

应用型本科院校“数字信号处理”课程教学的改革与探索

郭燕 窦如凤 孔令荣

南京理工大学泰州科技学院 电子电气工程学院, 中国·江苏 泰州 225300

摘要:《数字信号处理》是电子类专业的专业基础课, 该课程理论性强、涉及面广、应用性广, 与先修课程《信号与系统》有较强的关联性。结合应用型本科院校的人才培养目标, 课程教学全程采取“课前思考问题、课中线上线下讲授、课后答疑反思”相结合的方式实施, 将线上、线下有机结合, 由浅入深、由简单到复杂逐步递进。同时, 充分考虑应用型本科院校学生的知识结构、理论水平和应用能力要求, 在授课过程中融入课程思政, 从科学精神、工匠精神、敬业精神、爱国精神等方面, 将该课程理论知识与思想政治教育相结合, 注重培养有情怀的新时代应用型人才。

关键词: 数字信号处理; 线上线下; 课程思政

Reform and Exploration of the Teaching of “Digital Signal Processing” Course in Applied Undergraduate Colleges

Yan Guo Rufeng Dou Lingrong Kong

College of Electronic and Electrical Engineering, Taizhou University of Science and Technology, Nanjing University of Science and Technology, Taizhou, Jiangsu, 225300, China

Abstract: *Digital Signal Processing* is a fundamental course for electronic majors. This course has strong theoretical basis, wide coverage, and wide applicability, and is closely related to the prerequisite course *Signals and Systems*. In line with the talent cultivation goals of application-oriented undergraduate colleges, the entire course teaching adopts a combination of “pre class thinking, online and offline teaching during class, and post class Q&A reflection”, organically combining online and offline teaching, gradually progressing from shallow to deep and from simple to complex. At the same time, fully considering the knowledge structure, theoretical level, and application ability requirements of students in applied undergraduate colleges, integrating ideological and political education into the curriculum during the teaching process, combining the theoretical knowledge of the course with ideological and political education from the aspects of scientific spirit, craftsmanship spirit, professionalism, patriotism, etc., and emphasizing the cultivation of new era applied undergraduate talents with emotions.

Keywords: digital signal processing; online and offline; course ideology and politics

0 前言

通过《数字信号处理》课程的学习, 学生可以系统地了解这门课的基本概念、基本原理、基本分析方法, 并能初步掌握这门课的两个主要工具——快速付里叶变换和数字滤波器设计, 为进一步从事数字信号处理方面的学习和工作打下理论基础。本课程采用“线上、线下”融合教学, 结合 MATLAB 仿真软件直观概念化的手段, 给数字信号处理的基本概念尽量赋予清晰的物理意义, 并将理论初步应用于工程问题的有益尝试。该课程在整个电子类各专业的人才培养方案和课程体系中起着承前启后的重要作用, 所教授的基本概念、基本理论和基本分析方法有助于培养和提升学生分析问题和解决问题的能力。同时, 该课程在培养学生扎实的理论基础、探索精神、创新意识和家国情怀等方面具有其他课程不可替代的重要作用。

1 OBE 理念的线上线下混合教学

OBE (Outcome based education) 教育理念是一种以成果为目标导向, 以学生为本, 采用逆向思维的方式进行的课程体系的建设理念。传统的线下教学方式需要学生在教室与教师进行面对面的沟通, 教师讲课, 学生被动听课。而线上线下混合教学采用线下授课为主, 同时依托线上教学平台, 实现课程教学资源、辅导答疑、作业、测验等线上化, 可以有效辅助线下教学开展。论文以“信号的采样与重建”知识内容为例进行一次线上线下混合教学过程的介绍。

1.1 教学目标

①能力目标: 通过本次课的学习使学生明白为什么要进行信号的采样, 如何进行信号的采样, 采样信号的重建, 信号采样的理论分析, 以及采样定理的工程应用。

②素质目标: 增加 Matlab 实践仿真环节, 可以增强学

生的动手能力，培养学生分析问题和解决问题的能力，能将所学知识综合运用，提高学生的综合素质。

③思政目标：通过奈奎斯特采样定理，介绍名人奈奎斯特。培养学生创新的思维能力，独立分析、推理和处理相关问题的能力。

1.2 教学重点与难点

①重点：如何进行信号的采样、采样信号的重建、采样定理的工程应用。其中，如何进行信号的采样以及采样信号的重建的概念知识相对比较简单，学生容易掌握吸收，可以通过线上教学的方式进行，教师只要做好答疑解惑即可。

②难点：采样信号的重建、信号采样理论分析。这两部分知识点理论性强，公式推导多，学生不易理解掌握，需要线下详细板书并细致授课，同时结合课前先用 Matlab 仿真好的实验案例给学生演示，增强学生的学习效果。

1.3 教学设计

第一，课前思考问题：①为什么要进行信号的采样？②数字信号的优点？③采样之后的信号是否能够包括原连续信号所有的信息？④采样之后的离散信号能否恢复成之前的连续信号？

第二，课中线上学习：教师根据本堂课的学习目标将知识点进行分解并线上发布学习任务单。学生线上观看讲解视频约 30 分钟，并完成线上自测习题，同时思考教师发布

的任务单。线上视频主要讲解的什么是信号的采样？为什么要进行信号的采样？如何进行信号的采样？这三个知识点相对比较简单，学生容易掌握接受。在线上学习过程中，教师要做好线上答疑解惑工作。

第三，课中线下讲授：①线下授课主要讲解采样信号的重建以及信号采样理论分析。教师讲解这部分知识点时需要详细板书细致讲解，并配合 Matlab 软件将事先处理好的音频案例在课堂上进行播放，加强学生对此知识点的理解，通过具体案例讲解采样定理的工程应用。②课上讲解奈奎斯特采样定理，介绍名人奈奎斯特，并鼓励学生学习奈奎斯特的优秀品质。③讲解满足什么样的采样频率信号采样将不失真，以及想要恢复采样前的信号，需要通过一个什么样的滤波器，此滤波器的截止频率需要满足什么样的条件。④课堂布置作业学生现场完成，并抽选个别学生到黑板上完成习题解答，教师对习题进行讲解。⑤教师对本次课的知识点进行梳理和小结。⑥学生之间讨论本次课的学习内容。

第四，课后答疑反思：课后学生需要完成本次课的相关课后作业。同时教师提供线上、线下双重个性化答疑研讨通道。学生可以通过学习通、QQ 群等线上方式将本次课的疑点进行提问，教师及时进行解答。同时学生还可以跟教师约定时间和地点进行线下答疑解惑。表 1 为此次课教学组织与实施的介绍。

表 1 教学组织与实施表

课程模块	时长	教师活动	学生活动
线上学习	30 分钟	检查学生线上学习进度，检查学生自测习题完成情况	线上观看学习视频，完成自测习题和任务单
对线上学习进行小结	15 分钟	教师对学生的线上学习的重要知识点进行点评小结，对学生自测习题和任务单错误率较高的题目进行答疑讲解	听讲、思考、提问、讨论
线下授课	30 分钟	对于本次课的难点，需要详细板书，并配合 Matlab 软件将事先处理好的音频在课堂上播放给学生听，加强学生对知识点的理解，通过具体案例讲解采样定理的工程应用	听讲、思考
课堂检测	6 分钟	检查学生课堂习题完成情况，对学生进行答疑解惑	学生现场完成课堂检测作业。
习题点评	4 分钟	对课堂习题进行讲解，对完成情况进行点评，解答学生的疑问	听讲、提问
课堂小结	2 分钟	对本次课的重点、难点以及易错点进行小结	听讲、提问
学生讨论	3 分钟	对学生提出的问题进行答疑解惑	学生之间相互讨论本次课的知识点、取得的收获以及自己对某些知识的观点。

1.4 教学反思与总结

线上线下混合教学需要与时俱进，持续对课程进行改革。数字产品更新迭代速度加快，课程教学内容也必须融入最新的技术成果，教学方式也必须走在时代的前沿，推动课程内容建设发展。另外，相关课程之间相互融合，加强综合实践环节。可以鼓励学生将该课程的知识与其他课程的知识相结合进行思考和解决问题，并利用 Matlab 软件进行仿真设计。此环节，可以培养学生分析问题和解决问题的能力，能将所学知识综合运用，达到应用型本科院校育人的目的。

①有效掌握学生学习状态：教师线上发布考勤、任务单、

讨论题、作业、资料和视频，开展并指导线上教学活动。针对教学内容的重难点、案例、习题进行线下讲解。教师通过线上后台数据获得学生的学习行为数据，客观地对学生的掌握程度、参与情况、学习要素等进行动态跟踪与评价。

②实践环节设计与演示：在理论分析方法的基础上，深入挖掘课程主题内容，确定由浅入深、由基础到综合、由验证到设计、由理论到创新的层次化、阶梯式的实验教学方案。课堂上引入并演示 Matlab 软件事先处理好的实验案例，加深了学生的感官认识，并提高了学生的学习兴趣。

③课程思政有效衔接：本次课通过奈奎斯特采样定理，

介绍名人奈奎斯特。培养学生创新的思维能力，独立分析、推理和处理相关问题的能力。

1.5 特色与创新

①课程内容层次分明：课程教学以“夯实基础、注重实践、增强能力、提高素质”为培养路径，整个课程设计由浅入深，循序渐进，深入浅出，一步一步引导学生掌握知识点。通过启发式教学激发学生求知欲，提高教学效果。

②课堂融入实践环节：课堂上教师将课前用 Matlab 处理好的音频信号进行现场演示，可以加深学生对知识的理解、消化、吸收。培养学生的学习兴趣，增强学生解决实际问题的能力。

③线上线下混合教学：课程教学全程采取“课前思考问题、课中线上线下讲授、课后答疑反思”相结合的方式实施。将线上、线下有机结合，由浅入深、由简单到复杂逐步递进。

④课程思政有效融合：将课程思政案例与专业课教学内容有效融合，激发学生的学习兴趣，提升教学质量与效果，引发学生的知识共鸣、情感共鸣和价值共鸣。实现知识传授与价值引领的有效结合，实现立德树人的润物无声。

2 课堂教学融入思政元素

依据《数字信号处理》课程特点，论文分别从宏观视角和微观视角探讨如何设计思政元素。宏观视角可以从中国通信事业的发展现状，引导学生认真学习专业知识，要有社会责任感和使命感，真正做到培养有视野、有担当、有热情、有能力的新一代大学生，为中国的发展和腾飞贡献一份微薄之力。微观视角从时域采样定理、FFT 算法的提出以及滤波器的优化设计等方面挖掘思政元素，提升学生学习兴趣，开

阔学生视野，丰盈学生内心，实现价值引领。整个课程有效结合思政元素进行教学，使学生能用辩证唯物主义世界观和方法论去认识和解决数字信号处理中的实际问题。并结合讲授内容使理论知识与科学技术、工匠精神、人文科学、国家情怀等领域有机地结合，以增强学生的科技素养、工程素养和爱国素养，从而全面提高学生的综合素养。

2.1 融入课程思政的必要性

《数字信号处理》课程目前的授课状况多数是教师讲授专业知识为主，学生的视野往往局限在专业理论知识的学习上，只对如何做题，如何考试感兴趣。学生经常会忽略为什么要学习这门课？学好这门课对自己未来的职业生涯有什么影响？如何树立正确的人生观、价值观？如何了解中国通信行业的现状，为中国的通信行业做出自己的贡献？而这些问题才是激发学生原动力的根本问题，所以需要通过课程思政，和同学们谈人生，论道德，看中国，看世界。只有学生的视野开阔了，内心丰盈了，才不会被动学习。学生只有被激发了原动力，才能站的更高，走的更远，为祖国做出更杰出的贡献。因此，这门课的课程思政具有非常深远的意义和非常迫切的必要性。

2.2 挖掘课程思政案例资源

《数字信号处理》的学科内容及其发展史，蕴含着唯物辩证法的基本原理，通过探索课程思政资源，可以使之实例化、形象化、具体化，培养学生的科学思维和创新思维，使学生真正做到有知识、有素养、有情怀。在深入分析数字信号处理课程知识体系的基础上，对课程教学内容进行梳理，以知识点为单位，从宏观视角和微观视角挖掘了 16 个思政教学案例。在此，列举 6 个代表性案例进行说明，内容简介如表 2 所示。

表 2 部分思政元素案例列举表

知识体系	思政元素	思政教育目标
绪论	家国情怀、学科认同感	绪论部分会介绍移动通信史的发展，使学生明白掌握关键核心技术才拥有创新发展的话语权和主动权，只有建设一个强大的祖国才不会被打击垮，中华民族的伟大复兴是我们每个中国人的历史使命。
Z 变换	创新精神、严谨态度	从《庄子》“一尺之锤，日取其半，则万世不可竭也”讲述无穷级数理论从忽视到正视，利用微积分收敛与发散的历史发展，引申出科学家坚持真理的科学精神，弘扬严谨认真和求真务实的科学精神。
采样定理	坚持不懈、学术规范	由奈奎斯特采样定理讲解奈奎斯特这位名人，奈奎斯特在科研条件并不优越的情况下，不懈追求，打开数字通信世界大门，激发学生坚持不懈、愈挫愈勇的科学精神。另外，从采样定理中，引申严格遵守各种标准规定的习惯和行为准则，提倡学术规范。
DFT 实现线性卷积	创新思维、融会贯通	循环卷积可以利用多种方法计算得到，引导学生要善于思考、勤于思考，学习就是要打通壁垒，建立知识链接，融会贯通。
IIR 数字滤波器设计	工匠精神、科学精神	滤波器的设计需要调节参数，所谓失之毫厘差之千里，参数调节过程中，可以培养学生的工匠精神，现代滤波器的工程应用，可以培养学生的科学精神。
FIR 与 IIR 滤波器的比较	辩证思维、取舍得当	针对时域信号加窗，频域频谱泄露现象，如何取舍？结合 IIR 和 FIR 两种滤波器网络结构特点的对比分析，两种滤波器各有其优缺点，引申出事物的矛盾统一性，培养学生的辩证思维。

3 结语

《数字信号处理》这门课具有典型的学科专业性和特色,教师需要根据这门课的学科特点充分发挥主观能动性和创造性进行有针对性的教学改革。该门课程有较多复杂难懂的理论知识和数学公式,传统的教学方法对应用型本科院校的学生不太理想。为此,需要根据应用型本科院校学生的特点,结合具体知识结构,使用合适的教学工具以辅助课程教学,对课程教学方法进行改革。将线上学习与线下授课有机结合起来,采用 MATLAB 软件仿真案例,可将抽象的理论形象化,帮助学生对知识点的理解,从而能更好更深入地掌握所学的知识,为后续专业课的学习打下基础。同时,思政元素需要与时俱进,体现专业特色,紧贴学科前沿。在传授专业技能知识的同时,增强学生的科学精神、创新精神和工匠精神,强调民族责任感、社会责任感,实现思想政治教育

与专业知识教育协调同步的效果。今后将继续挖掘、探索课程思政元素库,凸显专业知识所蕴含的思想价值和精神内涵,真正做到千教万教,教人求真,千学万学,学做真人。

参考文献:

- [1] 郭燕,井娥林,孔令荣,等.应用型本科院校“信号与系统”课程思政教学的探索与实践[J].产业与科技论坛,2021,20(8):185-186.
- [2] 王晓莉,陈分雄.线上线下混合式教学柔性实施策略研究——以“数字信号处理”课程为例[J].教育教学论坛,2022(49):128-131.
- [3] 张竞成,黄爱爱,黄然,等.数字信号处理线上线下混合教学模式设计及研究[J].科技世界2020(16):3.
- [4] 于燕婷,李龙梅,欧阳华,等.“数字信号处理”课程中思政元素探究[J].电气电子教学学报,2023,45(5):86-89.

作者简介:郭燕(1986-),女,硕士,从事信号分析与处理研究。