

虚拟仿真技术在液压控制系统课程中的应用研究

张啟暉^{1*}, 李美华², 杨丽荣¹, 李 聰¹, 黄武新¹

¹江西理工大学机电工程学院, 江西 赣州

²江西理工大学教育信息技术中心, 江西 赣州

收稿日期: 2023年8月8日; 录用日期: 2023年9月8日; 发布日期: 2023年9月14日

摘 要

随着信息技术的高速发展, 虚拟仿真技术融合了计算机技术、互联网技术等多种先进技术, 并且具有开放共享等特性, 使得它在高等教育教学中得到了广泛的应用。液压控制系统是关于液压和自动控制结合的课程, 利用虚拟仿真技术, 将课程中的知识点转化为可操作、可视化的虚拟仿真教学, 同时结合实际液压控制系统的特点进行对比分析, 采用理论与实践相结合的教学模式和教学效果, 进而提升学生在此课程中的自主学习能力。

关键词

虚拟仿真技术, 液压控制系统, 教学研究, 仿真教学

Research on the Application of Virtual Simulation Technology in the Course of Hydraulic Control Systems

Qihui Zhang^{1*}, Meihua Li², Lirong Yang¹, Cong Li¹, Wuxin Huang¹

¹School of Mechanical and Electrical Engineering, Jiangxi University of Science and Technology, Ganzhou Jiangxi

²Educational Information Technology Center, Jiangxi University of Science and Technology, Ganzhou Jiangxi

Received: Aug. 8th, 2023; accepted: Sep. 8th, 2023; published: Sep. 14th, 2023

Abstract

With the rapid development of information technology, virtual simulation technological convergence

*通讯作者。

文章引用: 张啟暉, 李美华, 杨丽荣, 李聰, 黄武新. 虚拟仿真技术在液压控制系统课程中的应用研究[J]. 教育进展, 2023, 13(9): 6836-6840. DOI: 10.12677/ae.2023.1391063

combines computer technology, Internet technology and other advanced technologies, and has the characteristics of open sharing, making it widely used in higher education teaching. Hydraulic control system is a course that combines hydraulic and automatic control. By utilizing virtual simulation technology, the knowledge points in the course are transformed into actionable and visualized virtual simulation teaching. At the same time, comparative analysis is conducted based on the characteristics of actual hydraulic control systems. The teaching mode and effect of combining theory and practice are combined to enhance students' self-learning ability in this course.

Keywords

Virtual Simulation Technology, Hydraulic Control System, Teaching Research, Simulation Teaching

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着计算机技术的快速发展,虚拟仿真技术应运而生,它是采用虚拟的计算机技术对真实系统的一种仿真技术。随着虚拟仿真技术的成熟发展,其在教育领域也逐渐得到应用,为学校教育提供了一个实用的教学手段。

虚拟仿真技术给高校带来了翻天覆地的升级,使得教学效果更佳,在国内外应用广泛。在国外,虚拟仿真技术较早地开始应用,英国 Open University 的开放科学实验室[1]、美国斯坦福大学、美国耶鲁大学、印度甘露大学[2]等高校都根据学科需求应用了虚拟仿真技术进行教学。雷德兰兹大学利用便携式计算机替代实验仪器和设备展开实验教学。亚利桑那州立大学也采用平板电脑等智能设备进行实践教学。在中国,越来越多的高校基于虚拟仿真技术建立相关的课程教学。广西大学王晟强等人[3]将虚拟仿真技术应用于气象学教学中,将气象要素、大气水分变化、气象灾害防御等进行了虚拟仿真教学。河海大学张鹏辉等人[4]在海洋科学类实践教学中实现了虚拟仿真教学,使学生更加直观地了解海洋科学。广西医科大学黄向阳等人[5]在医学影像教学中也展开了虚拟仿真技术的应用研究,激发学生的学习兴趣。西北政法大学刘言[6]建设了心理学虚拟仿真实验教学平台,丰富了心理学教学方式。东华大学朱明等人[7]对计算机网络课程进行了虚拟仿真教学的改革研究。对比国内外虚拟仿真技术的应用和发展,国外的技术发展较为成熟。虽然我国起步较晚,但我国对此技术尤为重视,因此其发展较为迅速,并且可以借鉴国外的发展,少走弯路。

2. 虚拟仿真技术在液压控制系统中的应用

2.1. 液压控制系统课程概述

液压控制系统课程在流体传动与控制领域内是一门经典的基础课程,课程包括液压放大元件、液压动力元件、机液伺服系统、电液伺服阀、电液伺服系统、液压伺服系统设计等内容,是液压、自动控制以及嵌入式计算机技术的综合课程。随着工业技术的快速发展,液压伺服控制得到了迅猛发展,在航空工业、国防工业和一般工业领域都得到了广泛应用。液压控制系统课程作为基础课程,随着技术的发展,也要采用新技术以提高授课效率,使得学生能够更快地吸收知识,因此将虚拟仿真技术引入到液压控制系统课程的教学当中,根据高校授课实际情况,构建出课程知识的应用情境,探索可行的虚拟仿真教学

方案是非常重要的。

2.2. 虚拟仿真技术在教学中的应用

1) 围绕学生，以学生为主体，通过问卷调查或者与学生对话的方式对课程进行分析与探究，进而掌握学生在液压控制领域内的知识分布情况。同时，分析课程所涉及的企业需求，从而联系实际，对教学内容与方法进行改革。

2) 积极探索基于虚拟仿真技术的教学模式。将液压控制系统中的知识点进行分类，构建出重要知识点的情境，通过调查分析，构建出所涉及知识点的虚拟仿真软件，并且应用到教学过程中。

3) 教师和学生相互沟通，基于虚拟仿真教学平台，创造良好的教学环境和氛围。教学过程中，教师结合课程内容和目标，完善虚拟仿真教学平台软件。

此外，学生是课堂的主体，在教学过程中，除了利用好虚拟仿真教学平台外，还应关注学生的教学效果和知识诉求，根据学生的反馈不断改进教学方法。虚拟仿真教学具体实施流程如图1所示。

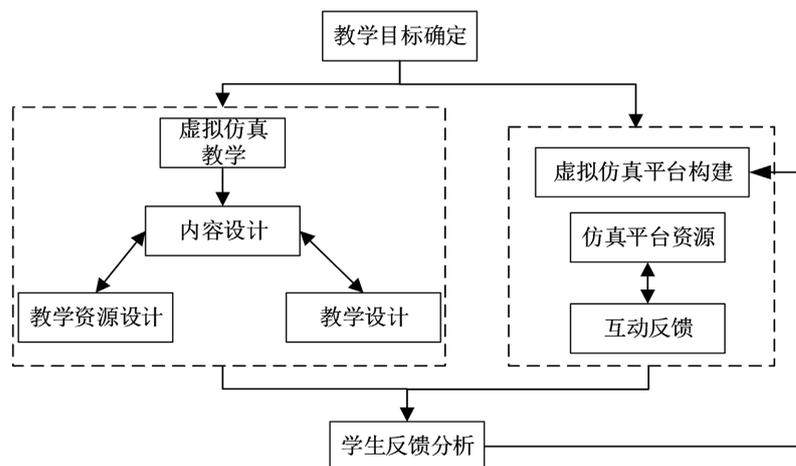


Figure 1. Implementation process of virtual simulation teaching

图1. 虚拟仿真教学实施流程

图1中，虚拟仿真教学在实施中，以教学目标为出发点，引入虚拟仿真技术，构建虚拟仿真教学平台，平台内以《液压控制系统》课程的教学资源为主，教学时采用虚拟仿真教学平台，通过设计教学内容，使学生更加直观地了解并掌握课程的重难点知识。

3. 液压控制系统虚拟仿真教学平台构建

《液压控制系统》是一门以理论为基础的课程，描述了液压系统数学模型，课程重难点深奥，因此基于虚拟仿真技术搭建虚拟仿真教学平台，一方面培养学生初步的液压控制系统实验仿真技能，启发学生对液压控制系统的兴趣，使学生能够知道液压控制系统元件或者方案适合何种场合，另一方面培养学生知识创新和技术创新能力。通过建立起虚拟仿真教学平台，使学生也能够进一步掌握《液压控制系统》课程中的重要知识点：滑阀静态特性分析、阀控液压缸系统、机液位置伺服系统以及电液伺服系统。

3.1. 建立液压系统虚拟仿真实验平台的三维模型

针对《液压控制系统》课程，为实现虚拟仿真教学，需要建立虚拟仿真实验平台的可视化，为此首

先需要搭建起课程资料的可视化模型，需要建立的仿真实验平台三维模型内容包括：

- 1) 常见的液压元件：定压阀、减压阀、溢流阀、电液伺服阀、液压缸；
- 2) 传统的液压回路：液压换向回路、液压调速回路；
- 3) 典型的电液伺服系统：机液伺服系统、比例伺服系统、压力伺服系统；
- 4) 液压能源系统：液压泵站；
- 5) 过滤器、液压管道等液压辅助元件。

3.2. 建立液压控制系统的仿真模型

建立的三维模型使得学生能够直观地了解液压控制系统，为进一步了解电液阀或者电液伺服系统的静动态特性，则要利用液压控制领域的软件进行仿真，通常采用 AMESim 平台。在 AMESim 平台中建立液压控制系统课程中各个知识点的仿真模型，从而形成模型库。模型库模块是虚拟仿真平台建立的基础，是底层数据的收集和整理，这部分工作最为复杂和关键。

对液压动力元件的结构要进行分析，以获取设计液压动力元件的关键结构参数，这个过程是参数设置中的关键。参数设置是将输入数据同仿真模型中的参数设置的接口，在建立了电液伺服系统的仿真模型后，以液压动力元件的关键结构参数设置为仿真模型的关键变量，这些关键变量为虚拟仿真平台数据接口所需的重要参数。

3.3. 建立液压控制系统虚拟仿真平台

在三维模型及仿真模型建立完成基础上，需要将三维模型和仿真模型进行融合，使得学生对液压控制系统的知识点有更加清晰的理解，同时培养学生的实践认知能力。本文利用 Python 建立起虚拟仿真平台，Python 是一门近年来应用较为广泛的语言，并且不受操作系统的约束。AMESim 将完整的 Python 软件嵌入到平台中，不仅可以采用脚本命令的形式进行批处理认为，或者对结果进行后处理，而且可以用于二次开发，开发出完整的应用程序。

液压控制系统虚拟仿真平台开发采用模块化程序设计，通过模块划分，各个模块既独立自主又相互联系，程序的功能框架如图 2 所示。

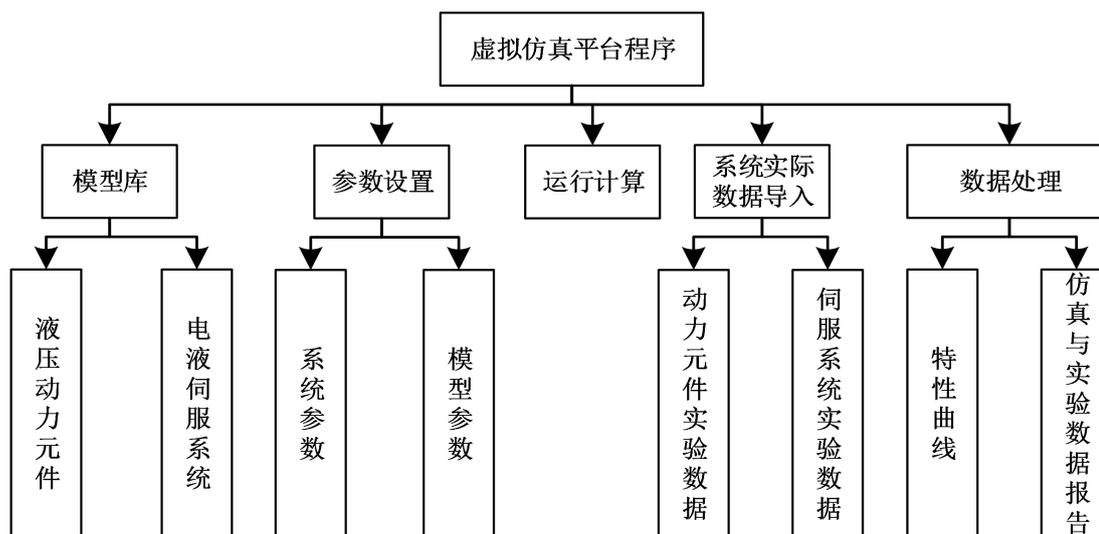


Figure 2. Functional framework of virtual simulation platform program

图 2. 虚拟仿真平台程序的功能框架

虚拟仿真平台的设计程序整体包括四个模块：模型库模块、参数设置模块、运行计算模块以及数据处理模块。模型库模板可以导入多种类型的换挡缓冲阀，主要包括液压动力元件和电液伺服系统；参数设置模块是对导入的 AMESim 模型的仿真参数进行设置；运行计算模块是调用函数对模型进行计算，并保存计算后的数据；系统实际数据导入模块是能够导入对应模型的实验数据，包括了元件和液压系统的实际数据；数据处理模块是处理计算后的结果，并且能够将仿真数据和实验数据对比，并输出对比报告。

参数设置模块是本虚拟仿真平台程序中人机交互的重要模块之一，它是将输入数据同仿真模型中的参数设置的接口，在建立了液压控制系统的 AMESim 模型后，以液压动力元件的关键结构参数设置为仿真模型的关键变量，这些关键变量需要设置为全局变量，用 python 编程时可以将全局变量保存在字典中。

4. 结论

液压控制系统课程是机械电子工程专业中的一门基础课程，它不但是液压技术的一个重要分支，也是控制领域中的一个重要组成部分。将虚拟仿真技术引入高等教育教学中，能够实现教学方式的多样化，丰富课程的教学内容。本文基于虚拟仿真技术构建液压控制系统教学资源，将液压控制系统课程知识点转化为可操作、可视化的虚拟仿真教学。教师在教学中，以教学目标为主线，基于虚拟仿真教学平台，设计好教学内容。在虚拟仿真平台中导入实际液压元件和系统的实验数据，与仿真数据对比，并输出对比报告，从而达到理论与实践相结合的教学效果，培养学生在此课程中的实践能力和自主学习能力。

基金项目

本文研究受江西理工大学教学改革研究课题(XJG-2020-59)资助。

参考文献

- [1] 汪倩, 张强, 戚歆. 基于“智能 + 教育”的虚拟仿真金课教学模式构建——以航海技术专业为例[J]. 武汉职业技术学院学报, 2021, 20(2): 101-105.
- [2] 王卫国, 胡今鸿, 刘宏. 国外高校虚拟仿真实验教学现状与发展[J]. 实验室研究与探索, 2015, 34(5): 214-219.
- [3] 王晟强, 廖宗铎, 叶绍明. 虚拟仿真技术在气象学课程教学中的应用[J]. 智慧农业导刊, 2023, 3(4): 100-103.
- [4] 张鹏辉, 谈明轩, 吴峰, 等. 虚拟仿真技术与海洋科学类实践教学的融合路径研究[J]. 实验科学与技术, 2023, 21(3): 87-92.
- [5] 黄向阳, 康巍, 罗宁斌, 等. 虚拟仿真技术在医学影像学教育中的探索[J]. 教育进展, 2020, 10(6): 1149-1152.
- [6] 刘言. 虚拟仿真技术在心理学实验教学中的应用[J]. 创新教育研究, 2021, 9(3): 613-616.
- [7] 朱明, 吴逸飞, 陶然, 等. 《计算机网络》课程的虚拟仿真改革探索[J]. 教育进展, 2022, 12(3): 655-661.