

学校编码: 10384

分类号 \_\_\_\_\_ 密级 \_\_\_\_\_

学号: X2008221023

UDC \_\_\_\_\_

厦 门 大 学

工 程 硕 士 学 位 论 文

组 装 计 算 机 的 虚 拟 实 验 室

Assembly of the computer's virtual laboratory

李 健

校内指导教师: 曹冬林 讲师

校外指导教师: 谢孟荣 教授

专 业 名 称: 计算机应用技术

论文提交日期: 2012 年 月

论文答辩时间: 2012 年 月

学位授予日期: 2012 年 月

答辩委员会主席: \_\_\_\_\_

评 阅 人: \_\_\_\_\_

2012 年 月

---

## 厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为( )课题(组)的研究成果,获得( )课题(组)经费或实验室的资助,在( )实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

## 厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，  
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

## 摘要

根据初中信息技术教育教学的特点：以实际应用能力为中心，以教育文化素质为根本，以掌握基本概念、强化应用为目的，加强技能训练，注重培养学生动手操作能力。对于提高学生的实际应用能力，模拟实验将是提升课堂效率极为重要的一个环节。

本文针对目前计算机硬件更新速度过快，学校配套设施及和建设规模无法满足学生实验需要的突出问题，在对虚拟实验室研究现状进行充分调研的基础上，借鉴国内相关虚拟实验室技术，搭建了一个逼真的、操作方便的、具有交互功能的组装计算机硬件的虚拟实验操作平台，对组装计算机实验进行了模拟。实现了实验过程以及实验现象的仿真，产生了符合客观规律的可视化效果，实现了学生和虚拟空间之间的良好交互。对于学习信息技术的初中学生来说，计算机组装是一门基础课，构建组装计算机的虚拟实验能够有效的降低实验成本，提高实验效率并便于学生自学，相信组装计算机的虚拟实验室一定有着广阔的应用前景。

本文首先分析了我国近年来各校实验教学面临的困境，为了缓解实验教学压力，改善实验教学条件，提高实验教学质量，提出采用虚拟实验系统来辅助实验教学的开展。接着对国内外虚拟实验室的研究现状进行了总结，介绍了虚拟实验室的优势和特点，并就组装计算机实验课的现状提出了构建组装计算机虚拟实验室的设想：即用软件代替硬件，用编程模拟实验的全过程。课题选择面向对象的Java语言编程，用Java3D构建三维场景。系统功能包括实验管理、安装过程演示、实验指导、实验报告、实验答疑、论坛交流、虚拟实验几大部分。主要功能是让学生采用虚拟仪器完成组装过程，以达到学会计算机组装的目的。

**关键词：**虚拟实验；计算机；硬件组装

## Abstract

According to junior middle school information technology education teaching characteristic: Take the practical application ability as the center, take educates the cultural quality as the basis, take grasps the basic concept, the strengthened application as the goal, strengthens the skill training, pays great attention to train the student to begin to operate ability. Regarding will sharpen student's practical application ability, the modeling will be promotes the classroom efficiency great importance a link.

This article is excessively quickly in view of the present computer hardware refresh rate, the school matching facilities and are unable the prominent question which with the construction scale satisfies the student to test needs, in carries on the full investigation and study to the hypothesized laboratory research present situation in the foundation, profits from the domestic related hypothesized laboratory technology, clearly built one, the ease of operation, to have the interactive function asset. Has realized the experiment process as well as the experiment phenomenon simulation, produced has conformed to the objective law visualization effect, has realized student and between the virtual space good alternately. Regarding the study information technology's at the beginning of middle-school student, the computer assembly is a basic course, the construction assembly computer's hypothesized experiment can effective reduce the experiment cost, raises the experiment efficiency and is advantageous for the student to study independently, believed that the assembly computer's hypothesized laboratory has certainly the broad application prospect.

This article has first analyzed the difficult position which our country various schools experiment teaching faced in recent years, to alleviate the experiment teaching pressure, the improvement experiment teaching condition, improved the experiment quality of teaching, proposed that used the hypothesized experiment system to be auxiliary the experiment teaching the development. Then has carried on

the summary to the domestic and foreign hypothesized laboratory's research present situation, introduced the hypothesized laboratory's superiority and the characteristic, and made the construction assembly computer hypothesized laboratory tentative plan on the assembly computer experiment class's present situation: Namely replaces the hardware with the software, with programming modeling's entire process. The topic chooses the object-oriented Java language programming, constructs the three dimensional scene with Java3D. The system function manages, the installation process demonstration, the experiment to instruct. The major function is lets the student use the hypothesized instrument to complete the assembly process, achieves the academic society computer assembly the goal.

**Key words:** Virtual experiment; computer; hardware assembly

# 目录

摘要.....	I
Abstract.....	II
<b>第一章 绪论</b> .....	<b>1</b>
1.1 课题背景.....	1
1.2 国内外虚拟实验室研究现状.....	2
1.2.1 国外研究现状.....	2
1.2.2 国内研究现状.....	3
1.3 高职院校实验教学中存在的问题.....	4
1.4 课题意义.....	5
1.5 实验教学中应用计算机虚拟实验要注意的问题.....	6
1.6 论文的主要研究工作及组织结构.....	7
<b>第二章 虚拟实验室概述</b> .....	<b>8</b>
2.1 虚拟实验.....	8
2.1.1 虚拟实验的定义.....	8
2.1.2 虚拟实验的特点.....	8
2.2 虚拟实验室.....	9
2.2.1 虚拟实验室的定义.....	9
2.2.2 虚拟实验室的功能.....	10
2.2.3 虚拟实验室的分类.....	10
2.2.4 虚拟实验室的优势和特点.....	11
2.2.5 虚拟实验室架构原则.....	11
2.2.6 Java 语言.....	12
2.2.7 Java3D 技术.....	13
<b>第三章 组装计算机虚拟实验室总体设计</b> .....	<b>14</b>
3.1 虚拟实验室系统体系结构及功能.....	14

3.1.1 系统体系结构.....	14
3.1.2 系统功能.....	15
<b>3.2 虚拟实验平台设计 .....</b>	<b>16</b>
3.2.1 基于 Java 3D 开发虚拟实验的流程.....	17
3.2.2 虚拟实验平台的构建.....	18
<b>3.3 系统功能模块 .....</b>	<b>20</b>
<b>第四章 详细设计 .....</b>	<b>23</b>
<b>4.1 登录及注册页面的设计 .....</b>	<b>23</b>
4.1.1 用户登录.....	23
4.1.2 用户注册.....	24
<b>4.2 虚拟实验室系统主要模块介绍 .....</b>	<b>25</b>
4.2.1 安装过程演示模块.....	25
4.2.2 实验管理模块.....	28
<b>4.3 实验信息管理的设计 .....</b>	<b>28</b>
<b>第五章 虚拟实验的实现 .....</b>	<b>30</b>
5.1 用户登录 .....	30
5.2 新用户注册 .....	32
5.3 登录成功 .....	33
5.4 虚拟实验过程 .....	33
5.5 开发过程中的问题解决 .....	37
<b>第六章 总结与展望 .....</b>	<b>38</b>
<b>参考文献 .....</b>	<b>39</b>
<b>致谢 .....</b>	<b>41</b>



## Table of Contents

<b>Abstract in Chinese.....</b>	<b>I</b>
<b>Abstract in English .....</b>	<b>II</b>
<b>Chapter 1 Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 subject of the background .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 at home and abroad Virtual Laboratory Research.....</b>	<b>2</b>
1.2.1 Foreign Research .....	2
1.2.2 internally Research.....	3
<b>1.3 vocational Laboratory Teaching.....</b>	<b>4</b>
<b>1.4 subject of significance .....</b>	<b>5</b>
<b>1.5 experiment of teaching the application of computer virtual experiment to     note .....</b>	<b>6</b>
<b>1.6 The main research work and the organizational structure.....</b>	<b>7</b>
<b>Chapter 2 Overview of the second chapter of the virtual laboratory..</b>	<b>8</b>
<b>2.1 Virtual experiments .....</b>	<b>8</b>
2.1.1 The definition of the virtual experiment .....	8
2.1.2 The characteristics of the virtual experiment.....	8
<b>2.2 Virtual Laboratory.....</b>	<b>9</b>
2.2.1 Virtual Laboratory .....	9
2.2.2 Virtual Laboratory functions.....	10
2.2.3 virtual laboratory classification.....	10
2.2.4 Virtual Lab .....	11
2.2.5 The virtual laboratory architecture principle .....	11
2.2.6 the Java language .....	12
2.2.7 Java 3D technology.....	13
<b>Chapter 3 Assembled in the third chapter the overall design of</b>	

<b>computer virtual laboratory .....</b>	<b>14</b>
<b>3.1 Virtual Laboratory System Structure and Function .....</b>	<b>14</b>
3.1.1 System Architecture .....	14
3.1.2 System functions .....	15
<b>3.2 virtual experiment platform design.....</b>	<b>16</b>
3.2.1 based on Java 3D development process.....	17
3.2.2 virtual experiment platform to build .....	18
<b>3.3 System function module .....</b>	<b>20</b>
<b>Chapter 4 detailed design.....</b>	<b>23</b>
<b>4.1 Login and registration page design .....</b>	<b>23</b>
4.1.1 user login.....	23
4.1.2 User Registration .....	24
<b>4.2 virtual laboratory system module introduces.....</b>	<b>25</b>
4.2.1 Installing the process of demo module .....	25
4.2.2 Experimental management module.....	28
<b>4.3 Experimental design of information management.....</b>	<b>28</b>
<b>Chapter 5 Virtual Experiments .....</b>	<b>30</b>
<b>5.1 user login.....</b>	<b>30</b>
<b>5.2 New User Registration .....</b>	<b>32</b>
<b>5.3 Login successful.....</b>	<b>33</b>
<b>5.4 virtual experiment.....</b>	<b>33</b>
<b>5.5 The development process in problem solving.....</b>	<b>37</b>
<b>Chapter 6 Summary and Outlook.....</b>	<b>38</b>
<b>References.....</b>	<b>39</b>
<b>Acknowledgements .....</b>	<b>41</b>

## 第一章 绪论

随着中学教育的深化改革，我市各校普遍陷入了实验教学的困境。主要表现在硬件设施不足、教学时空受限、教学方法和内容落后。在计算机和网络通信技术快速发展的前提下，充分利用计算机资源的虚拟实验室成为解决这些现存问题、提高实验教学质量的重要选择。

### 1.1 课题背景

实验是教学活动中一个必不可少的环节，绝大多数课程都是以实验为基础的。实验在理工科教学中占有十分重要的地位，实验可以增强学生的学习兴趣，锻炼动手操作能力，从而加深学生对所学理论知识的理解；可以引导学生从实验中发现问题、分析问题、解决问题，从而诱发学生对新事物的探索 and 实现新的创造。在大力倡导素质教育的今天，办好实验对于培养学生的综合素质和实践技能是至关重要的。

但是近年来，各校的实验室设备和建设规模都难以满足学生需要。在当下情况下，传统的实验教学方法不仅在扩大实验室的建设规模、增添大量的仪器设备中要耗费大量资金，而且实验管理人员的实验管理也是一大难题。在实验过程中要求老师、学生都要尽量避免仪器设备磨损造成的经济损失，从而保证实验教学秩序的正常进行。然而元器件的消耗是不可避免的，这巨大的经济负担对于目前各校的经济实力来说都是难以承担的。又由于基础实验室主要针对的是所有的理工科专业，任务非常繁重，实验室的条件常常只能应付学生按照教学大纲的要求做一些很简单的验证性实验，实验次数少，学生平常很少有机会去反复操作常用仪器仪表，也就无法真正掌握仪器仪表的使用，更少有机会去做设计性实验。这不利于调动学生学习积极性，更别提培养创新精神，这对于加强实践动手能力都十分不利。

为了缓解实验教学的压力，改善实验教学条件，提高实验教学质量，人们提出采用虚拟实验系统来辅助实验教学的开展。

## 1.2 国内外虚拟实验室研究现状

### 1.2.1 国外研究现状

虚拟现实技术有很久的历史。1965年,美国的 Sutherland 在篇名为《终极的显示》的论文中首次提出了包括具有交互图形显示、声音提示的虚实系统以及力反馈设备的基本思想。1966年,美国 MIT 的林肯实验室正式开始了头盔式显示器(HMD)的研制工作。1970年,出现了第一个功能较齐全的 HMD 系统。而“ViReality”是在二十世纪80年代初由美国的 Jaron Lanier 代初正式提出的。并引起了人们对虚拟现实技术的广泛关注。1984年, NASA Ames 研究中心虚拟行星探测实验室的 M. McGreevy 和 J. Humphries 博士组织开发了用于火星探测的虚拟环境视觉显示器,计算机接收从火星探测器发回来的数据,构造出火星表面的三维虚境。在之后的虚拟交互环境工作站(VIEW)项目中,研究人员又开发了遥现设备和通用多传感仿真器。

到了90年代,计算机硬件技术迅速发展,与计算机软件系统不断改进相匹,实现了基于大型数据集合的声音和图象的实时动画的制作;输入输出设备不断创新,更加实用化、新颖化。所有这些都为虚拟现实系统的迅速发展奠定了很好的基础。比如1993年的11月,利用虚拟现实系统宇航员顺利地完成了将新的望远镜面板从航天飞机的运输舱内取出的工作,另外还使用虚拟现实技术进行波音777的设计,并获得成功,是近年来引起科技界瞩目的又一件工作。

从虚拟实验室概念的提出到如今,仅有十几年的时间。但是由于虚拟实验室广阔的应用前景,在国内外已经有很多组织都展开了对虚拟实验系统的研究,以及对虚拟实验系统的建设工作,尤其是在国外一些知名的大学,已经有很多建好的虚拟实验系统,并成功投入使用,涵盖了数学、物理、化学、计算机网络、生命科学、生物工程、人工智能、通讯等教学、3DCAD、图形图像、科研领域。

1989年,由 Genral Florida 大学教育训练研究院首次建立虚拟系统实验室,英文称 VSL(Virtual Systems Laboratory, 简称 VSL),其目标在于提高计算机图形术表现力以及改进仿真过程中的人机接口设计。虚拟实验室还应具备一些基本特征:与现实的一致性(或现实的延伸)、实时的信息反馈、高度交互性。

(1) 印地安那州立大学的 MBL 化学实验室。该实验室在给新生开化学实验课时用计算机来进行相关实验,例如辅助计算机进行实验数据的收集与处理,用

同时用计算机模拟实验，并在网上上传一些有关的实验指导材料。

(2) 卡罗莱纳州立大学的 LAAP (Learn Anytime Anywhere Physics)。该实验室主要有以下几个模块：相关的实验课程模块；1、基于 Java Applet 的虚拟实验设备和实验设施；2、协作学习模块；3、实验学习结果评价模块。该实验室是利用 Java 技术建立的基于 Web 的探索式虚拟物理实验室，

(3) 芝加哥伊利诺伊大学数字化有机化学实验室。该实验室在充分利用网络资源的基础上，在网上提供虚拟实验、在线实验教材、实验测评方法、实验教学时间表、相关教学资源的链接等一系列的实验教学指导。

从以上例子可以看出虚拟实验室最大的优点就是成本低，效率高，在虚拟实验室中实验就可解决因实验经费不足或高价位、高档次设备缺乏而不能开设出的实物实验，当然也就不会造成因使用不当、管理不善等因素造成的仪器损坏、元器件丢失等现象。另外，虚拟实验还有优于实物实验室的一大特点，它可以模拟实物实验室中没有的设备，而且还可以方便地进行实验而不受时间、空间的限制。

### 1.2.2 国内研究现状

与西方发达国家相比，国内虚拟实验的开展起步较晚，但目前虚拟实验室的建设也得到了应有的重视，已有部分学校初步建立了虚拟实验空。

(1) 北京邮电大学远程教育学院 ([www.Buptol.com.cn](http://www.Buptol.com.cn)) 的网络课程中就有虚拟电子电路实验、虚拟物理实验等。这些实验采用的是 Flash 和 HTML 等技术建设的，所以可以在网络上传播。

(2) 华中理工大学图像处理研究室设计的数字图像处理虚拟实验室，机械学院设计的工程测试虚拟实验室，学生可以在虚拟实验室中通过联网计算机终端来进行仿真实验。

(3) 中国农业大学建立了网上虚拟土壤作物系统实验室，利用计算机模拟植物整个的生长状况，从而讨论研究虚拟植物模型，从而解决在农业领域应用的关键性问题。

总结他们所使用的技术，可以看出他们大多可以划分下面几类：

(1) 使用 JAVA 进行开发。JAVA 语言是一种比较常见而重要的网上通用语言，JVM (JAVA 虚拟机) 的存在使得源程序具有可移植性。另外 JAVA 语言具有较强的稳定性和安全性，这一点也是构建网上虚拟实验室系统非常关键的。目前利用这

种技术开发出来的系统有：北京大学的 3WNLAB 系统、普渡大学的交互式硬件实验系统等。

(2) 使用 ActiveX 控件进行开发。大连理工大学的气相色谱仪就是利用这种技术开发出来的系统有，这个系统实现了化学滴定分析和分析仪器实验平台，应用于国内很多高校。

(3) 使用 VRML 技术进行开发。VRML 的第二代 WEB 上的技术，是一种对三维场景进行描述的语言，也是在 Inetenet 网上实现虚拟现实的很重要的技术。

(4) 使用 QuickTime VR 技术进行开发。QuickTime 是苹果公司的一个重要产品，在 QuickTime3.0 之后就开始支持 QuickTime VR。这是一种实景建模的虚拟现实技术，其实现平台不需要图形工作站或者数据等高额昂贵的硬件设备支持，只需一台 PC 机即可。另外，QTVR 技术使参与者可以自己控制体验的进程和顺序，可以挑选自己感兴趣的环节而略过其他部分。

### 1.3 高职院校实验教学中存在的问题

(1) 从目前的实验教学来看，学校开设课程以理论为主，实验课基本上都是附属与相应的理论课或成为有关理论课的一部分，比较强调和重视理论知识的传授，而且在实验教学中知识都是预知的，只需要强制性记忆。另外师生重视的是实验结果或结论（多数情况下实验教学的目的也就是验证并记住这些结论），而对实验过程的探索不够重视，至于素质教育所提倡的科学思想、科学品质、科学态度、科学方法等的培养，在实验教学中体现较少。显然，这样的实验教学不能适应实验教学目标的实现。在教学观念上普遍重视理论课的理解和掌握，忽视了实验课的作用。

(2) 实验教研气氛不浓。在平时的教学中，教师注重的主要是知识及解题能力的培养和训练，而对实验探究的研究不够，平时的听课也只重视知识的传授与思维能力的研究，至于实验过程中出现的生成性的问题、实验经验的积累、实验的后记则往往不被重视。尤其是不关心学生实验中出现的的问题，不去分析学生实验中出现问题的根本原因，不能对学生进行及时的学法指导，因而使得学生的实验探究能力相对薄弱。在实验教学目的的认识上本末倒置。重视对理论知识的验证，忽视了实验技能和综合素质的培养。

(3) 基础建设落后，教学仪器严重不足、实验设施极度缺乏。大部分学校的实验仪器还是几年前配发的，近几年来没有添置过一件教学仪器；现有的教学仪器陈旧，设备落后，仪器残缺不全；实验仪器和教材内容相比严重滞后，大部分学校不能完全按照教学大纲和教材内容的要求开齐开全学生的分组实验。虽然部分学校对仪器进行了配备，但易损易耗仪器得不到及时修理或补充，实验教学无法正常开展或很少开展。

(4) 学生实验习惯差、实验技能弱。很多学生在实验中不按操作要求做实验，不遵守规则，造成实验仪器的损坏，从而影响实验正常开展。还有一部分学生缺乏主观能动性，错误地认为“考试不考动手操作，实验费时”，没有必将时间花费实验上；另外还有个别学生对实验有畏惧的心理，操作时思想紧张，害怕实验不成功；针对一些具有一定难度的实验，学生很难实验成功，就不能体会到实验成功的快感，久而久之就会对实验失去兴趣和信心。对探究验证实验的猜想总是离题太远，而过程的设计上又是缺乏科学性。

### 1.4 课题意义

网络虚拟实验就是在 WEB 中创建一个可视化的三维环境，用户可以通过对鼠标的操作来进行虚拟的实验。多媒体计算机技术、网络技术与仪器技术的结合是网络虚拟实验室实现的基础。虚拟实验室具有智能化特征，使得无论是教师还是学生，都可以随时地进入虚拟实验室操作仪器，进行各种实验。虚拟实验室为学生提供了多种多样、种类齐全的仪器，同时还为实验类课程的教学改革提供了极大地技术支持。

通过组装计算机的虚拟实验，模拟组装一台计算机的实验现象。让学生通过实验能够切身地观察实验现象并自己动手组装电脑。它和一般意义上的实验室的不同之处只在于：虚拟实验室中操作的并不是真正的实验仪器和设备，而是用软件仿真来模拟已经存在和使用的设备。实际操作过程是：服务器端通过软件技术仿真各种实验环境，同时接收来自客户端的实验操作请求，根据客户端不同的实验请求，调整仪器的不同状态，模拟进行实验的现象，输出对应的实验数据。学习者在客户端进行实验，其中实验过程中的数据和实验结果数据可以放置于服务器端。

对于目前绝大多数学校来说, 虚拟实验室不仅起到改善教学设备的不足问题, 而且在教学方式和授课模式上也发生了转变, 这样使得学生可以按自己的需要进行实时的自主式学习, 学生可以真正参与到教学活动中去, 成为教学过程中的主体, 积极主动地获取所需要的知识, 化被动式的接受为主动式的学习。这种自主式的学习方式, 能够充分地发挥学生的主观能动性, 激发学习兴趣和热情, 提高学生空间想象力, 有效地提高了教学质量及学生综合运用知识的能力。这样不仅取得了很好的教学成果, 而且深受学生们的欢迎, 解决了过去教师只能在课堂中讲授抽象的问题, 这是“黑板和粉笔”的效果所不能比拟的。

因为缺乏实验条件, 组装计算机的虚拟实验室有着广阔的应用前景。而在作这些实验时, 绝对不会损坏硬盘上的数据, 也不会有什么危险性。尤其适用于在校学生在学校机房时作实验使用。我们期待有朝一日, 虚拟现实系统可以成为一种处理多维信息的强大系统, 可以帮助人们进行思维创造和实现人们对已有的概念进行深化和获取新概念。虚拟实验室的产生是对传统实验教学模式的改革, 提高实验教学质量, 为实验教学由实物实验教学转变为虚拟实验教学提供了切实可行的解决办法。

目前学生实验主要存在如下几个问题:

- (1) 学校实验经费不足, 实验配套的仪器设备陈旧过时;
- (2) 实验材料损耗较大, 需要经常更新, 例如: 导线、芯片等;
- (3) 实验室空间、时间有限, 不能随时开放;
- (4) 由于学时有限, 实验内容单一, 基本是一些简单的验证实验。

构建计算机组装虚拟实验室, 即用软件代替硬件, 用编程模拟实验的全过程, 可以大大简化实验的操作过程, 解决实验资源的不足, 实现实验数据的电子化, 打破传统实验室在地域空间和时间上的约束, 改革传统的实验思维、实验方法、操作步骤, 数据处理、仪器用具等方面, 并对实验课的教学模式进行新的探索。

### 1. 5 实验教学中应用计算机虚拟实验要注意的问题

(1) 虚拟实验设计要与现实实验保持一致。例如, 计算机虚拟实验中各种环境、设备的样式、接口、操作方法应该尽量以真实的多媒体形式体现出来, 从而增强虚拟实验的现场感, 不仅起到加深印象的作用, 还可以提高学生在处于虚拟



Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库