

仿真教学平台的轻量级知识图谱设计与实现研究

刘天阳, 孙东磊, 秦炎

海军大连舰艇学院军事海洋与测绘系, 辽宁 大连 116000

DOI:10.61369/ECE.2025030028

摘 要 : 针对仿真实验教学中众多知识点与实验教学内容之间的关联问题, 结合海道测量课程中的仿真实验教学平台应用, 设计一种轻量级知识图谱的实现方法。这种方法通过轻量级数据库把知识图谱嵌入仿真教学内容, 便于指导学生利用仿真平台进行自主学习。实验教学结果表明, 这种方法能够满足学生个性化学习需求, 有效促进创新思维的形成。

关 键 词 : 知识图谱; 仿真实验教学; 海道测量

Research on the Design and Implementation of a Lightweight Knowledge Graph for Simulation Teaching Platforms

Liu Tianyang, Sun Donglei, Qin Yan

Department of Military Oceanography and Surveying, PLA Dalian Naval Academy, Dalian, Liaoning 116000

Abstract : Aiming at the correlation between numerous knowledge points and experimental teaching content in simulation experiment teaching, combined with the application of the simulation experiment teaching platform in the course of hydrographic surveying, this paper designs an implementation method of a lightweight knowledge graph. This method embeds the knowledge graph into simulation teaching content through a lightweight database, which facilitates guiding students to carry out independent learning using the simulation platform. The results of experimental teaching show that this method can meet students' personalized learning needs and effectively promote the formation of innovative thinking.

Keywords : knowledge graph; simulation experiment teaching; hydrographic surveying

引言

海道测量是通过安装在测量船上的各种测量设备对海洋水深、地貌等内容进行测量, 从而获得能够保障航海安全的水下地形数据^[1]。由于相关测量设备只能在水中使用, 而海上实践教学又存在教学成本高、测量风险大等难题, 因此海道测量相关课程非常适合通过仿真设备开展实践教学。通过多年的海道测量仿真教学过程分析发现, 学生在学习仿真设备的操作、设备参数的设置、测量方法的设定等内容时, 需要及时获取相关的知识。特别是在模拟开展综合测量时, 需要通过仿真设备的操作来验证前期所学过的多种基础知识。由于这一过程涉及的知识点非常多, 而且不同学生实践操作的进度不同, 仅通过教师指导的方式开展实践教学难以满足学生个性化学习的需求。

知识图谱是结构化的语义知识库, 用于以符号形式描述物理世界中的观念及其相互关系, 能够实现知识的快速响应^[2,3]。本质上, 知识谱是真实世界中存在的各种实体、概念及其关系构成的语义网络图, 用于形式化地描述真实世界中各类事物及其关联关系^[4]。在学生自主开展仿真实验的过程中, 应用知识图谱的方式, 能够较好地为学生实时提供个性化学习所需要的知识。现有的多种知识图谱工具虽然功能强大, 但一般需要专用的服务器实现知识的表示与存储, 限制了它的应用范围。

本文针对海道测量仿真实验教学中的知识表达问题, 介绍一种轻量级知识图谱嵌入方法。这种方法既能够为仿真实验教学提供所需要的多种知识点, 也能方便的更新知识图谱, 从而应用于更多的仿真教学内容。

一、海道测量知识图谱的构建

(一) 海道测量知识图谱内容

知识图谱是一种用于组织和表示知识的图形结构, 它以实体和实体之间的关系为基础, 形成一个大规模、结构化的知识库。

海道测量知识图谱是以海道测量仿真教学知识点为主要实体, 能够满足海道测量仿真教学需要的知识库。

知识图谱包括实体、属性和关系三个元素, 以及描述不同实体间关系的结构^[5]。

实体是表示显示世界的具体对象或抽象概念, 每个实体都有

一个唯一的标识符和相关属性。在海道测量知识图谱中,仿真设备及设备内的核心部件、相关知识点、相关数据都属于实体。

属性用来描述实体的特征、性质或其他相关信息。在海道测量知识图谱中,对于仿真装备实体,属性包括装备的各种性能参数;对于知识点实体,属性包括海道测量各种知识点的具体说明和对应理论;对于数据实体,属性包括描述海道测量数据的元数据。

关系用来描述实体之间的相互作用和连接方式。在海道测量知识图谱中,仿真设备之间是数据协同关系;仿真设备与相关知识点是知识运用关系;知识点与相关数据之间是理论验证和实验的关系。

在知识图谱中,实体与属性之间是一对一的关系,实体之间是多对多的关系。不同的实体通过关系构造出网状的结构图,实体和关系以节点和边的形式在网状结构图中表示。

（二）海道测量知识图谱的构建

知识图谱有自顶向下和自底向上两种构建方式。自顶向下构建是根据已有的结构化数据源,从中提取实体和关系形成知识库;自底向上构建是通过技术手段从不断更新的数据中提取资源,经人工审核后形成实体和关系,最终构建知识库。

海道测量知识图谱的实体包括海道测量设备、相关知识点、相关数据。在多年的实践教学过程中,各课程都积累了大量的实验教学装备资料,包括设备参数、使用说明书等,这些都可以直接形成测量设备实体。在制定人才培养方案时,相关教员已经为海道测量教学制定了完整的知识点体系图,内容包括每门课程所包含的知识点以及各知识点之间的关系,这些内容可以直接用来形成海道测量知识点实体。图1是水深测量与海底底质测量的知识点关系图。

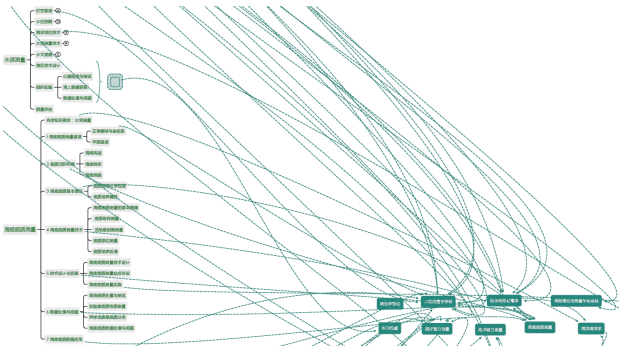


图1海道测量部分知识点关系图

海道测量知识图谱中的数据知识点包括典型潮汐数据、典型水下声速垂直梯度数据等。教员在长期的教学过程中,积累了大量的典型教学数据,这些数据适合作为海道测量知识图谱的数据实体。

在构造知识图谱过程中,从教学资料中抽取相关知识点实体,根据课程知识点之间的依赖关系,就可以构造出海道测量知识图谱。在教学资料更新时,也能方便地实现知识图谱的动态更新^[6]。

（三）轻量级海道测量知识图谱的实现

知识图谱中的实体之间是网状的结构关系^[8]。对于大型的知识图谱可以通过 RDF（资源描述框架）这样的规范存储格式存储,也可以通过 Neo4j 这样的图数据库存储。但是这两种方式都需要

专用的硬件和软件来支撑。对于海道测量仿真实验教学,相关的知识图谱实体数量有限,可以通过轻量级数据库来构建,便于在教学中使用^[9]。图2是海道测量知识图谱数据库中的实体和关系的结构表。图3、图4、图5分别是与水深测量相关的设备实体表、数据实体表、知识点实体表内容。

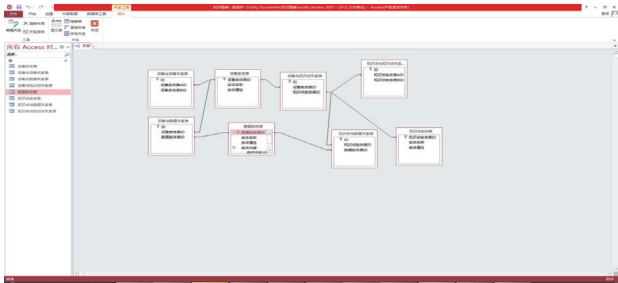


图2海道测量知识图谱数据库架构图

图3设备实体表内容

图4数据实体表内容

图5知识点实体表内容

从图2中可以看出,根据海道测量设备、海道测量数据、海道测量知识点的具体内容,使用关系数据库可以建立一个包含多种实体和关系的知识图谱数据库。根据这个数据库,可以进一步形成轻量级的海道测量知识图谱。根据这种实体关系^[10],能够绘制出相应的图谱,根据数据库中的实体关系,可以实现基于对象关联关系的信息检索和推荐,达到个性化辅助教学的目的。

二、结合知识图谱的海道测量仿真教学方法设计

前文所设计的知识图谱,已经应用于某型海道测量仿真教学平台中。图6是仿真教学平台的整体界面以及知识图谱界面。



图6内嵌知识图谱的海道测量仿真教学平台外观

在图6中,海道测量仿真教学平台中通过5个显示屏显示不同海道测量设备的软件操作界面,这些软件是测量装备的随装控制软件,相互之间通过网络接口完成数据通信。在仿真实验教学过程中,所有软件的操作过程能够被后台以监控网络端口通信数据的方式所捕获,通过对这些数据进行分析,能够感知学生当前的操作内容。仿真平台上的知识图谱界面如图6中红框内所示,图7是知识图谱界面的详细内容。

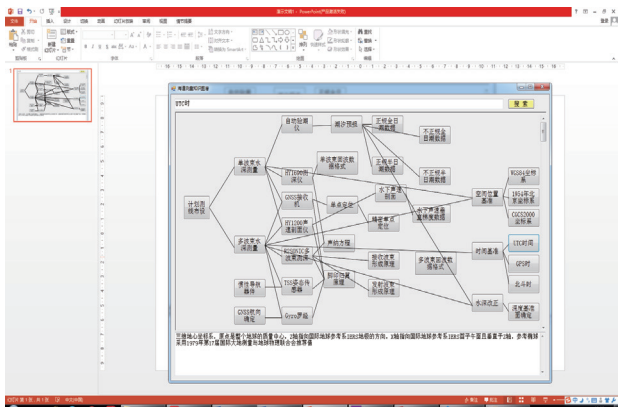


图7海道测量知识图谱

知识图谱的嵌入过程包括两个步骤,第一步是知识推理,第二步是结果显示。在知识推理过程中,当用户在仿真平台上操作某个软件时,系统在后台捕获对应的软件通信数据,通信数据的变化就成为一个知识图谱的触发器,如用户在调整测深仪的波束开角时,开角的变化就是一个触发器,根据这个触发器的参数名称,知识图谱在后台通过数据库以正则匹配的方法^[7]检索相关的知识点实体,以及与所选择实体有关系的相关实体,完成知识

推理。在结果显示阶段,知识图谱根据检索到的各种实体和它们之间的关系,形成一个知识点结构图,最终以结构图的形式把检索出的实体和对应的属性推送给学生。学生也可以在知识图谱中搜索自定义的关键词,这些关键词的搜索结果会进一步成为知识图谱的指代消解参数,从而根据学生的使用形成知识图谱的迭代更新。

内嵌知识图谱的海道测量仿真实验教学平台目前已应用于海道测量仿真实验教学。从教学效果来看,这种知识图谱的嵌入方法易于实现,能够为学生实时推送所需要的知识点或数据,极大增强了仿真实验教学的效果。

三、结束语

海道测量仿真教学内容涵盖多种测量理论与知识,需要在教学过程中向学生实时推送相关的知识点及数据。知识图谱以图的形式组织知识,适合应用于个性化知识推荐,非常适合在仿真教学中使用。传统的知识图谱包含大量的数据,需要通过专用的软硬件构建,难以直接应用于专业课程仿真教学。本文所介绍的知识图谱构建与应用方法适用于知识面相对狭窄、知识点数量较少的专业领域,能够通过轻量级数据库构建出知识图谱。实践结果表明,这种方法能够有效改善学生的学习效果,提升学生创新能力,而且具有较好的通用性,易于在其他类似专业使用。

受现有教学条件的限制,这种方法在网络应用方面还存在不足,下一步将针对局域网条件下松耦合式仿真教学的场景进一步研究知识图谱的更新迭代方法。

参考文献

[1] GB12327-2022, 海道测量规范 [S]. 北京: 国家市场监督管理总局 / 国家标准化管理委员会, 2023.

[2] 王萌, 王昊奋, 李博涵, 等. 新一代知识图谱关键技术综述 [J]. 计算机研究与发展, 2022, 59(09): 1947-1965.

[3] 田玲, 张瑾川, 张晋豪, 等. 知识图谱综述 - 表示、构建、推理与知识超图理论 [J]. 计算机应用, 2021, 41(08): 2162-2186.

[4] 李子豪, 冯林, 徐林泉, 等. 基于少样本学习的知识图谱补全综述 [J]. 小型微型计算机系统, 2024, 45(12): 2838-2857.

[5] 姜强, 药文静, 赵蔚, 等. 面向深度学习的动态知识图谱构建模型及评价 [J]. 电化教育研究, 2020, (03): 85-92.

[6] 赵纪为, 朱慧荣, 李然, 等. 基于多路正则匹配方法的水利工程知识图谱构建 [J]. 水电与新能源, 2024, 38, (12): 48-51.

[7] 杨浩, 辛晶, 朱珊仪, 饶高琦, 荀恩东. 场景化国际中文教学资源知识图谱的构建 [J]. 郑州大学学报 (理学版), 1-8.

[8] 荣欣雯, 史蕾, 秦芳, 方雅璇, 董广元, 李楠雁, 朱文婷. 基于知识图谱的高仿真模拟教学在“急危重症护理学”中的应用 [J]. 护理学报, 2024, 31(16): 12-16.

[9] 张慧琴, 李中凯. 近十年我国高校虚拟仿真实验教学研究发展述评 [J]. 实验室研究与探索, 2024, 43(08): 77-82+137.

[10] 孙强. 基于 CiteSpace 的高校虚拟仿真实验教学知识图谱分析 [J]. 牡丹江师范学院学报 (自然科学版), 2024, (01): 50-56.