

# 交通信息与控制类虚拟仿真实验教学 中心建设与实践

温立民<sup>a,b</sup>, 闫茂德<sup>a</sup>, 朱礼亚<sup>a,b</sup>, 王会峰<sup>a,b</sup>

(长安大学 a. 电子与控制工程学院, b. 虚拟仿真实验教学中心, 西安 710064)



**摘要:**为顺应国家中长期教育改革和发展规划纲要关于开展国家级虚拟仿真实验教学建设的指示精神,长安大学在现有资源基础上,加大虚拟实验室建设投资力度,建设有交通信息与控制工程背景的虚拟实验教学平台。阐述了交通信息及控制虚拟实验建设的内涵和要求,平台建设的整体框架及实施方法。实验室建成后经1年多测试,虚拟实验平台运行良好,传统实物实验不能开设学时总学时89.1%,受到广大师生好评,有力促进了实验教学改革。

**关键词:**交通信息; 虚拟实验; 实验教学中心

**中图分类号:**G 642.0 **文献标志码:**A

**文章编号:**1006-7167(2017)05-0118-04

## Practice and Construction of Virtual Simulation Laboratory for Traffic Information and Control

WEN Limin<sup>a,b</sup>, YAN Maode<sup>a</sup>, ZHU Liya<sup>a,b</sup>, WANG Hui Feng<sup>a,b</sup>

(a. School of Electronic & Control Engineering, b. Experimental teaching center of Virtual Simulation  
Chang'an University, Xi'an 710064, China)

**Abstract:** In order to follow up the indicative spirit of developing state-level virtual simulation experimental platform under the outline of the national medium and long term educational reform and development, Chang'an University increased the investment for virtual experiments on the basis of current material foundation, and constructed virtual experimental platform with the background of traffic information and control. This paper states intension and requirement of the virtual experiment, framework and implementation method. Test for more than one year showed that the platform has run well with the ratio of 89.1 percent of virtual experiments to traditional experiments, and has been acclaimed by students and teachers.

**Key words:** traffic information; virtual experiment; experimental teaching center

## 0 引言

随着社会进步和经济快速发展,城市化率的提高推动了城市数量和规模的不断扩大,也导致城市人口

和机动车保有量的激增,进而造成交通拥堵问题日益突出,随之而产生的环境污染、交通安全等问题也引起了社会各界的广泛关注<sup>[1-3]</sup>。以智能交通系统为代表的信息化与智能化控制技术可以极大提升交通运行的安全运营能力和综合服务水平,其研究意义日益重要<sup>[4-6]</sup>。但是,对于科学研究和专业教学而言,交通信息与控制技术的实践教学有些与实物条件相关的环节却很难直接实现,严重阻碍交通信息与控制类实验教学的进行,因此虚拟仿真实验教学是行之有效的解决方案<sup>[7-9]</sup>:①交通信息与控制类实验平台建设成本高。

收稿日期:2016-07-25

基金项目:陕西高等教育教学改革研究项目(15BY23);西安市科技基金(CXY1512(9))

作者简介:温立民(1976-),男,黑龙江佳木斯人,博士,讲师,主要从事交通控制实验等方面的教学和科研工作。

Tel.:15129006427; E-mail:lmwen@chd.edu.cn

交通信息与控制的实验场所与对象,如城市交通环境、公路隧道等实验条件有其特殊性,高成本、高消耗且实验安全隐患大<sup>[10-12]</sup>。学生在专业实验教学中所涉及的路网监控、安全运营、车辆避碰、车路协同、交通诱导和综合管控等实验项目难以完成;开展多班次、大批量的交通控制类本科实验教学也极为不便。而实体教学实验平台的搭建成本巨大。因此,综合性、系统化的交通信息与控制类虚拟仿真平台亟待建设,迫切需要为学生提供更有效和便利的实践途径。②交通信息与控制实体实验的可逆操作过程难以完成。交通信息与控制实验中涉及到的各类决策数据信息量巨大,难以实时获取;并且涉及交通环境等的实验过程难以可逆操作和反复进行。因此,无论对于学生的实验教学,还是对于科学项目研究,交通信息与控制虚拟仿真平台都带来了极大的便利,其建设的必要性和意义不言而喻。③在现代信息技术条件下,交通信息与控制的虚拟仿真实验效果可以更为有效实现。如前所述,交通控制的实验载体具有不可及和不可逆的典型特征。然而,在现代计算机、数据库、信息技术和半实物等的条件下,利用虚拟仿真技术,交通信息与控制对象的数学模型、信息采集、控制反馈和算法执行等可以更为有效地实现,有助于多快好省求解和验算重大的交通控制问题。④交通信息与控制虚拟仿真的教学资源在使用方式上,易于实现云计算、网络化、分布式和并行运作。在信息化设备的软硬件平台支持下,交通信息与控制虚拟仿真的各个实验项目可以充分利用个人计算机终端、实验室机房和项目平台完成信息的集成处理和虚拟仿真过程,不仅仅体现出很高的性价比,而且有效解决了传统实验的时间和场地限制,使得教学资源的使用更为灵活、便利,更好地激发了学生的自主学习热情和创新精神。

因此,在国家信息化发展战略指导下,为响应教育部加强国家级实验教学示范中心,努力建设国家级虚拟仿真实验教学中心的意见<sup>[13]</sup>,学校整合现有资源,成立交通信息与控制类虚拟仿真实验教学中心,为学生提供一个传统实验替代的虚拟实验教学平台。

## 1 虚拟实验教学管理平台整体框架设计

参照传统交通信息与控制课程实验教学过程,按照模块化软件设计的原则,设计交通信息与控制虚拟实验网络教学管理平台的系统框架,该平台主要由管理员模块、教师管理与评价模块、学生学习与实验准备模块和游客模块组成如图1所示。

(1) 管理员模块。管理员模块是具有最高权限的模块,主要由管理员操作,在教学中心一般由实验室主任副主任负责管理,它的主要功能是对虚拟实验平台的账号管理,教师增、删、查、改,新闻列表及交流中心

的管理如图2所示。

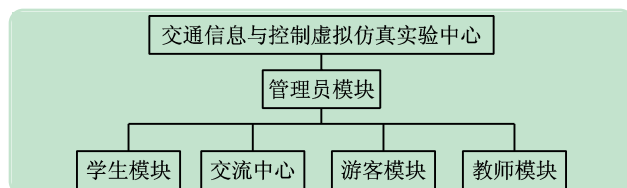


图1 交通信息与控制虚拟仿真实验中心整体框图

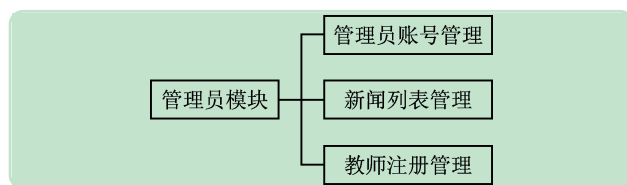


图2 管理员模块框图

(2) 教师管理与评价模块。教师管理与评价模块主要由经过授权的专兼职教师管理,教师必须经管理员授权后,才有权登录虚拟实验平台实现对学生的实验进行辅导和管理。登录后,系统首先需要对教师进行身份验证,通过验证后教师即可进入相应的教师模块并对本模块进行管理,实验教师具有实验模块管理的权利。该模块主要具有以下功能,管理学生的账号,在线交流、实验及报告、软件管理,其中实验管理包括课程设置、实验项目的维护及视频演示管理,实验报告管理包括成绩发布及实验报告的测评发布见图3。

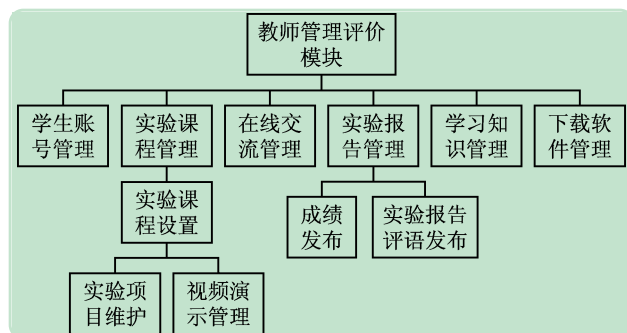


图3 教师模块框图

(3) 学生管理模块。学生管理模块(如图4)包括软件学习及下载、器件介绍、学生资料管理和虚拟实验。交通信息与控制虚拟仿真实验工具软件包括Multisim、Altera Quartus II、Labview、TransCAD、TransModeler、Multigen Creator、SuperMap GIS等,学生可以在虚拟平台上学习使用各种虚拟软件,也可从平台上下载使用;器件介绍包括仪器设备和耗材,虚拟设备和现实设备,虚拟设备设计到虚拟示波器、虚拟信号源等。现实设备是实验教师事先将真的实验设备的档案资料(操作手册、性能资料)上传到虚拟平台上供学生学习、使用和下载。平台按课程设置实验模块,每个实验模块按大纲要求设置相应的实验科目,包括基础

和综合实验,实验的数目一般多余大纲要求的数目,师生可根据需要取舍实验项目。每个实验有预习视频,学生可根据视频内容对本实验进行预习。

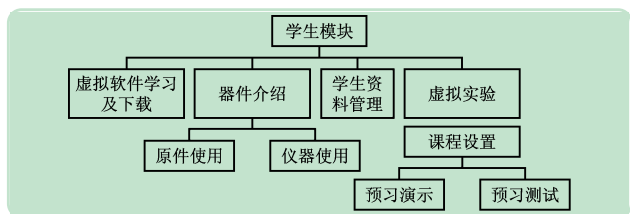


图4 学生模块框图

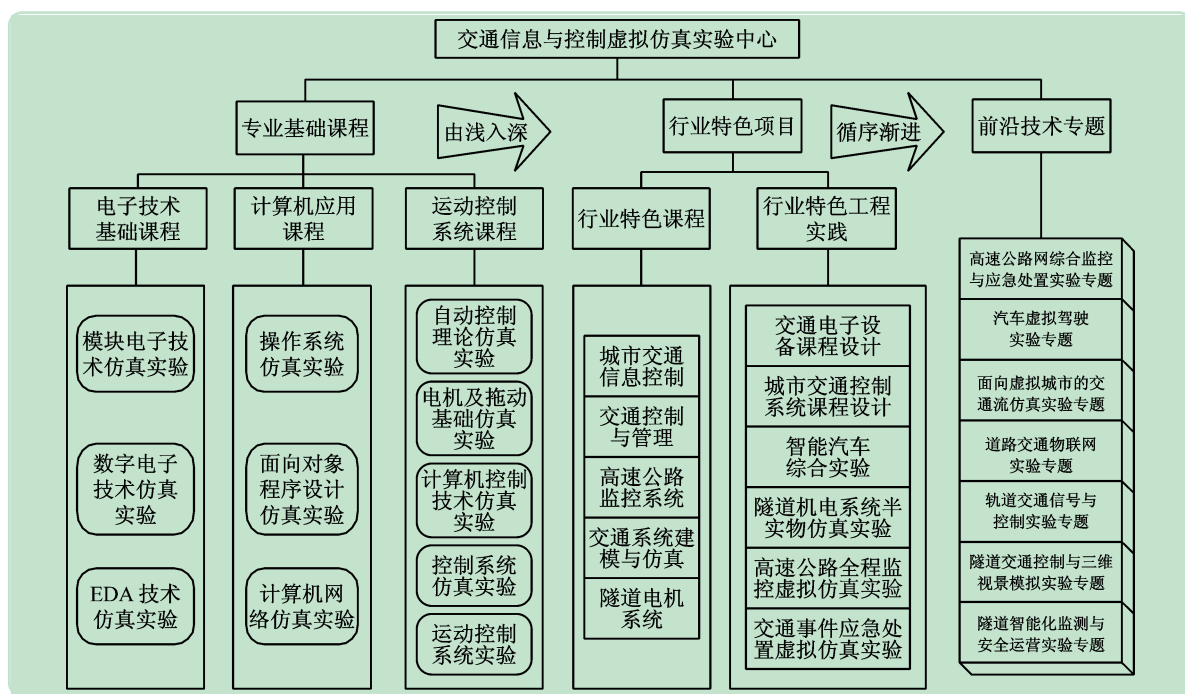


图5 交通信息与控制虚拟仿真实验教学资源

## 2.1 虚拟平台建设实施

实验教学中心将以“服务教学,促进科研”为主线,在虚拟仿真实验教学资源、实验教学队伍、学校信息平台和管理体制等方面积极进取、开拓创新,重点建设以下几方面的内容:①将虚拟实验课程划分为专业基础课程、行业特色项目和前沿技术专题3个层次,虚拟实验课程需求配置虚拟仿真实验教学资源,重点建设真实实验环境无法开展的半实物仿真教学资源 and 大型综合性实训专题。②将交通信息化建设典型工程案例、运行数据和科研成果转化为虚拟仿真实验教学资源,拓展实验教学范围,丰富实验教学内容。③组建以提高教学能力、拓展实践领域、丰富教学内容、培养创新能力为目的专任教师队伍和实验教学平台。④围绕卓越工程师教育计划和专业综合改革试点,瞄准“培养具有创新精神和实践能力的高质量工程应用型人才和选拔科学研究型人才”目标,鼓励教师加强虚拟仿真实验平台的升级和完善,撰写实验讲义和教材,将其落实到交通信息与控制类专业教学体系框架结构中。

## 2 交通信息与控制虚拟实验平台实施与测试

平台通过购置、自主研发和科研成果转化,建成了涵盖3个层次、22门课程和7个专题的虚拟仿真实验教学资源,如图5所示。根据实验项目的特点和实验目的,可进一步将虚拟仿真实验项目分为专业基础课程、行业特色项目和前沿技术专题3大层次,按照工程项目的贯通式递进主线,使学生“由浅入深、循序渐进”地掌握交通信息与控制虚拟仿真的实验方法和技能,从而满足学生不同培养阶段的需要。

⑤对虚拟仿真教学成果进行反复试点,一方面聘请校内外专家进行教学审核,同时不断收集教师和学生的反馈意见,形成了一套完整、标准的应用评估体系,以更好规范和加强虚拟仿真实验。

## 2.2 虚拟实验平台测试

虚拟实验平台登录界面如图6所示。实验平台建成后,向全校交通控制类专业和电子类专业师生开放,目前开设实验教学课程21门,其中传统实物实验教学不能开设的课程为17门,占85.7%;开设的计划实验



图6 虚拟实验平台界面



为343学时,其中传统实物实验教学不能开设的为306学时,占总学时89.1%。经1年多的测试,虚拟实验平台整体运行良好,受到广大师生好评。

### 3 结 语

为深化实验教育体系改革,学校构建了面向国家级虚拟仿真实验教学中心的多模运行机制,该虚拟中心的建立,缓解了实验资源与实验教学需求的矛盾,为交通信息类专业学生提供虚拟实验平台,增强了教学效果,锻炼了学生的动手能力,节约了实验经费。虚拟实验平台具有较强的系统性、科学性、指导性和可操作性;对同类专业乃至其他专业进行虚拟和实际工程创新训练改革,提高工科大学生创新素质具有较大的参考价值。

### 参考文献 (References):

- [1] 李平,毛昌杰,徐进.开展国家级虚拟仿真实验教学中心建设提高高校实验教学信息化水平[J].实验室研究与探索,2013,23(11):5-8.
- [2] 宋国利,盖功琪,苏冬妹.开放式实验教学模式的研究与实践

(上接第100页)

0xa37d,目的端口号为1025,连续发送5个响应报文,在R1-DNS1链路上捕获的DNS报文如图5所示。

No.	Source	Destination	Protocol	Length	Info
13	172.16.11.10	172.16.10.10	DNS	72	Standard query 0xa37d A www.test.com
14	172.16.10.10	172.16.20.10	DNS	72	Standard query 0x301b A www.test.com
15	172.16.11.10	172.16.10.10	DNS	72	Standard query 0xa37d A www.test.com
16	172.16.10.10	172.16.11.10	DNS	88	Standard query response 0xa37d A 172.16.21.10
17	172.16.20.10	172.16.10.10	DNS	112	Standard query response 0x301b
18	172.16.10.10	172.16.21.10	DNS	72	Standard query 0x301b A www.test.com
19	172.16.11.10	172.16.10.10	DNS	72	Standard query 0xa37d A www.test.com
20	172.16.10.10	172.16.11.10	DNS	88	Standard query response 0xa37d A 172.16.21.10
21	172.16.10.10	172.16.11.10	DNS	88	Standard query response 0xa37d A 172.16.21.10
22	172.16.21.10	172.16.10.10	DNS	112	Standard query response 0x301b
23	172.16.10.10	172.16.30.10	DNS	72	Standard query 0x301b A www.test.com
24	172.16.10.10	172.16.11.10	DNS	88	Standard query response 0xa37d A 172.16.21.10
26	172.16.10.10	172.16.11.10	DNS	88	Standard query response 0xa37d A 172.16.21.10
27	172.16.30.10	172.16.10.10	DNS	88	Standard query response 0x301b A 172.16.30.10
28	172.16.10.10	172.16.11.10	DNS	88	Standard query response 0xa37d A 172.16.30.10

图5 捕获的DNS欺骗报文

通过对捕获报文分析可以看到,13、15和20号报文是PC1发送给DNS1的3个DNS请求报文,16、20、21、24和26号报文是DNS1发送给PC1的5个DNS响应报文,这5个报文是对PC1进行DNS欺骗的。在PC1收到28号真实的DNS响应报文之前已经收到了DNS欺骗报文,通过比较标识符和端口号都相同,认为DNS欺骗报文就是真实的响应报文,从而丢弃28号真实的DNS响应报文,DNS欺骗成功。

### 4 结 语

通过实验,验证了DNS递归和迭代查询算法的工作原理,对起始授权记录、名称服务器、主机记录和邮件交换等资源记录的作用进行了详细分析,并对DNS欺骗的原理进行说明。从理论和实践两方面加深了对DNS工作过程的理解。

### 参考文献 (References):

- [1] 谭毓银.基于PacketTracer软件的DNS服务器实验设计[J].实

[J].实验室研究与探索,2010,29(2):91-94.

- [3] 陆源,厉旭云,叶治国,等.自主学习、自主实验、自主创新教学的研究[J].实验技术与管理,2012,29(2):12-16.
- [4] 贾厚光.管理信息系统中自主实验的教学模式[J].实验室研究与探索,2010,29(8):116-118.
- [5] 孙盾,姚缨英.开设自主实验的实践与思考[J].实验技术与管理,2009,26(3):21-23.
- [6] 王光义.实验教育理念与创新能力培养[J].实验室研究与探索,2008,27(8):76-78.
- [7] 王波,张岩,王美玲.电子技术实验教学改革的探索[J].实验室研究与探索,2011,30(6):343-345.
- [8] 李香萍,严明.电子技术实验教学的改革与实践[J].实验室研究与探索,2009,28(10):117-119.
- [9] 张晓燕,李洋.EDA技术在电子技术实验教学中的应用[J].实验技术与管理,2010,27(11):334-336.
- [10] 国家中长期教育改革和发展规划纲要工作小组办公室.国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020)[Z].2010.
- [11] 中华人民共和国教育部.关于开展国家级虚拟仿真实验教学中心建设工作的通知[Z].2013.
- [12] 中华人民共和国教育部.教育信息化十年发展规划(2011-2020)[Z].2012.
- [13] 朱礼亚,唐争艳.电子技术实验教学改革的探讨[J].科教导刊(课程改革),2012(6):86-88.

验技术与管理,2013,30(9):101-103+106.

- [2] 顾春峰,李伟斌,兰秀凤.基于VMware、GNS3实现虚拟网络实验室[J].实验室研究与探索,2012,31(1):73-75,100.
- [3] 李林林,孙良旭,吴建胜,等.单机环境下路由交换技术综合实验设计[J].实验室研究与探索,2015,34(8):115-118.
- [4] "RedNectar" Chris Welsh. GNS3 Network Simulation Guide[M]. Birmingham:Packt Publishing Ltd.,2013.
- [5] Sanders C. Wireshark 数据包分析实战[M].2版.诸葛建伟,陈琳,许伟林译.北京:人民邮电出版社,2013.
- [6] Orebaugh A, Ramirez G, Burke J, et al. Wireshark &Ethereal Network Protocol Analyzer Toolkit[M]. Rockland: Syngress Publishing, Inc.,2007.
- [7] 徐慧,王春枝,陈宏伟,等.以协议分析为导向的本科生网络管理能力培养模式[J].计算机教育,2013(14):13-16.
- [8] 谢希仁.计算机网络[M].(5版)北京:电子工业出版社,2008.
- [9] 曹雪峰.计算机网络原理—基于实验的协议分析方法[M].北京:清华大学出版社,2014.
- [10] Mockapetris P. Domain Names - Implementation and Specification[S]. IETF RFC 1035,1987.
- [11] 孔政,姜秀柱.DNS欺骗原理及其防御方案[J].计算机工程,2010,36(3):125-127.
- [12] 张红轻,王道顺.基于DNS缓存中毒的Webmail攻击及防护[J].计算机工程,2009,35(4):125-127.
- [13] Doyle J, Carroll JD. TCP/IP路由技术(第二卷)[M].夏俊杰译.北京:人民邮电出版社,2009.
- [14] Solie K, Lynch L. CCIE实验指南(第2卷)[M].姚军玲,顾彬,梅洪涛等译.北京:人民邮电出版社,2006.
- [15] 杨林,杨勇.高校校园网私有DNS服务器架设研究[J].通信技术,2011,44(1):118-120.
- [16] 秦文生,鲜路.自建私有根域名服务器完成多域电子邮件互发[J].福建电脑,2011,27(7):162,161.