

基于 Labview 的设施环境自动控制 实验教学改革

钱 稷^{1a}, 周 娟^{1b}, 邸 葆^{1a}, 丁 钊冉²

(1. 河北农业大学 a. 园艺学院, b. 机电学院, 河北 保定 071000;

2. 东芬兰大学 森林与科学专业, 芬兰 约恩苏 80101)



摘 要: 为了提高设施农业科学与工程专业学生的动手实践能力, 同时针对缺少设施环境自动控制实验仪器的问题, 利用 Labview 软件平台进行实验教学, 将实验分为教学复习环节和实验环节。实验环节设置了开放性实验部分, 进一步为学生提供了理论和实践相结合的学习环境。通过学生课程调查数据表明: 85% 的同学能够独立完成设施环境调控 labview 程序的编程, 同时 81% 的同学能够完成创新实验中全部 4 个参数的优化。本实验教学改革, 有助于设施农业科学与工程专业学生理解和掌握该课程的主要知识点, 提高工程实践能力, 完善学生的知识结构, 不断强化其独立思考能力和创新意识。

关键词: 设施环境自动控制; 实验教学; 实践能力; Labview

中图分类号: G 642.3

文献标志码: A

文章编号: 1006-7167(2017)05-0144-04

Reform of Experiment Course of “Automatic Control of Facility Environment” Based on Labview

QIAN Ji^{1a}, ZHOU Juan^{1b}, DI Bao^{1a}, DING Tianran²

(1a. College of Horticulture, 1b. College of Mechanical & Electrical Engineering, Agricultural University of Hebei, Baoding 071000, Hebei, China; 2. University of Eastern Finland, School of Forest Sciences, Joensuu 80101, Finland)

Abstract: Due to the lack of facilities for the automatic control of laboratory instruments of environmental problems, the reform used Labview software platform for experimental teaching to improve the facility agricultural science and engineering student's practical ability. The course was divided into two sections: review of theoretical knowledge and experiment. The experiment also consisted of innovative part, to provide students with a combined environment of theoretical and practical trains. According to survey results, 85% of students were able to complete programming independently and 81% of students were able to optimize all four parameters in innovative part. This reform helps facility agricultural science and engineering students to understand and master the main points of the course, improves the ability of engineering practice, and enhances students' knowledge structure and their ability of independence thinking and innovation.

Key words: facilities automatic environmental control; experimental teaching; practical ability; Labview

0 引 言

设施环境自动控制是一门设施农业科学与工程专业的支撑课程, 是一门能够将自动控制理论应用到农业生产实践中去的重要课程。因此, 实验性教学是该

收稿日期: 2016-08-15

作者简介: 钱 稷(1983-), 男, 河北保定人, 硕士, 讲师, 主要从事温室环境调控的研究。Tel.: 13630850551; E-mail: qianji167@163.com

课程中不可或缺的重要环节,是培养学生将理论知识应用于实践和提高创新能力的重要途径。随着农业现代化和信息化的发展,加强设施环境自动控制课程实验教学,不断推进实验教学的改革创新,努力培养学生的动手实践能力,是提高学生社会竞争力的必然之举。Labview(Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench)是美国国家仪器公司所开发的图形化程序编译平台,它采用“数据流”的概念,利用流程图和模块化相结合的设计思想,完成程序设计,程序可移植性高,实现“软件即硬件”的功能^[1-2]。而基于 LabVIEW 的设施环境自动控制实验教学,克服了交叉学科设备仪器缺少的现状,利用 Labview 自身的特点——以软件实现硬件设备的功能。用创新的编程理论,设计出实用的设施环境调控方案^[3-4]。基于 Labview 的设施环境自动控制实验教学改革,不仅能增强学生对本课程知识点的理解和掌握,还有助于培养学生的独立思考及动手能力,能充分调动学生的学习积极性,提高创新意识,更好地将两个学科知识进行融合,变被动学习为主动学习。

1 实验课程安排

设施环境自动控制是一门交叉性的课程,要以自动控制理论知识为基础,建立控制理论和设施环境调控之间的联系,最终将自动控制理论应用于设施农业生产中,以提高生产效率以及经济效益。本课程分为 40 学时的讲授内容和 8 学时的实验内容,其难点在于讲授部分理论性强、概念抽象、分析工具复杂,且与数学联系紧密^[5-8]。同时设施农业与工程专业的学生缺少自动化相关专业的知识背景,而且数学基础相对薄弱,所以学生对自动化相关理论知识的理解和应用,仅通过课堂讲解很难完全掌握,因此必须通过实验教学这一环节,增强学生对相关知识的感性认识和应用能力。本实验课程主要从 3 个方面进行:

(1) 8 个学时的实验分阶段遵循由简到难、循序渐进的原则。当理论课程讲授到一定阶段,同时也能够为实验提供理论支撑的时候,会进行实验课程的学习。每个实验环节都是对前一个时期理论教学的实践总结。实验设计上分为理论验证型、设计型、综合型 3 种类型。

(2) 在理论课程结束后,安排最后一次针对整门课程的实验。这次实验是综合型实验和创新型实验,学生可以根据自己兴趣选择实验内容,从而为以后研发类工作打下坚实基础。

(3) 为了培养学生的实践能力,从理论学习、软件应用以及实践动手能力 3 个方面对学生的成绩做出评估,并将实验成绩在总成绩的比例提高到 30%。

2 实验课程的设计

设施农业科学与工程专业是一个工程与农业相结合的新兴专业,学校缺少与之配套的相关的实验仪器。同时在传统控制实验教学中,电子仪器起着主导作用,这些仪器大多是以硬件或固化的软件的形式存在的,不适应“设施环境自动控制”实验的要求,所以利用 Labview 软件的特殊性,通过软件编程,充分发挥“软件即硬件”的功能,设计出适合本专业的实验课程^[9]。

2.1 总体设计

为了强化园艺专业背景应用,首先通过观看现代化温室内各种环境参数控制过程的演示,使学生建立起温室环境调控系统的感性认识,再结合典型案例进行分析。每一个模块讲完之后,都结合其中一个典型的参数控制进行对应分析。按照循序渐进的原则从基本概念、数学建模、系统分析(时域分析、根轨迹分析、频域分析)和系统设计。以典型的温室环境参数控制作为综合分析实例,培养学生在学习过程中把抽象理论与实际温室控制工程相结合的能力。具体课程设计结构如图 1 所示。

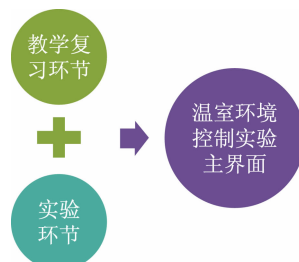


图 1 实验课程结构

为了学生能够更好地理解、记忆、运用讲授中的内容,在实验课程中加入了教学复习环节的应用。这样学生就能够方便的在实验过程中检索到讲授的重点知识,并将其应用到实验环节中去。为后期开放性实验部分奠定了良好的理论基础和应用能力^[10-11]。

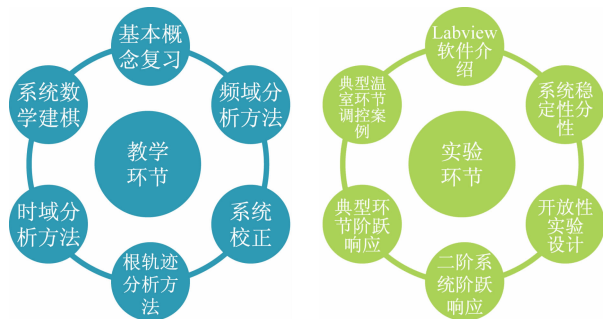


图 2 模块单元构成

2.2 实验系统的实现

实验系统采用模块化的编程思想,各个模块单独对应一个实验,同时也可以将几个模块联系起来,完成一个综合的实验。通过预先编好的系统登录界面进入

实验系统。在实验系统界面中,学生可以根据自己的情况选择复习理论知识或是直接进入实验环节。每一个实验环节,都包括实验说明、实验相关参数设定、实验结果分析与评价等环节。实验系统还为学生提供相似的编程案例^[12]。学生可以自己动手设计新的相关实验,这样就能够更好地从实际应用角度去理解每一个温室自动控制实验。

在自动控制理论中,最终应该让学生掌握两方面的技能。①系统分析。运用合适的分析方法分析现有控制系统的稳定性、准确性、快速性。②系统设计及优化。根据控制任务,学生设计出控制系统,并优化其参数,达到最优控制效果。

任何一个复杂的控制系统都可以通过线性化、降阶,分解为若干二阶系统和一个一阶系统级联的形式。因此二阶系统分析是最基础的。典型二阶系统的数学模型为:

$$\frac{C(s)}{R(s)} = \Phi(s) = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega_n^2}$$

其中: ξ —阻尼比; ω_n —无阻尼振荡频率。二阶系统动态性能和稳态性能分析在自动控制理论中有重要的作用^[13]。同时,针对农业设施环境调控,大部分的控制采用的是二阶系统的数学模型,所以对于设施农业科学与工程专业的学生,二阶系统的分析与理解就显得尤为重要。二阶系统分析界面如图3所示。

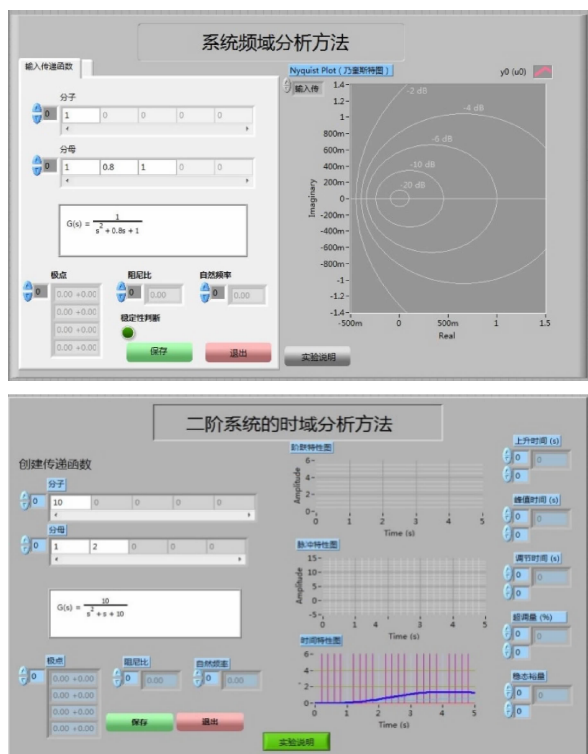


图3 二阶系统分析界面

在实验的最后阶段,给学生提供了开放实验环节。主要目的是将前面所学的知识运用到实际的农业设施环境调控中去,通过对程序的认真研读和理解,进一步

让学生理解自动控制理论,同时达到理论与实践相结合的目的^[14]。

2.3 总结与交流

实验课程结束之后,安排了实验总结环节。学生可以根据自己的情况自由分组,制作PPT,汇报心得体会,并完成实验报告。

3 结果与讨论

设施环境自动控制实验课教学目的主要有3个。

(1) 更好地理解和掌握自动控制理论基础知识;

(2) 了解 Labview 软件平台的编程环境,并能自己完成简单的程序设计,初步掌握一门计算机高级语言,为以后程序开发打下良好基础;

(3) 初步将自动控制理论知识应用于设施农业环境调控中,同时能够理解开放性实验中程序代码。

为了检验学生通过实验课程掌握 Labview 软件编程环境和独立完成简单程序设计的能力,实验课为学生布置了 RL、RC、RLC 网络 3 个简单编程,调查对象为 2013 级设施农业工程与科学专业的 54 名学生,按完成程序数量进行统计,全部完成程序设计的占总数的 85%,9% 的同学完成了两个程序设计,全届只有 1 人没有完成所有的程序设计,只占总数的 2%。综合所有数据可以看出,大部分学生掌握了 Labview 编程环境,同时也能较好的理解自动控制原理的基本理论知识。

为了能够使学生更好地将自动控制理论知识运用到实际的农业生产环境调控中,实验课为学生准备了 1 个土壤水分控制方案,学生通过研读程序和运用自动控制理论知识,最终达到优化土壤水分控制参数的目的。程序优化的 5 个参数分别是 t_d —延迟时间; t_r —上升时间; t_p —峰值时间; t_s —调节时间; $\sigma\%$ —超调量。根据图标显示,绝大部分学生利用实验课程能较好将理论知识应用于农业生产的实际情况中(见图4)。

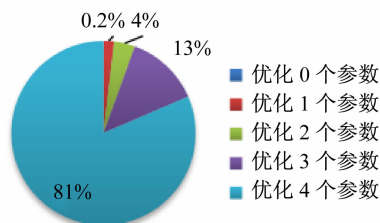


图4 优化程序参数完成情况

实验教学情况表明,以 Labview 为软件平台的设施环境自动控制实验课,能够很好地提供友好的人机交互平台,同时也能够使学生更好地掌握自动控制理论的基础知识,通过实际动手进一步让学生将所学的知识应用于现实的农业设施自动控制中去,提高了学生学习的积极性,达到了良好的教学效果^[15-16]。

参考文献 (References):

- [1] Peter Tiernan. Enhancing the learning experience of undergraduate technology students with LabVIEW software [J]. Computers & Education, 2010(55):1579-1588.
- [2] Faraco G, Gabriele L. Using LabVIEW for applying mathematical models in representing phenomena [J]. Computers & Education, 2007(49):856-872.
- [3] 李祖明,郑对元. 精通 LabVIEW 虚拟仪器程序设计[M]. 4 版. 北京:清华大学出版社,2012.
- [4] 张兰勇,孙 健,孙晓云. LabVIEW 程序设计基础与提高[J]. 5 版. 北京:机械工业出版社,2013.
- [5] 郝 丽,赵 伟,王 坤,等. 利用 LabVIEW 提高电气工程专业本科生教育质量[J]. 实验室研究与探索,2016(35):217-219.
- [6] 李 欣,谢 宏. 虚拟仪器技术在通信原理教学中的应用[J]. 实验室研究与探索,2014(33):155-159.
- [7] 马 蕾,王金城,王 尧. 基于虚拟仪器的自动控制原理实验系统[J]. 实验室研究与探索,2005,24(增):210-212.
- [8] 刘 中,袁少强,张军香. 自动控制原理实验课的改革与实践[J]. 实验室研究与探索,2013(32):403-406.
- [9] 刘瑞歌,宋 锋. 基于虚拟仪器技术的自动控制原理教学实验平台[J]. 自动化与仪器仪表,2011(4):171-173.
- [10] 刘 宝,孟令雅,王 钊,等. “自动控制原理”课程特色教学研究[J]. 电气电子教学学报,2013(35):66-68.
- [11] 蔡周春,缪妹妹,王 辉,等. 基于 LabVIEW 的自动控制原理实验系统的设计[J]. 工业控制计算机,2012(25):39-40.
- [12] 王 娟,胡文军,王培良. 基于 LabVIEW 的多物理量测量实验系统[J]. 实验室研究与探索,2016,35(4):121-124.
- [13] 顿爱波. 远程教学用虚拟电子实验室系统研究[D]. 大连:大连理工大学,2005.
- [14] 严 浩. 基于 LabVIEW 的网络虚拟仪器在实验教学中的应用研究[D]. 武汉:华中科技大学,2007.
- [15] 吕桂云,吴晓蕾,高洪波. “无土栽培学”实践教学的改革与实践[J]. 河北农业大学学报(农林教育版),2012(14):55-58.
- [16] 章铁军,高洪波,吴晓蕾. 网络教学与课堂理论教学相结合—无土栽培学课程教学模式的试验研究[J]. 河北农业大学学报(农林教育版),2010(12):85-88.

(上接第 78 页)

点击开始按钮,开始扫描;登陆 snort-host 观察日志文件/var/log/snort,发现产生多条类似如下形式的告警日志,表示检测到外界扫描。

```
12/25-13:12:11.724778 [ * * ] [ 122:1:1 ] (portscan) TCP
Portscan [ * * ] [ Classification: Attempted Information Leak ]
[ Priority:2 ] { PROTO:255 } 192. 168. 101. 103 -> 192. 168.
101. 100
```

在 snort 主机上启动 guardian,并与 iptables 联动,之后在日志文件中,可以发现 block 脚本已经被执行。

```
Running '/usr/local/bin/guardian_block.sh 192. 168. 101. 107
eth0'
```

执行 iptables - L,观察是否有新规则被插入,如果有则证明实验验证成功。插入的 Iptables 规则格式如下:

```
Target port opt source destination
DROP all --192. 168. 101. 103 anywhere
```

至此,单台防火墙联动已成功实现,有效验证了通过虚拟仿真云实验平台进行网络攻防实验的可行性。

4 结 语

针对当前网络安全实验教学环境的问题,介绍了基于 CloudStack 架构的网络攻防虚拟实验云平台,平台既可满足日常实验教学的需要,也为网络安全技术爱好者提供了攻防演练的场所。平台具有的现实意义:① 大大节省了实验设备空间;② 能够快速搭建复杂网络,支持具有破坏性和不可逆性的网络攻防实验;③ 可以同时构建大量相同实验环境,实验环境物理隔离;④ 有利于实验内容的开放和共享;⑤ 大大减少了实验教师和管理者的劳动强度。目前,实验平台的

XenServer 集群包括 8 台双路 4 核、128 GB 内存的高性能服务器,可以同时建立 300 台以上的虚拟机。已经通过平台成功的开展了信息安全基础、信息内容安全等信息安全专业本科实验教学,取得了较好效果。今后可通过扩展底层的服务器,提升系统承载能力,将平台向外推广,让其具有更广阔的前景。

参考文献 (References):

- [1] 张朝昆,崔 勇,唐嵩祯,等. 软件定义网络(SDN)研究进展[J]. 软件学报,2015,26(1):62-81.
- [2] 宋 平,刘 轶,刘 驰,等. 一种支持细粒度并行的 SDN 虚拟化编程框架[J]. 软件学报,2014,25(10):2220-2234.
- [3] 龙艳军,欧阳建权,俞佳曦. 基于 GNS3 和 VMware 的虚拟网络集成[J]. 实验技术与管理,2013,30(2):90-93.
- [4] 石 磊,邹德清,金 海. Xen 虚拟化技术[M]. 武汉:华中科技大学出版社,2009.
- [5] 吴 迪,薛 政,潘 嵘. 基于 XEN 云平台的网络安全实验教学[J]. 实验室研究与探索,2013,32(7):62-66.
- [6] 吴常清,王慧敏,薛 涛. 基于 CloudStack 的私有云平台的构建与实现[J]. 西安工程大学学报,2014,28(2):220-224.
- [7] 彭 红. 基于 CloudStack 云管理平台的关键技术研究与应用[D]. 上海:华东理工大学,2013.
- [8] 余志涛. 基于 CloudStack 云平台的研究与自动系统的实现[D]. 大连:大连理工大学,2014.
- [9] 董健康,王洪波,李阳阳,等. IaaS 环境下改进能源效率和网络性能的虚拟机放置方法[J]. 通信学报,2014,35(1):72-81.
- [10] 孙 伟. Snort 轻量级入侵检测系统全攻略[M]. 北京:北京邮电大学出版社,2009.
- [11] Gregor N P. Linux iptables Pocket Reference [M]. California: O'Reilly Media,2004.
- [12] 李晓娜,李庆忠,孔兰菊,等. 基于共享模式的 SaaS 多租户数据划分机制研究[J]. 通信学报,2012,33(S1):110-120.
- [13] 徐 鹏,陈 思,苏 森. 互联网应用 PaaS 平台体系结构[J]. 北京邮电大学学报,2012,35(1):120-124.