

面向实践创新能力培养的数字信号处理实验教学改革

王莉,沈捷,张印强

(南京工业大学电气工程与控制科学学院,南京 211816)

摘要:数字信号处理实验教学在培养学生关于数字信号处理的实践能力和创新意识方面有着非常重要的作用。为了提升学生的创新实践能力,从实验内容、教学模式和考核方式3个方面对数字信号处理实验教学进行了改革,采用层次化和多类型的实验内容、基于翻转课堂的教学模式以及侧重过程的多元化考核方式。教学实践的结果表明,学生成为了数字信号处理实验课堂的主角,实践能力和创新意识都得到了显著提高。

关键词:数字信号处理实验;实践能力;创新意识;教学改革

中图分类号: TN911.72-4;G642.423 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-1891(2018)03-0116-04

Digital Signal Process Experimental Teaching Reform for Cultivating Practical and Innovative Ability

WANG Li, SHEN Jie, ZHANG Yin-qiang

(School of Electrical Engineering and Control Science, Nanjing Tech University, Nanjing 211816, China)

Abstract: Digital signal process (DSP) experimental teaching plays a very important role in cultivating practical ability and innovative consciousness of students. To improve the practical and innovative ability of students, digital signal process experimental teaching is reformed from the perspective of experimental content, teaching mode and evaluation system. Hierarchical and multi-type experiments are designed. Flipped classroom based teaching mode is adopted. A diversified evaluation system emphasizing learning process is used. The teaching practice shows that students become the center of the digital signal process experimental class and their practical ability and innovative consciousness are enhanced significantly.

Keywords: digital signal process experiments; practical ability; innovative consciousness; teaching reform

0 引言

培养学生的创新能力是高校人才培养的重要目标之一^[1]。创新能力是指在现有知识架构下提出新理论、采用新方法、解决新问题的能力^[2]。实验教学是高校人才培养体系的重要组成部分,也是培养学生实践创新能力的一个重要途径^[3-4]。

数字信号处理是一门以算法为核心的课程,其理论性强,内容抽象^[5]。数字信号处理的实验教学可以帮助学生理解所学理论知识,引导学生利用相关理论去解决实际问题,在提高学生的实践创新能力方面有着不可或缺的作用^[6]。在实践教学过程中发现实验内容只包括了验证型和综合型,缺乏设计

型;实验教学过程以教师讲解演示为主,学生被动接受知识,自主学习能力较弱;实验考核以实验报告成绩为主,忽视了学生在实验过程中的表现,导致实验报告抄袭现象严重。这样的教学不利于调动学生学习的主观能动性,更加无益于提升学生的实践创新能力。为了改进数字信号处理实验课程的教学质量,提升学生的实践创新能力,针对上述教学活动中存在的问题,本文从教学内容的设计、教学模式的改革和考核方式的完善3个角度进行了探索。

1 面向实践创新能力培养的教学改革思路

数字信号处理实验课程的教学目标是提高学

收稿日期:2018-04-18

基金项目:江苏省“十二五”自动化类重点专业建设立项课题(苏教高[2012]23号);江苏省教学改革项目:基于智能制造产业链重构自动化新工科培养体系(2017JSJG130);南京工业大学教学改革项目:基于微课的翻转课堂在数字信号处理课程中的探索与实践(2017-重点项目-36);南京工业大学教学改革项目:面向实践创新能力培养的机器人技术课程教学改革(2017-重点项目-15)。

作者简介:王莉(1979—),女,江苏建湖人,副教授,博士,研究方向:智能计算、计算机视觉。

生应用所学数字信号处理的知识分析和解决实际问题的能力,培养学生的创新意识和创新能力。为了实现上述教学目标,笔者采用了如图1所示的教学改革思路。实验教学内容主要包括模拟信号与数字信号的转换、数字信号的时域分析和频域分析、模拟滤波器和数字滤波器的设计等几个方面。考虑到不同学生的能力差异,实验内容进行了层次化的设计。为了让学生养成独立思考、自主学习的习惯,在教学过程中采用基于翻转课堂的实验教学模式。在考核体系方面,提高过程性考核所占的比重,综合多个方面给出最终的成绩评定结果。

2 层次化的实验内容

面向创新实践能力的培养,围绕数字信号的分析 and 处理,构建了多层次、多类型的实验内容体系。为了满足不同层次水平学生的知识需求,发挥每个学

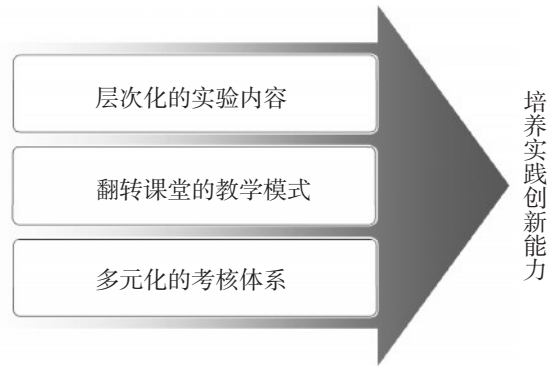


图1 教学改革思路

生的创新潜能,实验内容体系按难度被划分为基础实验和提高实验两个层次。同时为了进一步增强学生对知识的整体运用和实验设计能力,在原先验证型为主的实验内容基础上增加了综合型、设计型实验项目。基础实验和提高实验如表1、2所示。

表1 基础实验

序号	实验项目	实验内容	类型
1	时域离散系统的响应	1. 给定输入信号,求时域离散系统的响应 2. 输入信号为单位脉冲信号,观察其输出	验证型
2	时域离散信号的离散傅里叶变换及其逆变换	1. 利用Matlab给定函数求给定信号的离散傅里叶变换及其逆变换 2. 自行编写程序实现离散傅里叶变换及其逆变换	验证型
3	时域离散信号傅里叶变换的对称性	1. 求信号的傅里叶变换及其共轭对称和共轭反对称部分,实部和虚部 2. 求信号实部和虚部的傅里叶变换 3. 求信号共轭对称和共轭反对称部分的傅里叶变换 4. 观察以上结果之间的关系	验证型
4	时域卷积定理的验证	1. 求两个时域信号的卷积 2. 验证时域卷积定理	验证型
5	频域采样定理的验证	1. 给定时域信号,设置不同的频域采样点数进行离散傅里叶变换 2. 对1中得到的频域信号进行离散傅里叶逆变换 3. 观察2中得到的时域信号和给定时域信号之间的关系	验证型
6	不同模拟滤波器(巴特沃斯,切比雪夫I型,切比雪夫I型和椭圆滤波器)的性能比较	1. 给定技术指标,设计4种模拟滤波器 2. 对4种模拟滤波器的频率特性进行比较	验证型
7	IIR 数字低通滤波器的设计	1. 给定技术指标,采用脉冲响应不变法和双线性变换法分别设计巴特沃斯IIR 数字低通数字滤波器 2. 观察用脉冲响应不变法设计巴特沃斯数字低通数字滤波器产生的频域混叠失真现象 3. 观察用双线性变换法设计巴特沃斯数字低通数字滤波器产生的非线性失真现象 4. 将巴特沃斯模拟低通模拟滤波器和数字滤波器的单位脉冲响应从时域和频域两个角度进行比较	综合型
8	FIR 数字滤波器的设计	1. 给定技术指标,采用窗函数法、频率采样法和等波纹最佳逼近法分别设计FIR 数字低通滤波器 2. 利用设计好的滤波器对给定信号进行滤波处理 3. 对滤波前后的信号从时域和频域两个角度进行比较 4. 将采用不同类型窗函数设计的滤波器性能进行比较	综合型

表2 提高实验

序号	实验项目	实验内容	类型
1	区分不同频率的两个信号分量	自行设计方案将信号的不同频率分量分开	设计型
2	语音数字滤波系统的设计	1.自行录制一段15 s左右的语音信号 2.在语音信号中加入高频噪声 3.设计滤波器,去除语音信号中高频噪声 4.将滤波之后的语音信号和原始语音信号进行对比	设计型
3	数字图像的去噪处理	1.向数字图像中加入噪声信号 2.设计滤波器,对图像进行去噪处理 3.将滤波之后的图像和原始图像进行对比	设计型
4	使用数字陷波器滤除心电信号中的工频信号	1.设计数字陷波器 2.用滤波器滤除心电信号中的工频信号 3.将滤波之后的心电图信号和原始心电图信号进行对比	设计型
5	DMFT信号的产生与检测	1.产生双音多频信号 2.检测双音多频信号	设计型

基础实验以对基本概念、定理和方法的验证和综合为主,旨在培养学生掌握基本的实验技能和实验方法。基础实验是后续提高实验的基础,要求所有学生必须全部完成。提高实验为设计型,考察学生利用所学知识解决实际问题的能力。学生根据自身的兴趣和能力至少选择完成2个提高实验。在实验指导书中没有给出设计型实验的实验步骤,而是要求学生根据教师给出的实验任务和要求来自主设计实验方案和实验步骤。学生在课前将设计方案提交给指导老师审阅,指导老师和学生在课堂上对提出的设计方案进行讨论,探讨这些新想法、新设计是否可行。学生自主设计实验的过程突出了学生的主体作用,有利于激发学生的探索创新精神和培养学生的独立思考能力。

3 翻转课堂的教学模式

传统的数字信号处理实验教学课堂上师生交流互动的的时间较少,不利于培养学生的创新意识和能力。翻转课堂可以提供有效的课堂管理,注重知识的探索及其实际应用^[6-7]。在翻转课堂中,学生课前通过观看教学视频自主学习知识,大量的课堂时间被解放出来用于师生交流互动^[8]。

数字信号处理的基础实验由验证型和综合型构成,该部分的教学适合采用翻转课堂教学模式。实验步骤的演示和讲解非常适合通过微课视频的方式来呈现,不仅生动形象而且直观方便。课前教师将表1中的各个实验项目的操作演示步骤制作成微视频,并发布到网络平台上供学生浏览。学生在课前通过网络随时随地自主学习微视频的教学内容。教师在课前需要针对预习内容归纳出一系列

能够启发学深层次思考的问题,在课堂上对学生提问。例如,针对表1中实验7提出以下问题启发学生思考:①采用脉冲响应不变法将巴特沃斯低通模拟滤波器转换成数字滤波器为何会产生混叠失真的现象?②采用双线性变换法将巴特沃斯低通模拟滤波器转换成数字滤波器为何会产生非线性的现象?③将模拟滤波器转换为数字滤波器时,采用不同采样周期的影响?④脉冲响应不变法和双线性变换法各适用于何种情况?同时,学生也可以将课前自学过程中遇到的问题反馈给教师,教师对共性问题进行统一解答。在实验操作过程中,教师对不同学生提出的个性问题进行单独讲解,并对学生得到的不同实验结果选择合适的问题进行现场讨论。通过课堂上的师生双向提问,推动学生参与课堂讨论,启发和引导学生的主动思维和创新思维。实验课结束后学生总结分析实验结果并撰写实验报告,教师批改实验报告。教师也可以要求学生将提高实验完成过程制作成微课视频,从中择优加至微视频教学资源库中。此外,教师还要在每次教学活动后进行教学反思,重新调整优化教学活动。

从教学流程上看,翻转课堂属于“先学后教”的模式^[9]。“先学”是让学生独立思考,养成自主学习的习惯,提高学生学习的主动性。知识的传授被转移到了课前,课堂上用于学生实际操作和师生交流的时间大大增加,促使课堂时间更加高效。翻转课堂的教学模式确定了学生的学习主体地位,有利于培养学生自主探究与实践创新能力。

4 侧重过程的多元化考核体系

以往的实验成绩主要根据实验报告的情况进

行评定,笔者在数字信号处理实验教学过程中发现实验报告抄袭现象严重,学生缺乏学习的积极性。因此,笔者对考核体系进行了改革,建立能够体现学生能力的多元化考核体系,如图2所示。考核体系中的实验预习、实验操作和课堂提问三个部分属于过程性考核部分,占整体成绩的70%。每个实验都要按照图2的4个部分分别给出成绩,加权求和得到每个实验的单独成绩,将各个实验成绩求均值,以此作为最终的总评成绩。为了激励有能力的学生开展提高实验,学生每多完成1个提高实验,教师根据实际完成的情况额外加分。此外,为鼓励学生积极参加各种大学生创新训练项目,凡参加数字

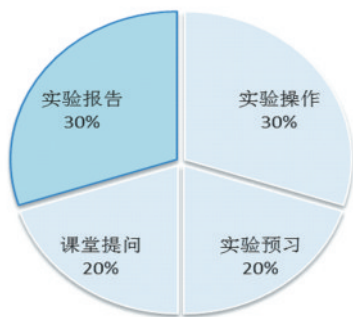


图2 改革后的多元化考核体系

信号处理课程相关创新训练项目的同学,总评成绩可以增加加10分,引导学生积极开拓创新意识、创新思维和创新技能。

综上所述可以看出,改革后的考核体系凸显了过程学习和实践创新能力的重要性。

5 结语

实验教学是培养学生实践创新能力的一个重要途径。在2017年和2018年南京工业大学自动化专业本科三年级数字信号处理课程的实验教学过程中进行了教学改革实践。此次教学实践改革的具体成效如下:①有能力的学生积极能够极开展提高实验,在设计思路大胆创新,百花齐放,他们的创新潜能得到了充分发挥。②大部分学生养成了自主学习和善于学习的习惯。③课堂时间高效化,学生在除了完成实验步骤,在实验过程中能够发现问题并思考解决问题。在目前的教学实践过程中,也发现了一些问题:①在教学活动中采用翻转课堂教学模式时,由于教学视频缺乏即时反馈功能,学生在观看过程中碰到问题时不能及时与教师进行交流。②少数学生学习自觉性较差,在课前未能完成教学视频的自主学习,无法参与课堂的交流互动。

参考文献:

- [1] 胡卓玮,卞向雄,马啸,等.“五五”型大学生实践创新能力培养体系的构建与实施[J].首都师范大学学报,2017(5):173-180.
- [2] 郑家茂,熊宏齐.开放·创新——实验教学新模式[M].北京:高等教育出版社,2009.
- [3] 唐九阳,胡升泽,葛斌,等.面向创新提升能力提升的实验教学改革[J].高等教育研究学报,2014,37(1):107-109.
- [4] 孙波,杨欣虎,纪玉超.加强激励机制建设促进大学生创新能力发展[J].中国高教研究,2007(8):70-71.
- [5] 张林,王艳芬,张晓光,等.基于Matlab GUI的数字信号处理演示平台设计[J].实验技术与管理,2016,33(12):154-157.
- [6] 容梅,彭雪红.翻转课堂的历史、现状及实践策略探析[J].中国电化教育,2015(7):108-115.
- [7] 刘英.基于“翻转课堂”的课程教学改革[J].中国高等教育,2016(18):36-38.
- [8] 金陵.翻转课堂与微课程教学法[M].北京:北京师范大学出版社,2015.

(责任编辑:蒋召雪)