

基于知识图谱的《信号与系统》课程创新教学改革

覃业梅, 赵 慎, 李世玲, 周鲜成, 李桂梅

湖南工商大学智能工程与智能制造学院, 湖南 长沙

收稿日期: 2024年2月14日; 录用日期: 2024年3月12日; 发布日期: 2024年3月20日

摘 要

《信号与系统》课程是电子信息类专业的专业基础课程, 其知识点多且要求数学基础好、逻辑思维强, 一直以来很多学生对知识点间关系理解不够, 难以获得好的学习效果。从建立课程知识图谱的角度出发, 梳理课程知识点间的关联关系, 并开发一个基于知识图谱的线上学习系统, 每个知识点设置PPT、文本、视频等学习资料, 并将课程学习按知识图谱设置为游戏闯关模式, 激发并记录每位学生的学习情况。植入了基于知识图谱的沉浸式学习系统后, 《信号与系统》课程教与学的距离缩小, 学生学习积极性、课程参与度、考核成绩都有明显改善, 参加学科竞赛、科研项目的比例也明显提升。

关键词

创新教学, 知识图谱, 混合式教学, 线上系统, 沉浸式学习, 知识库

Innovative Teaching Reform of "Signal and System" Course Based on Knowledge Graph

Yemei Qin, Shen Zhao, Shiling Li, Xiancheng Zhou, Guimei Li

College of Intelligent Engineering and Intelligent Manufacturing, Hunan University of Technology and Business, Changsha Hunan

Received: Feb. 14th, 2024; accepted: Mar. 12th, 2024; published: Mar. 20th, 2024

Abstract

The course "Signal and System" is a professional foundation course for electronic information majors. It has many knowledge points and requires a good mathematical foundation and strong logical thinking. Many students are not capable to fully understand the relationship between know-

ledge points, which makes it difficult for them to achieve good learning outcomes. From the perspective of establishing a course knowledge graph, the correlation between course knowledge points is sorted out, and an online learning system is developed based on the knowledge graph. Each knowledge point is equipped with learning materials such as PPTs, texts, videos, etc. The course learning is set as a game challenge mode according to the knowledge graph, stimulating and recording the learning situation of each student. After the implantation of an immersive learning system based on knowledge graph, the distance between teaching and learning in the course “Signals and Systems” has narrowed, and students’ learning enthusiasm, course participation, and assessment scores have significantly improved. The proportion of participants in subject competitions and scientific research projects has also significantly increased.

Keywords

Innovative Teaching, Knowledge Graph, Blended Teaching, Online System, Immersive Learning, Knowledge Base

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

2018年11月,第十一届中国大学教学论坛上,高教司领导宣布到2022年,要建设两万门“金课”,其中国家级一流课程一万门,省部级一流课程一万门。2019年9月30日,教育部正式发布《教育部关于一流本科课程建设的实施意见》,正式开始实施一流本科课程双万计划。国家从宏观到微观,从综合到细微全方位推进双一流建设。一流课程建设是每个一流专业、一流学科和一流大学建设的基本保障。

《信号与系统》课程是一门电子信息类相关专业必不可少的专业必修课程,其先导课程为高等数学、复变函数、电路分析、电子技术等,后续课程有通信原理、数字信号处理、自动控制原理等,在专业课程体系中占据举足轻重的作用。尤其是随着电子计算机、通信技术、网络技术和Internet的发展,人类已经逐渐的进入信息化社会,对信息(信号)的处理提出了更高要求,《信号与系统》课程的学习在学生的专业素养及能力培养链上的作用尤为重要。

2. 基于知识图谱进行该课程教学改革的必要性

《信号与系统》课程具有知识点多、相互逻辑关系紧密、数学基础要求高等[1][2]特点。长期以来,学生学习《信号与系统》课程一般都采用传统的分散学习,对各个知识点之间关联性理解不够,对大部分重点没有互联互通,不能系统地整合,即使教师反复强调其关联性和重要性,部分学生也很难跟进学习。这种学习方式存在着许多缺点,如效率低、效果差。另外,随着时间的推移,学生在学习之后的内容会将前面的知识部分遗忘;一般情况下,学生没有充足的时间频繁进行复习,造成学生在学习之后的知识需花费相当一部分精力应付知识的遗忘。对于知识点多且在专业课程中占用重要地位的《信号与系统》课程,学生不仅需要注重方法、梳理知识点的关联性,也要注重学习时的条理性、清楚自己所学知识点在课程中的位置及应用,提高学习效率及质量。鉴于此,非常有必要设计和开发一个涵盖面全、简单易用、能激发学生自主学习的《信号与系统》课程在线学习系统。

除了国家MOOC在线平台等大型在线学习平台外,一些高等院校还引入超星学习通等通用平台搭建

本校课程在线教学平台,一些课程团队还有针对性地开发了某些课程的在线平台。王炼红等[3]采用“慕课+雨课堂”混合式教学方式,充分利用教师与学生的碎片化时间,打破传统教学中时间与空间限制,弥补课堂课时不足。魏昕等[4]将当前流行的“学习强国”学习平台的设计理念引入《信号与系统》课程教学改革,提出融媒体辅助学习平台的设计方案,而后基于该平台,探索《信号与系统》教学新模式。汪淑贤[5]以“学生中心、成果导向”为基本点,构建适合应用型本科院校人才培养的“多层次融合课程思政”教学内容结构。胡卫军等[6]针对在线课程平台中存在的不足,学平台和微信助教平台,加强了对学生学习情况的管理与反馈,提升学生学习兴趣。实践表明,在线学习模式存在诸多缺陷,如:课程知识体系未完全图谱化,传统的考试与测量手段不适用线上学习,学习内容和路径无法根据学习者的反馈进行调整[7]。

新型的学习系统要求能够汇聚各大高校较为全面的学习资源,一方面,能支持学生用户进行课前预习、拓展阅读、在线视频和文档的学习以及自动智能组卷,提供测试功能[8],另一方面,还可以提交作业,查看考试或单元测试成绩,且与教务、老师和助教互动;同时,还需要通过相应的系统监督和检查学生的学习效果,了解课程学习中的实际情况[9]。随着电子计算机、通信技术、网络技术和 Internet 的发展,人类已经逐渐的进入信息化社会。互联网+、计算机技术、人工智能赋能教育已成为高等教育变革的重要特征。知识图谱以结构化方式显式地表达知识节点及相互间的语义关系,为梳理知识之间的相互关联性提供了有效途径。

目前,部分高校的一线教师已经将知识图谱理论运用于课程教学。李艳燕[10]等提出了“学科知识图谱”与“教育知识图谱”。华中师范大学的孙小欣[11]采用了潜在语义分析方法,构建了教育技术学科的知识图谱。桂林电子科技大学刘振丙等[12]将知识图谱理论应用到信息论课程教学中,通过建立合理的知识体系,拓展与教学内容相关的应用实例,调动学生的实践能力,让学生更好地接受新知识,同时加深对信息论的理解与应用,教会学生如何构建体系进行自我学习。浙江工业大学范玉雷等[13]针对计算机组成原理课程的特点及其教学现状,剖析该课程与先后修课程的关系,构建相应的知识图谱,并导入到该课程的整个教学过程中,提高学生对该课程的学习兴趣和重视程度。重庆经贸职业学院张崇友等[14]以“会计综合实训”课程为例,通过知识图谱的搭建,让课程教学设计、课程内容体系、学生学习方法与习得体系等逻辑更加清晰,目的更加明确,从而帮助教师提升教学效果和学生学习质量,促进“金课”建设和会计专业人才培养质量的提升。这些研究将知识图谱理论应用于课程教学方案、教学内容的设计方面,并已经取得一定成效,但对面向知识图谱学习系统的研究仍处于理论研究阶段,实现平台化搭建的系统数量有限。余胜泉等[15]人研发了基于育人知识图谱的“AI好老师”智能助理系统。自适应学习系统的“领头羊”Knewton公司较早利用知识图谱来表征学科的概念及其语义联系,并将其作为个性化学习资源和个性化学习路径推荐的依据。

鉴于此,结合《信号与系统》课程特点以及学生学习的实际困难,本文基于知识图谱设计《信号与系统》的在线学习系统,基于知识图谱实施课程教学改革。

利用知识图谱的知识关联性建立《信号与系统》课程知识库,不但能有效合理地管理各章的学习资料,快捷地梳理各章节相关信息,便于学生对课程进行系统地学习,并对已学知识点掌握情况做到一目了然,能大大提高学习效率。

3. 基于知识图谱的线上学习系统设计

基于知识图谱的《信号与系统》课程在线学习系统,利用知识图谱建立一个学习系统,该系统由一个网络平台、知识库、资源库构成,通过 java 语言设计在线学习网络平台,通过构建课程知识图谱来设计知识库,通过数据库技术建立课程资源库。线上学习系统结构图如图 1 所示。

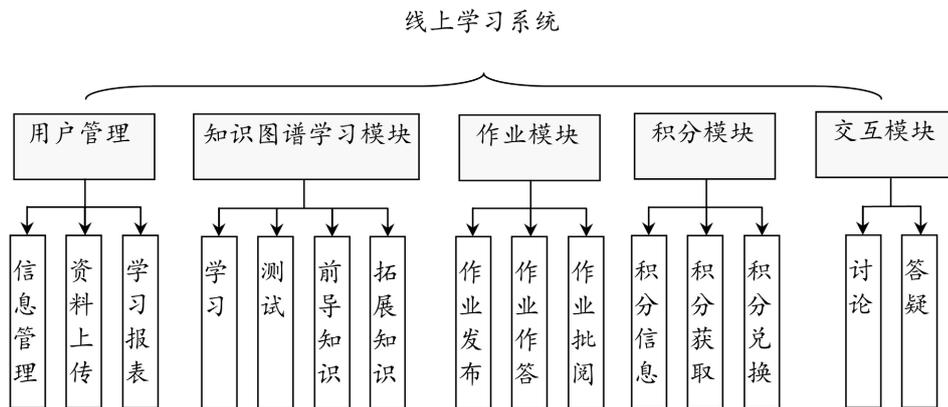


Figure 1. Structure diagram of online learning system

图 1. 线上学习系统结构图

在该系统内，教师通过对课程的了解，将《信号与系统》课程的各知识点进行关联，绘制出知识图谱；系统根据知识图谱生成知识库，建立各知识节点及节点间的链接关联关系；每个知识点搭建相应的资源库，资源库由知识点对应的课件资料、视频资料及测试资料等组成。管理员整理教师上传的资料，进行信息汇总与粘贴、公布，方便学生进行查找，也将学生的课堂疑问、学习难点等信息进行收集、汇总，反馈给学生。学生利用该课程的知识图谱来学习时更有条理、更清楚自己所学知识点在课程中的位置及应用；同时在进入某一知识点后可以选择进行学习或测试，如果直接测试并且通过，可跳过该知识点的学习，进而开展更加深入的知识点学习或者拓展性的学习。这使得学生能更好地了解自己的学习情况，并依此调整学习进度及方向，提高学习的灵活性。跟着知识图谱学习，攻克每一个知识点，这种类似于闯关游戏的学习形式能提高学习的趣味性。

4. 教学改革的实施

该课程教学以“信号 + 系统、连续 + 离散、时域 + 变换域”三条主线的课程知识图谱开展理论教学，培养学生系统性思维及知识梳理能力、自主学习能力，其知识图谱顶层框架如图 2 所示。让他们在整体知识脉络上对该课程有所了解。

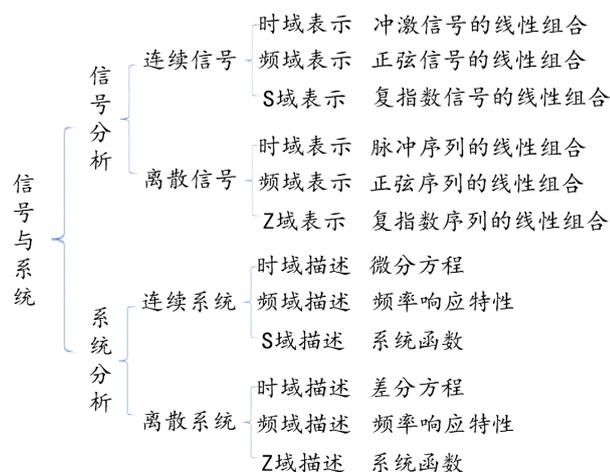


Figure 2. Top-level framework of knowledge graph in "signal and system"

图 2. 《信号与系统》知识图谱顶层框架

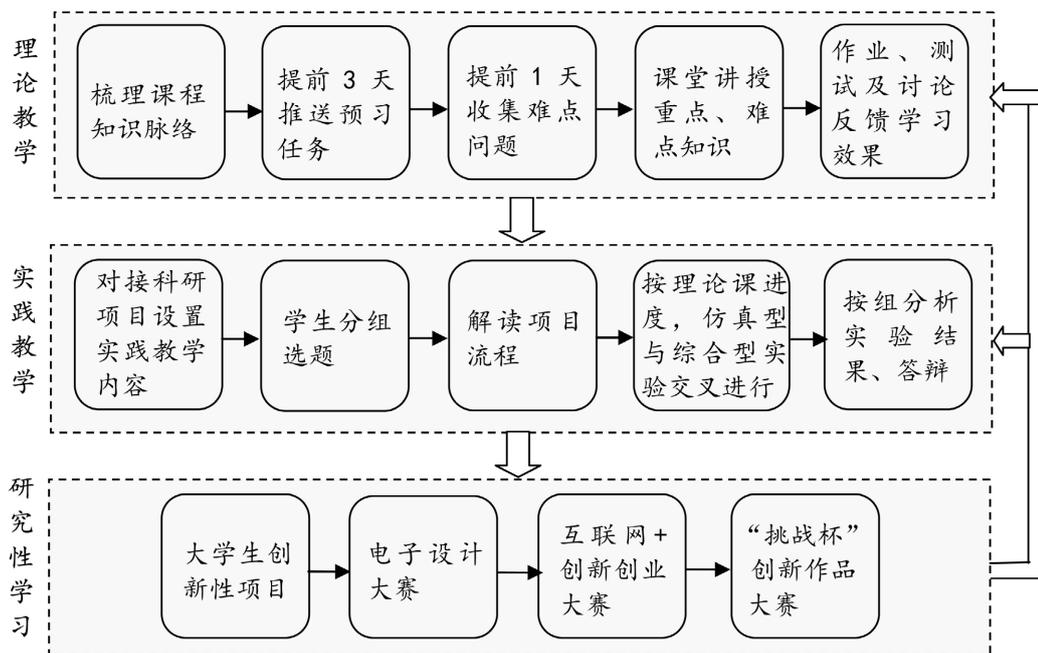


Figure 3. Teaching design of “signal and system” course
图 3. 《信号与系统》课程教学设计

课程教学的体系设计如图 3 所示。根据课程知识点多且难的特点，抓住整体学习框架至关重要。为了帮助学生抓住课程主线，首先，在课程第一节课时将该知识图谱框架展示、分解给学生，让学生对课程内容及所涉及的知识、知识点间的联系有总体的认识，有助于在后续知识学习中对应图谱理清知识间逻辑关系。其次，该知识框架在线上系统首页中进行了展示，并标识出已学完知识点、正在学习知识点图标，在系统中可以即时查询。

理论课程组织实施原则是通过多种教学活动丰富课堂教学，将学习系统等线上资源有机融合到教学课堂，教师设置预习任务、选取预习资源，并通过平台至少提前 3 天将预习任务推送给学生，进行自主学习；提前 1 天收集学生预习情况，统计重点、难点知识进行线下讲授；课堂通过小组讨论，开展知识拓展及延伸学习；课外通过作业、线上班级交流反馈学习情况。主要通过以上四种教学活动，让学生动起来，让课堂活起来。线上学习系统的展开可以很好弥补该课程理论课时不足的问题，部分章节的内容全部由学生自主学习完成。

在各知识点的讲解过程中，每次课设置 1~2 个随堂练习题，3~5 分钟学生练习(1 位同学在黑板上练习，鼓励学生自荐并给予奖励分)，2~5 分钟解析，由学生或老师完成，既检验知识的理解掌握情况，又训练学生表述知识和展示自己的 ability。

在理论分析的同时，结合信号、系统在实际信号处理、系统分析及抗干扰等方面的应用情况，拆解与知识点相关的部分，进行应用案例讲解，让学生能真切体会所学知识点的用武之地。结合《信号与系统》课程特点，课中引入科学家生平及提出相关理论方法的过程，激发学生勇攀科学高峰的斗志，养成严谨的工作作风及良好的职业道德。

5. 课程考核

围绕课程目标，本课程考核采取过程性评价、表现性评价和结果性评价相结合的形式。过程性评价主要由平时到课情况、课堂互动及回答问题、作业完成情况、线上学习情况、实验过程记录及分析等环

节构成。表现性评价主要考查综合型实验的完成情况、报告撰写、小组汇报及总结、小组各成员贡献度等情况,考核学生分析实验需求,设计实验方案,撰写报告并陈述表达,团队合作等能力。结果性评价主要由期中考试和期末考试构成,考核学生对信号和系统的表示、运算及特性分析能力,运用时域、频域、变换域等不同方法分析信号和求解系统模型的能力。通过从不同角度综合评价学习情况,能更全面更具针对性的反映学生学习情况,并进一步分析学生掌握情况及薄弱环节,为以后的教学提供改进依据。

6. 课程改革效果

通过本课程基于知识图谱的教学改革,学生在学习本课程的积极性和自信心方面取得了显著成效。

1) 学生在基于知识图谱的线上学习系统学习过程中伴随产生大量的学习行为数据(测试答对的习题数、答题所花费时间、讨论区发起主题讨论次数、回复讨论数、作业提交次数、测试所得成绩等),通过对这些学习行为数据进行量化、记录、获取、追踪,并将这些学习行为数据实时形成个性化的学习报表,有利于教师了解每位学生的学习特点及学习路径,并据此调整后续知识点的授课进度及方式,实现教与学的及时反馈。

2) 辅助了知识图谱的线上学习系统,使学生能实时的查看和了解自己正在学习的知识点在课程中的位置及与其他知识点间的关联性,使学生的学习目标更明确、学习思路更清晰。这改变了以前老师在讲台上使尽浑身解数、学生在台下不知所云、一头雾水的局面,大大提高了学习积极性和效果。在使用该系统辅助教学后,学生学习的参与度、作业完成情况等得到大幅改善,相比前一教学周期提升了20%。

3) 课程学习的积极性带动学生参与课外实践、学科竞赛的积极性明显提升。2020级电信专业共81人,有近40人参加电子设计大赛,有近30人主持/参与大学生创新创业训练计划项目申报并立项2个国家级2个省级项目,20余人在课程结束后加入教师科研团队进行课题研究。整体学习态势呈明显上升趋势。

7. 结束语

《信号与系统》理论强且是应用的联系纽带,涉及知识点多、数学计算多且逻辑关系复杂,影响教师的教和学生的学。为了提高教学效果,本文基于知识图谱的优势设计了《信号与系统》课程的线上学习系统,并采取线上线下混合式教学方式,改进教学设计及课程考核。该措施将课程知识图谱展示在线上,并根据学生的学习过程生成了个性化的学习图谱,让学生能一叶知秋、有的放矢。学生学习课程的积极性,参与学科竞赛、大创项目、科研课题的积极性均有明显改善。该教学改革方法具有显著特点,可在其他专业课程推广。

基金项目

湖南省普通高等学校教学改革研究项目(HNJG-2022-0211, HNJG-2020-0630);湖南省学位与研究生教育改革研究项目(2021JGYB190)。

参考文献

- [1] 刘远社. 新工科背景下民族高校“信号与系统”教学改革探讨[J]. 黑龙江教育(高教研究与评估), 2020(1): 33-35.
- [2] 肖菊兰, 陈英, 刘洪利, 等. 信号与系统课程的教学实践[J]. 电子技术, 2023, 52(8): 100-101.
- [3] 王炼红, 周莉, 陈洁平, 等. 采用“慕课+雨课堂”方式的信号与系统混合式教学改革与实践[J]. 教育教学论坛, 2020(16): 178-179.
- [4] 魏昕, 周亮. 基于融媒体平台的“信号与系统”教学探索[J]. 电气电子教学学报. 2020, 42(2): 20-23.
- [5] 汪淑贤. “金课”视角下基于OBE导向的信号与系统课程教学改革[J]. 创新创业理论与实践, 2023, 6(8):

14-17.

- [6] 胡卫军, 曹晓莉, 王荣秀. 《信号与系统》在线课程平台设计研究[J]. 教育现代化, 2018, 5(23): 193-195.
- [7] 何克抗. 从 Blending Learning 看教育技术理论的新发展[J]. 国家教育行政学院学报, 2005(9): 2-8.
- [8] 王璞珺, 刘红云. 让自适应测验更知人善选——基于推荐系统的选题策略[J]. 心理学报, 2019(7): 27-30.
- [9] 李超, 周泓. 学习管理系统综述和发展趋势展望[J]. 现代教育技术, 2018, 28(2): 113-119.
- [10] 李艳燕, 张香玲, 李新, 等. 面向智慧教育的学科知识图谱构建与创新应用[J]. 电化教育研究, 2019(8): 60-69.
- [11] 孙小欣. 基于潜在语义分析的学科知识图谱构建[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 华中师范大学, 2013.
- [12] 刘振丙, 李泽亚. 基于知识图谱理论的信息论课程教学改革研究[J]. 电脑知识与技术, 2018, 14(12): 125-127.
- [13] 范玉雷, 雷艳静, 韩姗姗, 等. 基于知识图谱的计算机组成原理课程植入与导入式教学[J]. 计算机教育, 2020(5): 113-117.
- [14] 张崇友, 郑君. “金课”背景下基于知识图谱的“会计综合实训”课程教学研究[J]. 当代会计, 2020(7): 5-8.
- [15] 余胜泉, 彭燕, 卢宇. 基于人工智能的育人助理系统——“AI好老师”的体系结构与功能[J]. 开放教育研究, 2019, 25(1): 25-36.