

Project-Oriented STEM Case Study Based on Design Thinking—Taking the Digital Filter on Digital Signal Processing Course as an Example

Lujuan Li Deshan Yang Hui Li Wenhua Cui

School of Information Science and Engineering (School of Mechanical Engineering), Jiaxing University, Jiaxing, Zhejiang, 314001, China

Abstract

With the rapid development of global economy, the most effective way to acquire reliable knowledge has gradually changed. STEM education has become an important strategy to promote curriculum reform and cultivate innovative talents for countries around the world. Exploring the application model of STEM education integrated courses teaching is the key to promote interdisciplinary education. This study taking the digital signal processing course as an example. Based on the detailed study plan of its overall course structure, course activity design and implementation, the characteristics of the course are analyzed and summarized. The contents are mainly about: the core idea of STEM education based on design thinking, curriculum design, and interdisciplinary education plan and course activity. It focuses on the design thinking of STEM education concept and pays attention to the cultivation of students' practical ability and problem-solving ability, and provides reference for STEM education practice.

Keywords

STEM education; design thinking; projectization; digital signal processing; interdisciplinary learning

基于设计思维的 STEM 项目化教学设计模式——以数字信号处理课程中滤波器的设计为例

李璐娟 杨德山 李慧 崔文华

嘉兴学院信息科学与工程学院（机械工程学院），中国·浙江 嘉兴 314001

摘要

随着全球经济与网络技术的快速发展，获取知识的途径和方法也逐渐发生了改变。STEM 教育已成为各国培养科技创新人才和教育教学改革重要手段。将 STEM 教育理念应用到实际教学过程中的探索，已经成为各高校开发跨学科融合的关键。该研究以数字信号处理课程为例，从教学要求、教学设计到实施基础上，分析总结该课程教学特点。主要内容包括基于设计思维的 STEM 设计模型，课程整体设计，跨学科知识和学习活动设计等方面进行展开。以设计思维的 STEM 教育理念为主，注重学生动手能力和解决问题能力的培养，为 STEM 教育实践提供参考和借鉴。

关键词

STEM 教育；设计思维；项目化；数字信号处理；跨学科学习

1 引言

STEM(Science 科学、Technology 技术、Engineering 工程、Maths 数学)是几门学科的交叉整体，重点为了更好地培养学生的创新能力和实践能力，使学生能够在新经济形势下有足够的竞争力。20 世纪 90 年代的美国意识到随着全球经济和科技的飞速发展，具有创新能力的人才将会是国家发展的重要组成部分。1999 年美国国家科学基金发布了《本科的科学、数学工程和技术教育》(STEM)研究^[1]，建议国家调

动各类资源投入科学、数学和工程领域的教育。美国政府之后又不断出台一系列相关政策和工作报告，大力发展 STEM 教育。2007 年美国发布《国家竞争力法》，批准从 2008—2010 年面向 STEM 研究和教育的计划经费 433 亿美元；2009 年美国奥巴马发表了“教育促进创新”的演讲，宣布在全国范围内开启“教育促创新”计划；2011 年美国弗吉尼亚理工学院暨州立大学学者 Georgette Yakman 提出 STEAM，其中，“A”包括艺术、语言、人文等含义；美国政府统计

局统计数据 displays, 2015 年有三分之一的工作需要具有多学科素养和问题解决的人才, 这些工作与 STEM 息息相关; 到 2018 年《制定成功路线: 美国 STEM 教育战略》。大力发展 STEM 教育来培养创新型人才已成为美国保持经济地位的直接动力^[2-3]。世界其他国家如日本和德国也相继开始展开 STEM 相关的工作或者通过合作方式加快 STEM 教育的步伐^[4]。相比国际的研究, 中国的 STEM 教育^[5]起步比较晚, 研究内容大体分为三个方面: STEM 课程和概念的理解; STEM 中各学科融合的和设计^[6-7]; STEM 教育与“创客”的关系^[8-9]和提升学生实践能力的研究^[10-12]。

目前中国的 STEM 课程主要集中在一些私立的教育机构和社会辅导机构中, 主要开展一些先进制造类(如 3D 打印)、编程类(如 scratch、python 等)和控制类(如机器人、传感器等)的主题课程。关注学科知识点的学习和应用, 注重学生的参与感和动手能力, 但是也存在很多不足。首先, STEM 教育模式在中国起步稍晚教育机构中的教师没有接受过正规的、系统的、完整的学习, 导致大家对 STEM 教育的认识参差不齐使得 STEM 教育成效甚微。其次, 学生长期以来的分科模式和课程结构, 导致很多学生很难接受和融入到这种跨学科团队合作的学习模式中, 有的学生在学习期间甚至会引起交流障碍和心理问题。最后, 这种教学模式缺乏理论指导, 现有的课程重视教学形式上的灵活变化, 而未能真正实现学生解决问题和创造力的提升。

2 STEM 课程应用背景

通过研究发现以 STEM 视角为主题的课程可以将多科学领域知识以设计思维融入到课堂。美国斯坦福研究生院和设

【作者简介】李璐娟(1983-), 女, 中国山西长治人, 讲师, 从事新能源材料 3D 打印研究。

杨德山(1987-), 男, 中国河北高邑人, 讲师, 从事点云处理、目标检测研究。

李慧(1988-), 女, 中国河南虞城人, 讲师, 从事新能源材料与器件研究。

崔文华(1977-), 女, 中国山东乳山人, 讲师, 从事电信与信息系统研究。

【基金项目】嘉兴学院教学改革项目(基金编号: 002CD1904-5-B31820)。

计学院的合作开发的 d.loft STEM Learning 系列课程就是一个典型的案例。在课程中以开发创新作为教学方式, 培养学生的兴趣和各学科理论知识的理解和应用, 该项目得到了美国国家科学基金的自助^[13]。在 STEM 教育中, 最常用的一种教学设计模式中主要是以项目为中心进行各学科领域知识的应用, 涉及到学生分析问题, 调查能力, 协作精神和设计能力, 旨在使学生在一定时间内运用科学、技术、工程和艺术来实现最终的产品功能和展示^[14]。STEM 项目强调学生主动的运用各学科知识提出解决问题的能力。在 STEM 的研究中, Sanders 等人认为 STEM 是在构建主义和认知科学的成果基础之上的教育系统^[15]; Bruning 等则主张 STEM 教育与认知科学一致^[16], 是一种典型的建构主义实践教学。这种建构主义教学通过实际的学习情境的导入能够促进学生对知识的记忆和迁移; 在教学过程中以小组为活动单元, 提高学生的团队意识和社会竞争力。所以, 实现 STEM 教学要先满足构建主义所倡导的探索、发现、合作等的基本要求。

论文尝试采用在构建主义的教学设计模式的基础上的 STEM 项目设计模式, 围绕“专题项目或者问题”为中心, 分析问题, 搜集整理解决问题的资源, 通过实践和团队合作解决问题, 对成果展示汇报等环节来实现学习知识的过程; 同时关注项目完成后的点评与指导, 使学生获得系统化的知识与知识迁移能力, 并提供相应的强化练习与总结提升。

3 基于设计思维的数字信号处理课程的研究

本研究的主旨是以 STEM 为导向的创造力培养对接到大学课题的部分课程中, 用于提高学生的学习兴趣 and 自主创新能力; 通过学习以期达到在掌握各学科知识的基础上灵活应用理论知识, 并提高在完成项目和分析问题时的自信心和能力。论文围绕构建和测试基于信号处理的数字滤波器设计课程为例, 在教学过程中, 教师通过结合思维导图, 控制技术, 信息技术, 学科热点方向智能家居的场景以及美学设计等 STEM 要求的学科相关知识包含在内, 让学生通过活动进行学习。

3.1 基于设计思维的 STEM 设计模型

课程实施过程中教师根据课程教学目标, 选择实践应用的项目场景, 并将解决该项目问题用到的知识结构和理论知识点在实践过程中集中体现出来。学生以小组为学习单元, 每组学生通过团队合作分工来解决问题并完成项目, 最终展

示自己的工作。在这个过程中教师不提供解决问题的方法，但是需要引导学生将项目过程细化并且提供相关领域知识点。课程总共包括四个部分：首先，教师提出一个需要解决的问题，学生根据问题确定探究的大目标；其次教师指导学生将大目标分解细化为几个单元，同时教师组织讲授基于每一单元的相关科学知识；再次教师引导学生通过细化单元的逐一完成来实现大目标，并提供相应的学习框架，如学习任务清单、获取资源途径及方式、处理分析数据资源的方法和技术工具等；最后在完成课题之后，各小组可以通过展示、作报告、海报等方式来分享成果作品（如图1所示）。

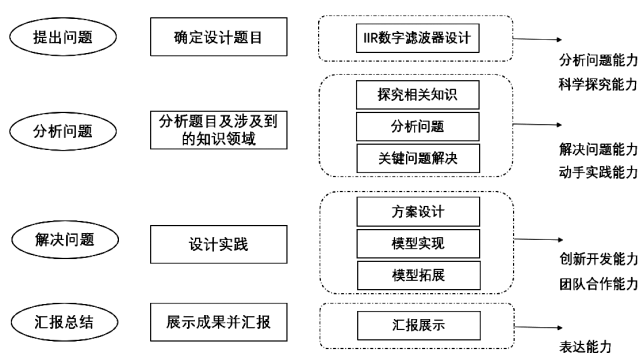


图1 基于STEM思维的教学过程

3.2 课程整体设计

根据数字信号处理课程的教学目标在滤波器设计一章学习要求包括：掌握数字滤波器的常用结构形式；掌握数字滤波器（主要是低通滤波器）的双线性变换法（IIR）和窗函数法（FIR）两种设计方法；理解数字滤波器参数的物理概念；能够根据给出的条件给出设计滤波器方案，并进行分析、比较和论证。结合STEM的思想，在教学中将提高学生开发创新能力和对学科知识的理解应用能力结合，对这一部分的学习内容模块安排如表1所示。

表1 “数字滤波器设计”的课程内容模块

模块内容	课程单元	涉及学科
性能指标确定	确定所要设计的滤波器是低通、高通、带通还是带阻，截止频率是多少，阻带的衰减有多大，通带的波动范围是多少等	工程、物理
双线性变换法（IIR）和窗函数法（FIR）两种设计方法	双线性变换法（IIR）滤波器设计 窗函数法（FIR）滤波器设计	数学、物理
滤波器实现	仿真工具建模仿真	数学、计算
结果分析和对比	得到结果并分析总结	数学、工程

模块一：工业中传感器信号遇到干扰问题挑战。生产实践中人们对信号精度要求越来越高，传统的有源滤波器已经满足不了人们的需要，因此使用数字滤波器技术显得尤为必要。

模块二：确定滤波器的性能指标和要求，分别用两种方法，即双线性变换法（IIR）和窗函数法（FIR）设计滤波器。

模块三：带着问题和明确的目的去学习并获取知识点。找出设计滤波器的关键问题，需要结合教材内容找到解决问题的办法；实践过程阶段中，找到实现问题的手段，使用SIMULINK结合获取到的知识点可以去把滤波器设计出来。

模块四：得到结果后分析输入和输出变化和不同方法的结果差异，并将结论以海报和汇报等形式介绍给大家。

3.3 跨学科知识和学习活动设计

该课程数字滤波器设计这一主题，依据STME中多门学科的交叉整体，培养学生的创新和实践能力的需要来开展的科学研究和工程实践活动。根据其设计过程，划分为2个设计挑战（性能指标设计、滤波器类型设计和模拟实现设计）和2个单元知识点组成。每个单元都可对应到电子信息专业教学大纲中的学科目标，围绕学科核心概念，进行整合设计。每个基础单元在内容与能力目标上逐渐递进、螺旋上升。需要学生应用在先导课程中学过的高等数学、物理、信号与系统等学科知识。在课堂上，将各学科知识有效地结合成一个整体的教学架构，来帮助学生跨学科，获得对知识的全面理解。鼓励学生思考问题，开展以人为中心的创新设计活动，课程模块及内容安排如表2所示。

表2 课程模块及内容安排

序号	教学内容要点	教学要求	课程融合	教学方法	课程目标
1	无限长单位冲激响应数字滤波器的设计方法	掌握基本的无限长单位冲激响应数字滤波器的基本设计方法。	数字信号处理，高数，信号与系统，物理	讲授、小组合作	设计/开发解决方案
2	有限长单位冲激响应数字滤波器的设计方法	掌握基本的有限长单位冲激响应数字滤波器的基本设计方法。	数字信号处理，高数，信号与系统，物理	讲授、小组合作	设计/开发解决方案

4 教学实践结论

4.1 以真实的情境问题为载体实现知识学习

教育不仅是单独的训练学习者抽象的思维力，而是需要结合现实环境，以现实环境为载体使学生融入其中，真切的体验和有感而发的过程。将知识学习融入到实践过程中，学生在教师的引导下思考和解决问题，综合运用各种技能和学

科知识,最后将学生的想法表达展示出来。

4.2 基于设计思维培养学生创新能力和素养

基于设计思维的STEM课程中,在学习的每一个环节都使学生积极的参与到互动学习中,学生的创新思维和想法得到尊重。这种学习和解决问题的方式锻炼了学生的技能和心理素养,从而能够更好的面对未来的挑战。

4.3 以小组为单元提供学生的团队协作能力和表达能力

以设计思维主导的实践课程是一种创新的,跨学科学习过程,在从整体设计到每个模块的具体实现学生都会面临挑战。团队合作完成能够充分调动每个学生的学习技能和积极性,体会到在集体中的价值和存在感,增强自信心和沟通能力。

5 结语

为了培养创新型人才,结合STEM教育理念,论文提出了一种基于设计思维的STEM教学设计模式,希望对课程建设和创新人才培养有所启发。在课程实施中基于项目的、设计的、跨学科模块化学习方式,提高学生的创新意识和动手实践能力。通过对给定问题的分析、设计和解决,在学会知识的同时提高学生的学习能力和创新能力。

参考文献

- [1] Council S N, Washington, Science D. Transforming Undergraduate Education in Science, Mathematics, Engineering, and Technology.[J]. Journal of Engineering Education, 1999, 89(10):127.
- [2] 龙玫,赵中建.美国国家竞争力:STEM教育的贡献[J].现代大学教育,2015(02):41-49.
- [3] 李刚,吕立杰.构建公平而有质量的STEM教育生态——《制定成功路线:美国的STEM教育战略》解读及启示[J].中国电化教育,2019(07):99-106.
- [4] 杨亚平.美国、德国与日本中小学STEM教育比较研究[J].外国中小学教育,2015(8):23-30.
- [5] 李业平,王科,肖煜.STEM教育研究的现状和发展趋势:综述2000—2018年间期刊发表的论文[J].数学教育学报,2019(3):45-52.
- [6] 翟雪松,董艳,詹巧巧.形塑学习(Solid Learning)教学环境下大学生创新能力影响机制研究[J].远程教育杂志,2017(3):40-47.
- [7] 沈杰.STEM教育理念与跨学科实验教学整合模式[J].文化创新比较研究,2019,3(10):135-136.
- [8] 周静,潘洪建.美国Tinker教育:源起、内涵、演进与价值意蕴——兼对我国STEM及创客教育的启示[J].远程教育杂志,2019,37(01):55-63.
- [9] 马文娟,马建军.美国STEM教育对创新人才培养的启示[J].中国教育技术装备,2019(16):134-136.
- [10] 赵国安.基于STEAM理念的校外科学实验室机体群构建研究[J].远程教育杂志,2017,35(3):78-85.
- [11] 宿庆,张文兰,夏小刚,等.服务于人才培养的STEM教育——《制定成功路线:美国STEM教育战略》的解读与启示[J].现代教育技术,2020,30(01):114-120.
- [12] 陈鹏,田阳,黄荣怀.基于设计思维的STEM教育创新课程研究及启示——以斯坦福大学d.loft STEM课程为例[J].中国电化教育,2019(8):82-90.
- [13] REDLAB.d.loft STEM Learning.[EB/OL], <https://dloft.stanford.edu/>
- [14] 董宏建,白敏.中国理工科STEM教育发展探究[J].现代教育技术,2016(7):12-17.
- [15] Sanders M E.STEM, STEM Education, STEMmania[J]. Technology Teacher, 2008, 68(4):20-26.
- [16] Bruning R H, Schraw G J, Ronning R R,et al. Cognitive Psychology and Instruction[J].American Journal of Psychology,1978, 92(3):562.