

“控制系统计算机仿真”课程改革与实践

毛海杰, 冯小林, 李 炜

(兰州理工大学 电信学院, 甘肃 兰州 730050)

摘 要: 在实施教育部质量建设工程的背景下, 针对《控制系统计算机仿真》课程教学实践中所存在的问题, 在综合分析原课程教学体系所存在的不足的基础上, 通过对课程体系、课程内容、授课方式及考核评价等各个环节的改革与实践, 提高了教学质量, 促进了学生实践技能与创新能力的发展。

关键词: 控制系统; 仿真; 教学改革

Research and Practice on the Teaching of Computer Simulation of Control Systems

MAO Hai-jie, FENG Xiao-lin, LI Wei

(College of Electrical and Information Engineering, Lanzhou Univ. of Tech., Lanzhou 730050, China)

Abstract: Concerning the problems exposing in the teaching process of curriculum named as computer simulation of control system, several deficiencies of the former system is analyzed synthetically under the background of implementing Quality Improving Project proposed by ministry of education. The teaching quality, the practice skill and innovation ability of students is improved owing to innovation and practice on very important steps as curriculum system, curriculum content, teaching methods, evaluation system.

Keywords: control system; simulation; teaching reform

随着科学技术的迅速发展, 计算机仿真技术已广泛应用于航空、航天、化工、电力、制造等各个工程领域以及社会、医学、经济等非工程领域, 仿真技术也已成为现代工程师应该掌握的基本技能之一。在教学领域, 作为联系自动控制原理, 控制系统分析与设计、课程设计及毕业设计等各个教学环节的“计算机仿真”类技术课程, 不仅可以加强学生对理论内容的理解, 提高学习效果, 还可为学生在毕业设计中提供强有力的工具, 有效加强教学中实践性教学环节, 提高学生独立工作能力和创造性思维能力^[1]。随着教育部质量建设工程的实施, 如何使该门课程在人才培养中更好地发挥其作用, 本文就作者近年来担任该课程中的一些教学经验和改革实践在此做一简单介绍。

1 原课程体系所存在的问题^[3]

“控制系统计算机仿真”课程在我校开始讲授已有十多年的历史, 最初是作为“自动控制原理”课程中上机仿真实验的一部分。后来, 随着学科知识的发展, 课程内容的日益丰富, 该课程开始作为一门独立的学科课程在我校自动化、电气自动化等专业四年级上学期开始讲授。起初授课形式以讲授和实验穿插进行, 时间一般持续半个学期。后针对该课程综合性、实践性强的特点, 将其改为综合训练, 时间为三周。由于考核形式为考察, 加之扩招后学生人数的急剧增加, 在教学及管理等环节还是存在一定的问题, 最终导致教学效果不够理想, 收效甚微。

作者简介: 毛海杰(1978-), 女, 硕士, 讲师, 主要从事控制系统计算机仿真及动态系统故障诊断等方面的教学和科研工作, E-mail: gsmahj@163.com

冯小林(1974-), 男, 硕士, 讲师, 主要从事组态软件及工业流程控制等方面的教学和科研工作;

李 炜(1963-), 女, 硕士, 教授, 主要从事工业过程先进控制、动态系统故障诊断与容错控制等方面的教学和科研工作。

1.1 理论教学与实践教学脱离

原课程体系的教学方法基本沿用课堂教学与上机实践分开进行的模式。一般在综合训练的一开始,教师会根据各自的情况适当地安排约一周的时间进行理论知识的讲授,包括有关仿真的基本概念、连续(离散)系统的数学模型的建立及其离散化、各种数值积分算法等等。剩余时间学生上机实践,并就所布置的题目对理论知识加以理解并应用。由于授课与上机分开进行,使得学生在课堂上所学到的理论知识不能很快的在上机时加以应用,从而也就不利于学生对本课程所学理论知识的深入理解。

1.2 题目布置滞后、数量偏少、工程背景不足

虽然在训练的初期教师就把设计任务书发给了学生,但对于题目的真正讲解是在理论知识介绍完后。由于学生在一开始对所要完成的任务不明确,使得他们在学习理论知识时缺乏目标和动力,不仅对理论知识的掌握效果不是很好,也限制了理论对实践的过程指导,阻碍了学生由设计目标在学习理论过程中创造性灵感的产生。

同时,设计的题目数量偏少,多人同组同题的现象较为严重,因此,易使部分学生产生依赖思想,导致抄袭现象的发生。

另外题目多数工程背景不明确,对象多为一般的通用数学模型,因此,训练真正要达到的学会用 matlab 分析解决实际工程问题的目的难以实现。

1.3 上机实践中生多师少,指导不到位

不言而喻,计算机仿真仅凭课堂上讲授是不行的,那无异于纸上谈兵,既引不起学生的兴趣,也无法让学生真正理解知识、掌握技能。因此该课程的上机实践部分是学习本门课的重要环节。然而由于上机实践中学生多、指导教师少,一方面上机过程中对学生所遇到的问题,教师无法很详细的给与一一解答;另一方面造成管理及组织上的困难,很难保证每个学生都认真独立完成上机任务。

几年来,由于以上各种原因,使得该门课程的综合训练效果一直不是很理想。

2 课程体系改革

在综合分析原课程体系不足的基础上,借学校新一轮课程大纲的修订及实施的契机,自2006年春季学期,对原课程进行了改革,将其更改为一门独立课程,学时安排为32学时(16学时理论授课+16学

时上机实践)。所选教材为哈工大张晓华编著的“控制系统数字仿真与CAD”。由于该课程实践性很强,如何在有限的学时内,尽快引导学生入门,并在学生实践技能培养中发挥应有的作用,为后续的其他课程及毕业设计奠定基础,在执行新的教学体系基础上,笔者从内容安排及教学方式等方面进行了一定的探索和实践。

2.1 调整授课内容,利用现代教学手段,采取灵活多样的授课方法

改革后的课程在内容上进行了一定的调整,理论授课部分主要包括数字仿真的基本概念、基本原理,基本数值算法(欧拉算法,龙格-库塔算法等),仿真工具(Matlab)的介绍以及控制系统(连续线性系统,离散系统,非线性系统等)数字仿真的实现等内容,重点突出知识的基本原理及应用的介绍。该部分是整个课程的核心和基础。该内容的掌握,对于学生理解仿真的重要性、把握仿真技术的本质以及对于一大类控制系统如何利用仿真工具加以仿真实实现具有至关重要的作用。因此,在深刻把握教学内容的基础上,我们在授课方式及教学手段方面进行了不断的尝试。

在授课方式上,以激发兴趣,加深理解,注重应用为目标,采用灵活多样的授课方法。例如在介绍常微分方程的数值解法时,采用比较式教学:对每一种方法,通过公式推导、步长选取、误差分析等过程,列表比较每种方法关于精度、计算速度及稳定性三方面的性能,从而可加深学生对该知识的理解,在具体应用时可根据不同的应用目的恰当选择相应算法。又如,在讲解面向复杂连接的闭环系统数字仿真时,为保证阵逆存在及去掉项采用启发式教学:在分析了问题的产生原因及不同解决方法后,首先引导学生哪种方法更具实现意义,选择好方法后,通过让学生自己分析其物理意义,从而得出结论:只要保证系统中不含纯比例或纯微分环节,即可保证存在;为去掉项,只需将含有微分项系数的环节不直接与参考输入连接即可。同时,在选择实验题目时,专门布置了一些含有“纯比例、纯微分环节”或“含微分项系数的环节与参考输入直接相连”的题目,学生在上机仿真时会发现,若不经一定的处理,不同的仿真方法将会得到完全不同的结果,从而加深对该问题的理解。

在教学手段上,精心制作多媒体课件,同时注重多媒体对仿真软件的结合。例如,在课程的开始介绍

关于仿真技术的应用时,通过搜集一些动画类素材及在各行各业的具体应用案例,使学生对仿真技术的广泛应用有了深刻的认识,从而对本门课程的学习也就有了兴趣。同时,考虑到本门课程是一门技术类课程,为了加深学生对理论知识的理解及技术实现,授课时注重多媒体与仿真软件相结合。在讲解某一理论问题时,及时的应用仿真软件加以实现和演示,从而加强了理论教学与实践教学的联系,这对于学生深刻理解理论问题必然会起到积极的作用。

2.2 明确实验目的,合理设置实验内容,有效加强实验过程管理

改革后的课程,实验学时占总学时的一半,实验部分在本门课中所起的作用可见一斑。因此,在明确实验目的前提下,精心选择并合理设置实验内容,有效加强实验过程管理。

在题目类型的选择上,结合教师的相关科研成果,突出工程背景,注重加强实践环节的综合性 and 创新性。内容上主要分两大部分:其一,验证性习题,主要针对课程重点内容所布置的教材中的习题,重点考察学生对基础理论的掌握情况;其二,综合设计题,通过给出“水箱液位”、“炉温”、“倒立摆”或自拟被控对象等控制实例,每位学生从中任选其一,经过系统建模、控制器设计到仿真结果分析等一整套环节的训练,重点培养学生对知识的综合应用能力。通过设置必做题和选做题,增加灵活性和学生的主动性,培养学生发现问题、解决问题的能力。具体实验内容及学时安排见表1。

在时间安排上,我们采取授课与上机同时进行的方式。在某一理论讲解完之后,及时安排上机,目的是加强学生对理论知识的理解,并使其迅速掌握实践技能。同时,一次性上机人数一般控制在40人左右,除了方便管理外,最主要的是可以针对学生提出的问题,教师能够给与细致周到的讲解,从而提高实验效果。

3 考核评价

考核环节是对学生知识掌握情况的总体评价,必须公平、公正、合理。本课程的考核方式为综合测评,主要从平时上课、实验过程及实验结果三方面重点考察,以督促学生重视每一个教学环节。主要由仿真作业+上机口试+答辩+考勤四部分组成。根据考察的侧重点不同,成绩所占比例一般为4:3:2:1。

4 教学效果

经过对我院自动化、电气工程及其自动化专业每年9个自然班,约270人的近三年的不断的探索与实践,该课程取得了较好的教学效果。从学生的学习态度及最终的仿真作业可以看出,该课程的讲授,提高了学生学习自觉性,激发了创新意识,提高了发现问题、分析问题、解决问题能力以及实际动手能力,调动了学生获取知识的积极性和主动性,从而为学生从事毕业设计以及毕业后步入工作岗位运用计算机仿真打下了良好的基础。

表1 实验内容及学时安排

序号	上机项目名称	学时数	上机内容简述
一	熟悉 Matlab 仿真软件平台的编程环境及常微分方程的数值算法的编程实现	4	1. Matlab 基本操作和使用: 矩阵运算、绘图、数据处理; 控制系统工具箱、SIMULINK; 2. Euler 法的程序实现; 2-4 阶 Runge-Kutta 法的程序实现。
二	控制系统数字仿真的实现	4	1. 面向结构图的闭环系统数字仿真的程序实现; 2. 按环节离散化的数字仿真程序实现; 3. 非线性环节及采样控制系统的数字仿真实现。
三	炉温系统的温度控制与仿真	8	根据题目要求(详见任务书):
四	水箱液位控制系统及仿真	8	1. 建立系统的数学模型; 2. 根据要求的性能指标,利用上述所学的各种数字仿真方法,设计控制器;
五	倒立摆控制系统设计与仿真	8	3. 调试程序,最终达到要求的性能指标。
六	控制系统的设计与仿真(具体控制对象自拟)	8	
备注	一,二为必做题目;三,四,五,六题目自选其一。		

参考文献

- [1] 张晓华. 控制系统计算机仿真与CAD[M]. 北京:机械工业出版社,2005
- [2] 薛定宇. 控制系统计算机辅助设计——MATLAB语言与应用[M]. 北京:清华大学出版社,2006
- [3] 毛海杰,李炜等. 控制系统计算机仿真课程教学探讨[J]. 上海:实验室研究与探索 Vol 24,2005
- [4] 宋小囡,穆钢等. 实施质量工程全面提高教育教学质量[J]. 济南:中国成人教育 2008.10
- [5] “自动化学科专业发展战略研究”课题组[J]. 自动化学科专业人才培养分类及其定位研究 北京:中国大学教学 Vol 25 No.3 2005