图与本体中各元素的对应关系,利用 Protégé 建模工具构建智慧教室情境信息本体,再通过 RacerPro 推理机进行逻辑检测,并将一致性检查结果进行似然修正,形成智慧教室情境信息语义化模型。

4 实验验证

4.1 情境信息获取

实验从学校物联网感知设备数据采集平台中共计采集了 2 955 条包含智慧教室情境信息的原始数据。其中 2 532 条数据为直接获得的显示情境信息,另外 423 条数据是经过系统简单推理得出的隐式情境信息。

4.2 情境信息处理

利用显示情境信息和隐式情境信息的基本数据特性,基于平均值对比法来进行时空关联过滤。具体程序算法如下:

时空关联数据过滤算法:

```

define W, mid; //定义滑动窗口 W 及其中心值 mid
define S, R, C; //存储数据队列 S、冗余数据队列 R、计数器 C
input D; //输入情境信息数据
output S; //输出存储数据队列
dis(D, mid); //申明平均值对比函数
while( initialize( ) )
if( W=L ) { //若窗口已满
mid = Average( W );
save W to S; //计算窗口平均值插入存储数据队列
}
if( dis( D, mid ) <= Ø ) //根据平均值对比函数判断
if( C = 0 ) //若计数器值为 0
insert D to S; //插入数据到存储数据队列
else {
C--; //计数器值减 1
insert D to S; //插入数据到存储数据队列
}
else {
C++; //计数器值加 1
}

```

```

insert D to R; //插入数据到冗余数据队列
}

```

根据存储数据队列的输出结果 S,确定数据实体、联系和属性,构建如图 3 所示的 E-R 模型。

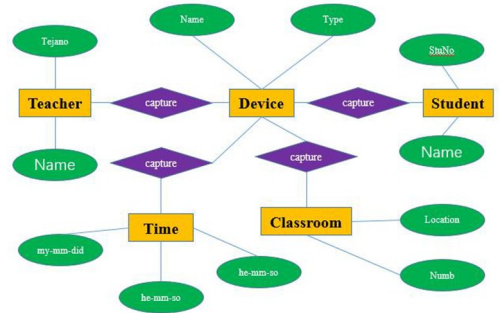


图 3 智慧教室情景信息 E-R 模型

4.3 情境信息语义化

基于上述的 E-R 模型和本体的元组构成,建立实体与类、联系与关系、属性与属性之间的对应关系,如图 4 所示。

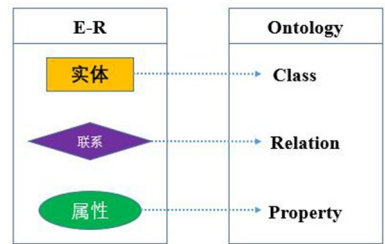


图 4 E-R 模型与本体的映射关系

利用本体编辑工具 protégé 创建智慧教室情境信息本体,将 E-R 图中的实体定义为本体类和相应的子类并设置每个类的 disjoint,描述类的相关属性 properties。如图 5 所示,通过加载 RacerPro1-9-0,在 Reasoner 菜单中启动 Racer 推理机,推理形成逻辑关系正确且可视化的智慧教室情境信息本体,清晰展示了情境信息之间的语义关系。

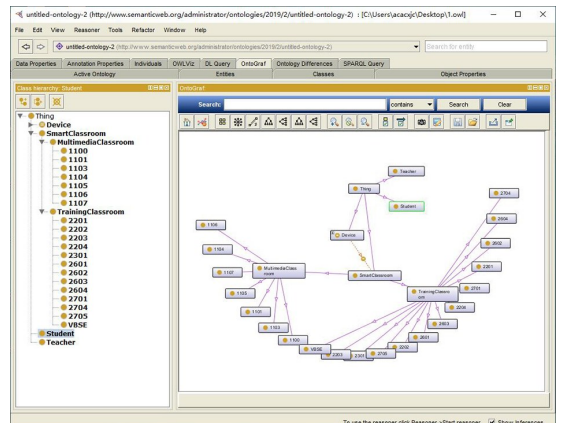


图 5 智慧教室情境信息语义关系结构

5 结语

本文在分析智慧教室及情境信息建模的研究现状的基础上,基于本体技术提出一种智慧教室情境信息建模方法,通过情境信息获取、处理以及语

义化,构建了智慧教室情境信息本体并进行逻辑推理,实现了智慧教室物联网情境信息的语义关系表达。下一步将充分利用该建模方法构建的情境信息本体,结合具体的智慧教室应用场景,实现智慧教室情境信息的充分共享和协同服务。

参考文献:

- [1] MAGEED O A, AUDU O H, MUSA I. Assessment of smart cities challenges towards building a smarter planet[C]//7th International Conference on Researches in Engineering, Technology and Sciences (ICRETS), Kuala Lumpur; Malaysia, 2015: 28-30.
- [2] CHAVES J, TAYLOR A. Creating sensory smart classrooms: a practical guide for educators[M]. New York: Taylor and Francis, 2020.
- [3] BINDUSHREE D C, KUMARI N, SHAH N. Advanced scheduling scheme for smart classes[J]. Fuzzy Systems, 2018, 10(8): 181-183.
- [4] JAECHOON J, JEONGBAE P, HYESUNG J, et al. A study on factor analysis to support knowledge based decisions for a smart class[J]. Information Technology and Management, 2016, 17(1): 43-56.
- [5] PATELA, MAJHI R, PANDA S N, et al. Dynamic visualization can bring an immense improvement in traditional teaching and learning process[J]. International Journal of Research in IT and Management, 2016, 6(10): 32-45.
- [6] GHONAIM W, GHAMDI A G, AL-GHAMDI A. A smart class hyperlearning and management suite[C]//2018 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI). Las Vegas: IEEE, 2020.
- [7] JANUAR T, RABI A, ARMAN D. Implementasi Amazon echo dot berbasis raspberry pi pada ruang kelas[J]. Electrical Electronics Control and Automotive Engineering, 2020, 5(1): 45-48.
- [8] 陈芳. 基于人工智能的智慧教室平台设计与实现[J]. 现代电子技术, 2019, 42(9): 191-194.
- [9] 邓小海, 姜周曙. 图像识别技术在智慧教室录播系统中的应用研究[J]. 电子技术应用, 2020, 501(3): 98-102.
- [10] KONONOV D A, PONOMAREV R O. Situational modeling and a forecasting of emergency situations. New functions and management tasks[J]. RSUH/RGGU BULLETIN. Series Economics. Management. Law, 2019.
- [11] 汪诚愚, 何晓丰, 宫学庆, 等. 面向上下位关系预测的词嵌入投影模型[J]. 计算机学报, 2020, 43(5): 868-883.
- [12] RAHMANI M, BEHESHTI M S. Ontology and its applications in E-Learning[J]. Iranian Journal of Information Processing Management, 2020, 36(1): 271-294.