

基于多层次理念的通信原理实验内容改革

李 鑫, 黄 钊, 魏 华, 付 琳, 陈启兴

(成都信息工程大学通信工程学院, 四川 成都 610225)

摘要:提出以多层次通信原理实验内容为研究对象,培养通信系统建模设计仿真为主要目标,实现通信原理实验课程的多层次结构,促使通信原理实验形成多层次模式,即教师提供背景材料(实验背景指导书),学生完成建模仿真实验(实验内容指导书),根据实验内容完成课后实验习题的模式(实验习题)。针对该模式进行深入的改革探索,并给出一个实施方案和典型案例。

关键词:通信原理;程序设计仿真;教学内容;系统建模

0 引言

“通信原理”大类的专业课程是国内外通信类本科生都会涉及的专业基础课,具有理论要求高,系统复杂,涉及基础课程多的特点^[1]。对于本科生仅仅在课堂上学习基础知识是无法有效的掌握“通信原理”的基础知识,因此实验课程的设计与实施尤为重要。随着计算机仿真软件的不断发展,在通信原理实验中引入计算仿真技术已经是一个常见的手段^[2],但是如何让本科生有效地掌握程序设计仿真工具,并能够应用到实验中是一个难题^[3]。

常见的实验内容通常是以教师讲授和实验内容指导书的相结合的方式来完成通信原理实验,但是这种方式带来如下几个问题^[4-6]:教师讲授内容过多;学生参与程度较低;实验内容丰富但缺乏层次。针对以上几个问题,做出一系列的实验内容的调整包括:适当降低实验中教师参与程度,采取充实实验背景材料,教师答疑为主的策略;在实验内容中提供思考问题,作为实验内容中的重要连接点;课后实验习题不完全照搬实验内容,而是根据内容提出相关性较高的问题,避免学生做完实验后,将实验内容照搬,增加自主思考的过程。

1 实验指导书

计算机技术的蓬勃发展,可视化技术广泛应用于各类程序仿真中。MATLAB 软件作为美国 Mathworks 公司发布的主要针对科学计算,可视化编程与交互的程序设计环境得到了广泛的应用^[7]。同时,“通信原理”课程内容特点与该软件提供的功能非常符合。

MATLAB 提供了两套仿真系统,一套是基于传统的程序代码编写实现程序仿真的界面,另外一套是基于可视化界面的 SIMULINK^[8]。传统代码编写界面可

以让学生充分理解基础理论如何在程序语言中的具体实现。例如传统的脉冲幅度调制(pulse amplitude modulation)在实际示波器表示成一个电平,但是在程序语言上将其表示为一个实数值,这就有效的将理论和实践进行了融合,即理论上为分析和仿真的需要通常简化为简单的数学表达。可视化界面 SIMULINK 可以帮助学生更好的建立系统的概念,即通信中的各个模块相互是如何连接的,提高系统建模能力,如图1所示。图1中实现的是随机生成的正负电平如何被带限高斯白噪声干扰的系统模型。

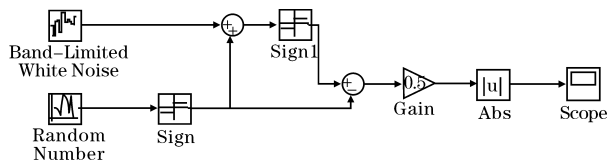


图1 SIMULINK 系统模块化仿真图

1 实验指导书

如前文所示,教师提供实验背景材料,而如何选取实验背景材料是决定通信原理实验内容成败的第一步,为突出背景材料的结构和内容分布,将把正在实际使用的实验背景指导书即教师提供的实验背景材料详细分析。

1.1 实验背景指导书

背景指导书主要提供关于通信原理实验的一些基本理论,背景知识和基本概念。比如用 MATLAB 建立不同的信号源,其次,接收机如何表示,什么是 Monte-Carlo 仿真,以及什么是置信等级和置信极限等。文中提到的 Monte-Carlo 仿真作为通信中一种基本的仿真方法在背景指导书中是与概率与统计的学习内容紧密相关的。那如何将复杂的通信概念以另外一种学生容易接受方式描述,这里采用了一种以实际事例相结合的方式。在下文中采用一种实例化的方式来定义

Monte-Carlo 仿真的概念。

比如在很多情况下,设计一个用于长时间的工程测试系统或者实际应用系统会异常昂贵复杂,比如设计一个 LTE 的基带通信系统。同时,又需要测试在长时间工作情况下系统是否会有问题产生,比如数字电视中的基带芯片由于算法失效完全无法接收信号情况几乎是每十年才会出现一次。但是如果采用实际系统测试的方式,这款产品几乎没有可能进入市场。所以仿真是发挥异常重要的作用。

实际上,设计一个可以在任何场景下都能工作的系统是几乎不可能的。通常来说最恶劣的场景发生的概率都会非常小,而且是由好几个其他因素共同作用的结果,比如蝴蝶效应。所以设计一个为了最恶劣场景下的工作的系统通常来说是不现实的。最好的方式就是设计一个可以在绝大多数场景下工作的系统,并且为这一系统考虑设计一个备用系统。因为通过概率我们知道两个系统同时出错的概率是非常小的。

这一情况下,设计方法通常需要定义不同的环境和系统耐受程度等因素(温度,湿度,电池能量等)。而且采用统计分布的方式来描述对应值的概率。通常来说采用数学的方式来准确描述上述事件发生的联合概率密度几乎是不可能的,所以最简单的方法就是通过大量的随机的各种场景对系统进行测试。当进行足够的场景测试,并且描绘出对应系统工作情况的概率分布图。相应的这一系统工作失败的概率即可大概的确定。这一方法被称作 Monte-Carlo 仿真。

从上文中可以看出,实验背景材料尽量不要采用教材中的原文描述,而是基于理论正确的基础上进行形象化生活化,避免学生在阅读背景材料时又产生一种阅读教材的感觉。

1.2 实验内容指导书

内容指导书主要包含实验的主要步骤。实验的步骤在内容指导书要尽量明确,但是又不能将所有内容都置于其中,应该以指导和问题交替的形式。例如,利用下述的 MATLAB 命令或者其他,来生成一个有 10000 个元素的向量,并且确保其元素是服从正态分布,均值是 0.5,标准差2.0。请绘制这个随机向量的概率分布图形,确保有我们希望得到特性。程序代码如下:

C=randn(1,10000)×2.0+0.5 (1)

hist(C,50) (2)

程序代码给出了简单的实现方式,接下来提出 4 个新的问题:

(1)使用 rand 函数产生一个和上述同样长度的向量,服从范围[0.0,1.0]的均匀分布,并且赋值给变量 D。请绘制概率分布图形确保有希望得到的特性。

(2)把这两个向量的元素一一相乘,即向量 1 的第 1 个元素和向量 2 的第 1 个元素相乘,向量 1 的第 2 个元素和向量 2 的第 2 个元素相乘,然后直到最后一个元素。得到新的变量 E。

(3)获得电路输出值大于+3.0 的概率,通过 Monte-Carlo 仿真获得一个正确答案。可用如下代码获得:

result=sum(1+sign(E-3)/2)/length(E) (3)

(4)得到的答案的准确程度是跟随机向量的长度有关系,即和采样的个数有关。如果想要得到 99% 的置信等级,请求解其置信极限。

1.3 实验课后习题

实验课后习题主要是根据实验背景指导书以及实验内容指导书为依据来提出的相关性比较高的问题,题型结构如表 1 所示。

表 1 实验课后习题题型结构

题型	题量	说明	评分标准	内容反馈
基础概念题	2	实验背景指导书中常见基本概念,比如接收机,噪声, Monte-Carlo 仿真等	不能照搬材料	学生根据答题过程对该类题型进行评分
计算题	1	运用背景指导书中的计算方法,比如计算置信区间和置信等级	计算过程与结果	学生根据答题过程对该类题型进行评分
仿真题	1	完成实验内容指导书后根据指导书所出的综合仿真题	程序运行正确与否以及结果是否可信	学生根据答题过程对该类题型进行评分
问答题	1	根据所学的概念进行举一反三的问答	需有参考文献以及相关理由	学生根据答题过程对该类题型进行评分

2 通信原理实验教学建议及安排

2.1 教材选取

除了上文中提到教研室编写的实验指导书外,还需要另外选择一些教材。在通信原理课堂上广泛采用的樊昌信编写的《通信原理(第 7 版)》^[1],该教材内容

充实,覆盖范围广,还有陈启兴编写的陈启兴编写的《通信原理(第二版)》^[9]。但是考虑当前国际化的教学的需要,还推荐采用 Proakis 教授编写的《数字通信(第 4 版)》《Digital Communication (Fourth Edition)》^[10],以及 mathworks 官方英文网站 <http://www.mathworks.com/products/matlab/>。首先,鼓励学生学习原版英文教材和阅读 MATLAB 英文官方网站。然而,对于相当一部分学生直接运用英文资料可能会存

在问题,毕竟英文教材和英文网站内容较多,对于初学者理解起来比较吃力,目前在实验实施过程中通过选取部分内容进行教师讲授的方式有利于消除语言的影响。其次,教材和实验的重点不一致。教材内容主要围绕知识点,往往涉及较多理论和数学推导,这对于通信相关专业学生掌握与实际应用相关内容不利,因此注重选择在实验教学中多以程序仿真为主,艰深理论为辅的教学方针。

2.2 实验课程内容与安排

实验内容首先是先导课程的讲解,主要讲解整个实验的结构,相关内容,评分标准,以及学生还未涉及的一部分专业内容。教师一定不要采用单向的灌输模式,注重引导学生自主思考,明确实验教学是强调学生自动的思考而非被动的接受。在此基础上在进行以教师答疑为主,讲解为辅的策略。多解决学生在实验过程中遇到的问题,然后对问题进行相应的统计,充实实验内容,并对实验内容进行迭代式的更新。其次,在指导书中引入英文概念方便学生较快的接受相应的实验内容的双语教材形式。另外建议在实验课开设的同时,在通信原理课堂上进行一部分的双语教学,一方面避免直接涉及英语较多的实验内容与课堂教学脱节,另外一方面也加强学生专业英语的基础。最后,实验内容一定要构成一个有机的整体,现阶段实验设计包括5个实验,实验1至实验4是为基础实验,实验5为综合实验。实验安排的难度也需要采用循序渐进的方式,在初期实验中不要过多的涉及较困难的专业概念或者较为复杂的数学推导,主要以基本概念,学习基本程序建模技能为主。如图1所示。

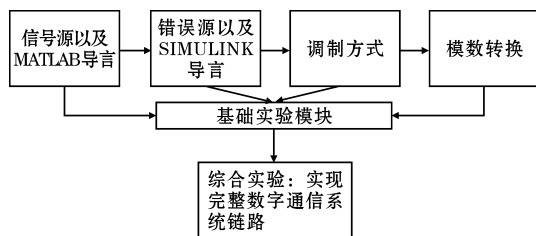


图1 实验内容模块化设计

2.3 实验考核方式

首先,整个课程主要目标是以学生掌握一个完整的数字通信链路为目标,因此,综合实验的所占分值比重最大,大致在40%左右,其次实验1至实验4根据实验内容的难度来调整每一个实验所占分值比重,总比重为60%。考虑到国际化的要求,整个实验课后习题可以完全采用英文习题的方式,同时鼓励学生采用英文答题,可以提高学生的英文专业素质。对于英文答题的学生在答题的内容上可以适当的放宽标准,其

次,可以采用多样的考核的形式,比如,通过组织学生内部的专题讨论,由学生自己来进行匿名相互的评分,最后根据教师对实验内容的评分以及学生匿名互评最后得出学生整个实验的评分。采取这种互动参与的方式提高了学生的积极性,丰富了实验课程的内容,以为学生理解通信原理实验的知识点打下坚实的基础。

3 结束语

在通信原理课程采取多层次的内容改革是具有非常重要的意义,学生不仅通过实验熟练掌握了程序建模能力,增强了对于通信原理课程中较为复杂的知识点的理解。由于有实验反馈机制所以能够更好的改进实验内容,提高实验的可操作性。未来将引入更多的英文教学内容,丰富实验内容的层次,逐步采用软件无线电的方式来完成真正的实验内容的完全革新。教研室充分利用现有的成果和资源,完善整个通信原理实验的各个方面,提高教学质量,让通信原理实验与国际教育方式真正接轨。

参考文献:

- [1] 樊昌信,曹丽娜.通信原理(第7版)[M].北京:国防工业出版社,2012.
- [2] 张艳.可视化通信原理仿真平台GUI方案的设计与实现[J].电子技术与软件工程.2015,(5):97-98.
- [3] 夏平,覃琴,万钧力.“通信原理”实验教学体系构建与实践[J].电气电子教学学报,2008,30(2):114-115.
- [4] 王秀芳,高丙坤,王东梅.通信原理实验教学体系的建设[J].实验技术与管理,2006,23(12):15-17.
- [5] 何冰.Matlab软件在电气信息类课程中的应用[J].淮南师范学院学报,2011,26(6):45-51.
- [6] 曹玉英.通信综合实验平台的建设[J].电子电子教学学报,2010,32(3):74-75.
- [7] 邵玉斌.SIMULINK通信系统建模与仿真实例分析[M].北京:清华大学出版社,2008.
- [8] Mathworks. MATLAB Product Description [EB/OL]. <http://www.mathworks.com/help/matlab/index.html>,2016-03-06.
- [9] 陈启兴,柳红英,詹明.通信原理[M].北京:机械工业出版社,2011.
- [10] John G Proakis. Digital Communications 5th Edition[M]. McGraw-Hill,2008.