

附件 1:

学校编码: 10384

分类号\_\_\_\_\_密级\_\_\_\_\_

学号: X2009230107

UDC \_\_\_\_\_

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

基于 B/S 架构的计算机网络虚拟实验  
教学系统的研究与应用

The Application and Research of Computer Network Virtual  
Experimental Teaching System Based on B/S Framework

王 越

指导教师姓名: 段 鸿 副教授

专 业 名 称: 软 件 工 程

论文提交日期: 2011 年 4 月

论文答辩时间: 2011 年 月

学位授予日期: 2011 年 月

答辩委员会主席: \_\_\_\_\_

评 阅 人: \_\_\_\_\_

2011 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

随着时代的发展,虚拟教学作为一种新的教学模式已经得到越来越广泛地应用。其中虚拟实验教学已成为近年来研究的重点和难点。传统教学实验难以通过增加设备、扩大实验室规模来满足迅速膨胀的学生规模,而虚拟实验是解决这一问题的有效途径。虚拟实验是指借助于多媒体、仿真和虚拟现实等技术在计算机上营造可辅助、部分替代甚至全部替代传统实验各操作环节的相关软硬件操作环境,实验者可以像在真实的环境中一样完成各种实验项目,所取得的实验效果等价于甚至优于在真实环境中所取得的效果。

实验课程在培养和提高学生动手实践能力、观察能力、理论联系实际能力等方面有着不可替代的作用,实验课程也为学生的研究能力、开拓能力、创新意识等综合素质的培养提供了较好的途径,同时实验也是验证理论的重要手段。因此,实验课程在学科教学中具有不可替代的作用。计算机网络虚拟实验系统是针对计算机网络实验而开发,但最终目的并不仅仅是一个系统。本课题最主要是希望以计算机网络虚拟实验系统为背景,对困扰远程教育以及以实际操作为主的学科进一步发展的“如何做实验”问题进行研究,探索并找到解决问题的途径。计算机网络虚拟实验系统采用B / S(Browser / Server)架构,Java技术开发,Java2D作为底层绘制技术,Swing作为用户界面开发技术,面向Linux以及Windows平台下的浏览器使用。本文以该虚拟实验系统的研究和应用为例,描述了该系统的系统架构和该系统的测试和应用情况。

**关键词:** 计算机网络 ; 虚拟实验 ; B/S架构

## Abstract

As the times develop, virtual teaching, the new teaching model, has been widely used recently. The virtual experiment teaching has become the important and difficult part to study in recent years. It's difficult for traditional teaching experiment to satisfy the rapidly increasing number of students by increasing the teaching equipments and expanding the scale of labs, while virtual experiment is a effective way to solve this problem. Virtual experiment is the hardware and software operating environment created by ways of multimedia, simulation and virtual reality that can assists, partly replaces or completely replaces the operation links of traditional experiment. The experimenter can conduct various experimental projects just as in a real environment and the effect of the results obtained is equivalent to or better than that in the real environment.

The experimental course plays an irreplaceable role in cultivating and improving students' ability to practice, observe and link theory with practice. The virtual experiment system of computer network is developed for computer network experiment, but the ultimate goal is not just for the system. With the background of virtual experiment system of computer network, the main purpose of the project is to research and explore the problem of "How to conduct experiments" and to find the solution of the problem, which puzzles the further development of subject in distance education and practice. The computer network virtual experiment system adopts Browser/Server framework , Java technology development and also uses the bottom drawing technique of Java 2D ,the user interfaces developed technique of Swing, object-oriented technology and the browser use under the Windows platform. This paper takes the study and application of virtual experiment system as an example and describes the framework of this system and its tests and applications.

**Key words:** Computer network; Virtual experiment; B/S Framework

## 目 录

<b>第一章 绪论</b> .....	<b>1</b>
1.1 论文研究的背景及意义.....	1
1.2 虚拟实验国内外研究现状.....	1
1.2.1 虚拟实验国内外研究现状 .....	1
1.2.2 网络虚拟实验的国内外研究现状.....	3
1.3 计算机网络实验存在的问题 .....	6
1.4 虚拟实验的特点 .....	7
1.5 论文结构.....	9
<b>第二章 虚拟实验关键技术研究</b> .....	<b>10</b>
2.1 B/S 架构.....	10
2.1.1 B/S 架构概述.....	10
2.1.2 B/S 模式与 C/S 模式的比较 .....	11
2.2 仿真技术.....	13
2.2.1 仿真的定义和作用 .....	13
2.3 面向对象技术 .....	13
2.3.1 面向对象技术的相关概念与理论.....	13
2.3.2 面向对象仿真的设计语言 .....	18
2.4 用户界面开发技术 .....	21
2.4.1 RIA 概述 .....	21
2.4.2 JavaFX 技术简介.....	23
<b>第三章 计算机网络虚拟实验教学系统架构</b> .....	<b>25</b>
3.1 系统需求分析 .....	25
3.1.1 系统需求概要.....	25
3.1.2 系统功能需求分析.....	26
3.2 系统体系结构 .....	27
3.3 系统设计 .....	32
3.3.1 系统设计的总体目标.....	32

3.3.2 动态界面技术及其实现 .....	33
3.3.3 RIA 技术 .....	34
3.3.4 用户界面及功能 .....	35
<b>第四章 计算机网络虚拟实验教学系统测试 .....</b>	<b>37</b>
<b>4.1 系统的可靠性测试 .....</b>	<b>37</b>
4.1.1 测试工具 .....	37
4.1.2 功能测试 .....	39
4.1.3 性能测试 .....	40
4.1.4 兼容性测试 .....	40
<b>4.2 系统的安全性测试 .....</b>	<b>41</b>
4.2.1 LoadRunner 工具的引入 .....	44
4.2.2 安全测试各阶段 .....	46
4.3 学生使用的情况 .....	48
4.4 典型案例—中职计算机应用技术技能竞赛系统 .....	51
<b>第五章 论文工作总结 .....</b>	<b>56</b>
5.1 全文总结 .....	56
5.2 研究展望 .....	56
<b>参考文献 .....</b>	<b>57</b>
<b>致    谢 .....</b>	<b>58</b>

## Contents

<b>Chapter 1 Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Background and Significance.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 The study situation of virtual experiment at home and abroad.....</b>	<b>1</b>
1.2.1 The study situation of virtual experiment.....	1
1.2.2 The study situation of network virtual experiment at home and abroad	3
<b>1.3 The existed problem of computer network experiment.....</b>	<b>6</b>
<b>1.4 The character of virtual experiment .....</b>	<b>7</b>
<b>1.5 The structure of thesis.....</b>	<b>9</b>
<b>Chapter 2 Key study of virtual experiment .....</b>	<b>10</b>
<b>2.1 B/S Framework.....</b>	<b>10</b>
2.1.1 B/S The statement of Framework .....	10
2.1.2 The comparison between B/S model and C/S model.....	11
<b>2.2 The Emulation technique.....</b>	<b>13</b>
2.2.1 The definition and function of emulation technique .....	13
<b>2.3 The object-oriented technology .....</b>	<b>13</b>
2.3.1 The concept and theories of object-oriented technology.....	13
2.3.2 The language design of object-oriented technology .....	18
<b>2.4 The development technique of user's interface.....</b>	<b>21</b>
2.4.1 Introduction of RIA.....	21
2.4.2 The introduction of Java FX technology.....	23
<b>Chapter 3 The teaching system framework of computer network virtual experiment .....</b>	<b>25</b>
<b>3.1 System needs analysis .....</b>	<b>25</b>
3.1.1 The outline of system needs.....	25
3.1.2 The needs analysis of system function .....	26
<b>3.2 System structure .....</b>	<b>27</b>
<b>3.3 System Design .....</b>	<b>32</b>
3.3.1 The general goal of system design .....	32
3.3.2 Dynamic interface technology and its realization.....	33
3.3.3 RIA technology .....	34
3.3.4 The user interface and its function .....	35



<b>Chapter 4 The teaching system tests of computer network virtual experiment.....</b>	<b>37</b>
<b>4.1 System reality tests .....</b>	<b>37</b>
4.1.1 Tests instrument .....	37
4.1.2 Function tests .....	39
4.1.3 Property tests.....	40
4.1.4 Compatibility tests .....	40
<b>4.2 System safe tests.....</b>	<b>41</b>
4.2.1 The introduction of LoadRunner.....	44
4.2.2 Safety tests in each stage .....	46
<b>4.3 The situation of students' use .....</b>	<b>48</b>
<b>4.4 Paradigm cases-- The computer applied technology contest system of ploytechnic school .....</b>	<b>51</b>
<b>Chapter 5 Conclusion .....</b>	<b>56</b>
<b>5.1 The conclusion of the thesis .....</b>	<b>56</b>
<b>5.2 Future Research .....</b>	<b>56</b>
<b>Bibliographies .....</b>	<b>57</b>
<b>Acknowledgments .....</b>	<b>58</b>

## 第一章 绪论

### 1.1 论文研究的背景及意义

随着我国高等教育体制的深化改革以及招生规模的急剧增加,国内高校陷入了实验教学的困境,特别是在高校资金投入比较紧缺的情况下,实验室建设规模严重滞后于迅速膨胀的学生规模。为了适应和促进社会发展,就要认真研究教育现状和目前出现的问题,改革教学手段和教学方法。如果仍然采用传统的实验教学方法,那么不仅要耗费巨额资金来扩大实验室的建设规模,增添大量的仪器设备,而且也要扩大实验管理人员以加强实验管理环节,然而,就目前我国高校的普遍经济状况,想通过扩大实验室的规模、增添大量仪器设备来满足传统的实验教学,一般是难以实现的。

教育教学改革的不断深化对实验教学在培养学生的科学研究能力和综合素质等方面提出了更高的要求。实验教学的教学内容、教学模式、教学方法有待新与完善。虚拟实验技术的成熟发展和实验教学改革的迫切需要使得虚拟实验教学中的应用从理论研究走向了实际应用。

我主要的研究工作围绕基于 B/S 架构的计算机网络虚拟实验教学系统的研究与应用展开,涵盖了针对计算机网络虚拟实验的前期调研和文献调研,阅读大量的参考文献。因此,本文没有描述一个完整的计算机网络虚拟实验系统的各个功能模块的设计和开发工作,而是将阐述范围仅限于在计算机网络虚拟实验系统的系统架构和该系统在教育教学的应用设计研究方面,这是本论文的论述重点。

### 1.2 虚拟实验国内外研究现状

#### 1.2.1 虚拟实验国内外研究现状

虚拟实验室,也称作合作实验室。美国 University of Virginia 的 William Wulf 教授在 1989 年提出了虚拟实验教学系统(Virtual Laboratory),也称为合作实验室(Collaboratory)的概念,用来描述计算机网络环境下的虚拟实验教学系统环境<sup>[1]</sup>。这种虚拟实验教学系统环境的新思想,致力于构筑一个综合不同工具和技术的集成环境。在这个环境里,科学家们可以有效地利用地理上分布的各

种资源(数据、信息、设备、人员等)从事科研活动<sup>[6]</sup>。Wulf 教授形象的把虚拟实验教学系统称为,“无墙的研究中心”。在这种环境下,各国科研人员就某一科研项目进行交流,可以使用仪器,共享数据和资源。共同在数字图书馆中提取信息,存储信息,撰写学术论文等。

联合国科教文组织(UNESCO)于1999年5月10日至12日在美国依阿华州立大学召开的会议明确了关于“虚拟科学研究中心”和“虚拟研究实验室”科研和教学模式的构想,此次会议将“虚拟实验室”定义为:以利用分散的信息和通信技术来创造及获取成果为目的,在科研与其他创造性活动中进行远距离合作和实验的一种电子协作组<sup>[3]</sup>。所谓“虚拟实验”,根据联合国教科文组织(UNESCO)的定义是指利用分散的信息和通信技术在科研和其它的创造性活动中进行远距离合作和实验的一种电子协作过程。可见虚拟实验即利用信息通信技术实现的各种远程实验环境下进行的实验,所取得的实验效果应当是与在真实环境中的实验效果一致。虚拟实验室具有经济性、开放性、针对性、安全性等传统实验室无法比拟的特点,决定了它在科研、教育中良好的应用前景。

在虚拟时代,我们可以虚拟没有成为现实性的各种可能性,使其成为虚拟现实普遍的数字化网络化,将大大提高人们的虚拟水平和创新能力,将使人类的生存方式主要生活在虚拟现实之中,而这虚拟现实比自然现实更富有人性的特性,更符合人们多样化的理想需求建立虚拟实验室可为满足这种与日俱增的需求提供充分必要的便利。

虚拟实验室在工程领域,特别是工科教育领域具有非常重要的现实意义。近年来,国内外的许多科研机构 and 高校都对这项技术进行了大量有益的尝试。国内外已有许多大学开始了虚拟实验系统或虚拟实验室的创建。美国伊利诺斯大学芝加哥分校的 Vicher 系统将虚拟技术应用于化学工程教育领域。伯克利的劳伦斯国家级实验室研制了一个网上虚拟实验室,允许学生通过远程联网获取从专业天文望远镜收集的天文观测数据。1998 年美国 Simulation Plus 公司推出 Futurelab 虚拟实验室,面向中学教育,包括生物、地理、自然、化学、物理等学科,涵盖从初中到高中各个年级,学生可以在虚拟实验室尽可能发挥自己的想象力,按自己的意愿去设计实验,既可验证,更可创新。加拿大西北大学建立了虚拟物理实验室,主要内容包括原子物理、力学、光学和波动力学等。洛桑联邦理工学院(EPFL)引入的基于网络的协同实验环境 eMersion 中提供的工具控制

台, 可以让学生自己选择实验设备, 设置参数, 来操作实验, 并且可以分享实验数据。意大利帕瓦多大学建立了远程虚拟教育实验室。VLAB 是美国俄勒冈大学物理系主办的物理实验网站, 该网站包含了天体物理、能量与环境、力学、热学等方面的几十种虚拟实验。新加坡国立大学开发了远程示波器实验室, 使用者通过网络操作真实实验设备, 一次只允许一个使用者操作实验, 但是可以允许其他使用者观看实验运行过程。

与西方发达国家相比, 国内在虚拟实验方面开展的工作还不多, 但目前虚拟实验室的建设也得到了应有的重视, 已有部分高校初步建立了虚拟实验室。清华大学、北京大学、上海交通大学、华南理工大学等高校已陆续在网上设立了自己的电子教室, 其中有少数电子教室提供了有限的虚拟实验服务, 如华中理工大学机械学院建立了一个工程测试网上虚拟实验室, 学生可以通过联网计算机终端来进行仿真实验。中国科技大学运用虚拟现实技术在物理实验方面, 有着丰富的经验, 较高的水准, 已经形成了一些比较成熟的产品, 有广播电视大学物理虚拟实验, 几何光学设计实验平台, 大学物理虚拟实验远程教学系统。尽管如此, 虚拟实验室的研究还并不成熟完善”比如国外软件功能虽然强大, 但却存在着无法实施远程实验教学的情况”我国虽然已经引进了虚拟实验室, 但仍处于起步阶段, 没有特别深入的研究。

### 1.2.2 网络虚拟实验的国内外研究现状

利用现代计算机技术进行虚拟实验室的研究, 国际上始于 20 世纪 90 年代, 是近几年来国内外研究的一个热点。虚拟实验就是利用鼠标的点击、拖动, 将微机上虚拟的各种仪器, 按实验要求、过程组装成一个完整的实验系统, 同时在这个系统上完成整个实验, 包括原材料的添加; 实验条件的改变、数据采集以及实验结果的模拟、分析。它突出了“软件即仪器”的新概念。虚拟实验室就是虚拟实验运行的载体, 是虚拟实验的运行环境。网络虚拟实验室通过计算机网络系统, 研究人员或学生可以不受时空的限制, 使用仪器设备、共享数据和计算资源以及获取其他信息, 同时行进行研讨或得到教师的远程指导。如图 1-1 所示, 网络虚拟实验室通常包含两层含义。

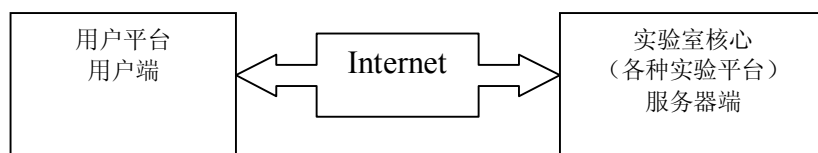


图 1-1：网络虚拟实验室

按实现方式网络虚拟实验室分 4 种<sup>[5]</sup>：

1. 软件共享网络虚拟实验室：其特点为，共享服务端的虚拟实验室模拟软件平台，接受客户端发送的实验请求，分析和处理实验参数，经过计算模拟最终将结果返回客户端。整个系统不涉及具体的实验仪器硬件设备，只是利用软件模拟实验的过程。
2. 数据共享的网络虚拟实验室：其特点为实验数据已存在于远程数据库中，服务器接收客户端请求在数据库中检索实验数据并返回客户端。
3. 仪器共享网络虚拟实验室：服务端同样接受客户端的实验请求和实验参数，使用实验参数配置与之连接的实验仪器硬件设备，由实验仪器硬件设备进行实验，并将实验结果返回服务端，最后返回到客户端，实现实验仪器和实验数据的共享。在实验进行过程中客户端无法对其进行远程控制。
4. 远程控制网络虚拟实验室：与仪器共享网络虚拟实验室最大的区别在于，除了实验仪器实验数据的共享之外，其还要实现客户端对实验仪器设备的远程控制。基于 Web 的远程控制网络虚拟实验室框架如图 1—2 所示。

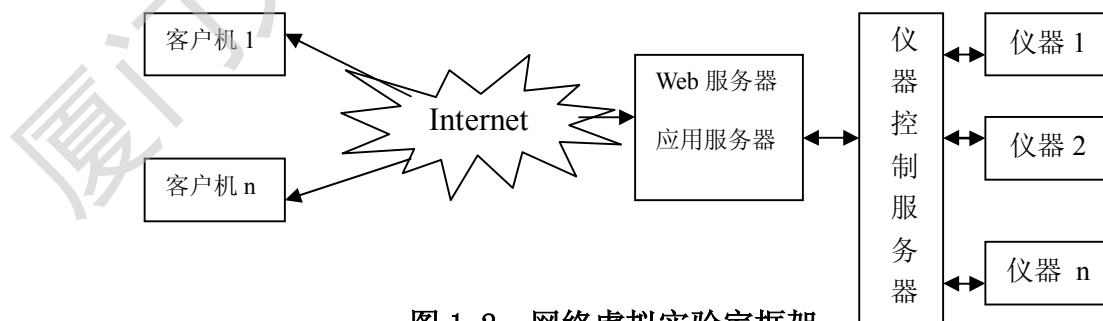


图 1-2：网络虚拟实验室框架

软件共享实验室及数据共享实验室主要是用于演示性或验证性实验以及在虚拟仿真中的设计与分析。而共享仪器的网络实验室主要是为了提高大型、贵重仪器设备的利用，以便这些仪器为尽可能多的研究工作者服务。比较著名的像美国

Illinois 大学的 Nmrscope 系统<sup>[3]</sup>。通过 Internet, 研究人员在任何地方都能使用 Illinois 大学的仪器。如 NMRI (核磁共振仪) 的使用, 只要向该大学递交了一个样品之后, 经过授权的研究人员就可以与服务器联机, 服务器将显示出一张表示仪表设置的表格和功能清单, 通过点击屏幕上的按钮就可以进行实验, 生成的图像将被传回到研究人员的计算机屏幕上。国外对虚拟网络实验室的研究已有一段时间, 主要有以下几个网络仿真软件:

### 1. UCB / LBNL / VINT Network Simulator—NS2

NS2 是一个多协议网络离散仿真软件, 是美国 DARPA 支持的项目 VINT(theVirtual Internet Testbed)中的核心部分 f121。由 USI / ISI, Xerox PARc LBNL 和 UC Berkeley 这些美国大学和实验室合作研究开发, 目的在于建立一个网络仿真平台, 为网络研究者提供网络仿真软件, 来实现新的互连网络协议的设计和实施。主要面向网络协议研究者。VINT 提供给专业网络设计人员作为网络性能测试工具, 目前已在 200 多家科研机构 and 大专院校使用。NS2 有很多特点, 比如支持大规模多协议网络仿真, 对同一个仿真模型提供不同粒度的仿真实现。它提供一个仿真接口, 可把真实网络节点流量灌入到仿真模型中的节点, 通过与真实网络同步, 仿真网络在真实运行中的行为; 提供可视化软件 Nam, 可动画显示需要的网络仿真过程, 图形显示数据结果等。

### 2. REAL

REAL 是由 UC Berkeley 的计算机系开发的一个网络仿真软件, 主要用于基于包交换的数据网络中, 有关流动态行为和拥塞控制模式的研究。REAL 提供 30 多个流控协议精确模型, 并提供用户图形界面, 使用户利用点击界面快速建立仿真模型。

### 3. SSFNet

SSFNet 是一个 Internet 网络和协议的仿真和建模环境, 以基于 JAVA SSF (Scalable Simulation Framework)的组件构成, 提供面向对象数据库的可扩展仿真建模的并行环境。主要支持 IP 包级别上的细粒度仿真, 链路层和物理层的协议模型以独立的组件方式提供。SSFNet 的多域模型支持多协议主机和路由器可达 25000 个以上的细粒度仿真, 允许快速配置 100000 个节点或更大的网络模型。提供 SSFNet 是 DARPA 支持的项目 S3(Scalable Self-Organizing Simulations)的其中一个部分。SSFNet 分为 SSF. OS 和 SSF. Net 两部分, SSF. OS 用于主机

和操作系统建模，SSF.Net 用于网络连接，节点和链路配置建模。SSFNet 模型具有自配置的特点，每一个 SSFNet 类的实例可以根据 DML (Domnin Modeling Language) 配置数据库中的参数，自动进行自我配置。SSFNet 提供的协议支持包括：IP, NIC, TCP, UDP, SOCKET, OSPF, BGP4, HTTP。

#### 4. NETSIM 3. 1

NETSIM 是一个事件驱动仿真器用于基于包交换网络，由 MIT LCSAdvanced Network Architecture group 设计开发，用于他们自身的目的。其仿真引擎很简单，是一个用 c 编写的单过程，仅仅提供调度事件的软件<sup>[5]</sup>。可以仿真所有类型的网络。但为了运行仿真，用户必须用 C 语言编写新的组件，修改一些文件，并对相应的连接进行编译，然后使用工具箱创建仿真模型。仿真器结构只提供调度事件的方法和与用户通信的方法。提供简单的 X window graphic userinterface (GUI) 来显示网络拓扑和它的操作数据。GUI 显示图形的对象(组件按钮)和信息对象(参数和队列)。通过在相关窗口中单击，可以在运行期间变更一些组件参数，影响仿真过程。

与西方发达国家相比，国内在虚拟实验方面开展的工作还不多。北京邮电大学远程教育学院开发出了的北邮在线网络虚拟实验室该系统模拟真实实验中用到的器材和设备，提供与真实实验相同的操作环境，同时提供对网上实验的管理系统采用 B/S 架构、MVC 技术，动态链接技术以及多态技术，使用 3D 技术进行底层绘制，使用组件技术将仿真的核心放在控件的开发上，而与仿真无关的内容如用户信息管理、登录退出、成绩管理、实验管理等放在网页中使用以及进行开发。

### 1.3 计算机网络实验存在的问题

目前我院现行安排实验方式大致是：开学之初任课教师填写“课程实验教学申请表”，告诉实验室管理人员本学期准备开设的实验及具体的时间，让其准备实验；到了指定的时间后由教师或实验室管理人员讲解实验原理并演示实验过程给学生看；然后学生自己做实验，学生在实验过程中有问题的话，再在老师帮助下予以解决；最后学生写出实验报告。这样安排还是有一些好处的，例如：教师能够顺利地完实验教学任务；实验过程中能够很好的控制教学过程，由于教师已经做了演示，学生实验也相对轻松；但是这种方式也存在着一些问题：学生缺少实验的设计和准备；学生对实验的感受不深，对设备的运行原理、运行情

况了解不彻底；实验的过程和结果呈现单一性，数据多样化不够；对实验的思考和讨论不深入；不能和实际应用充分联系起来；等等。因为学生对实验没有什么自己的感受，就不能很好的联系实际，时间一长也就慢慢淡忘了。大多数学校开展实验都是采用实物形式来进行实验教学的，这种形式让学生能够对实验有比较深的感性认识，同时也存在如下问题：

#### 1. 实验室建设费用高昂

传统的实验教学主要依赖费用高昂的实验设备，存在前期投入大、后期维护、更新费用高，开展过程受时间、地点、人力、物力、财力限制等问题，致使实验教学无法有效开展，严重影响教学质量。

#### 2. 实验内容较为陈旧

在科学、经济飞速发展的今天，传统的实验教学内容往往跟不上新知识和新技术的产生，不能让学生及时了解前沿的知识和技术，学生仅仅是机械的按照教材上的实验流程在走，自身的思维得不到拓宽。

#### 3. 实验教学形式单一，教学手段落后

实验教学依附于理论教学，一般都是老师讲，学生听的传统灌输式的教学模式，且验证性实验和孤立的单元性操作实验多，设计性、综合性、创新性实验少，大大抑制了学生的创新思维，使学生的创造能力得不到培养，个性得不到发展。

#### 4. 实验学时少

实验学时与总学时的比例不到 20%，甚至有些专业的不到 13%，远远不满足实验教学的要求。再加上教师除了上实验课外很少进实验室，教师和学生实验的重视不够，学生的动手机会大大减少，动手能力、独立分析问。

#### 5. 不能实行因材施教

高校规模的不断扩大，学生数量的不断增加，学生层次多样化更加显著。以往的教学模式都将学生同等对待，使得动手能力强的学生“吃不饱”，能力较差者又感到吃力，实验教学目的很难达到。

### 1.4 虚拟实验的特点

随着高校教学改革的逐步推进，实验室建设的进一步信息化、人性化，高校开展实验工作也变得更加繁重和复杂，这就迫切需要采用计算机信息化技术对传统实验教学进行有效的补充。由于高校网络非常普及，利用网上虚拟实验室进行



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