

本科生毕业设计（论文）开题报告

题　　目：三自由度VR运动平台设计与仿真

院　　系\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

计算机科学与技术学院

专业班级\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

计卓1601

姓　　名\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

陈新宇

学　　号\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

U201614921

指导教师\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

管涛老师

2020年3月 3 日**开题报告填写要求**

1. 开题报告主要内容：

1.课题来源、目的、意义。

2.国内外研究现况及发展趋势。

3.预计达到的目标、关键理论和技术、主要研究内容、完成课题的方案及主要措施。

4.课题研究进度安排。

5.主要参考文献。

1. 报告内容用小四号宋体字编辑，采用A4号纸双面打印，封面与封底采用浅蓝色封面纸（卡纸）打印。要求内容明确，语句通顺。
2. 指导教师评语、教研室（系、所）或开题报告答辩小组审核意见用蓝、黑钢笔手写或小四号宋体字编辑，签名必须手写。
3. 理、工、医类要求字数在3000字左右，文、管类要求字数在2000 字左右。
4. 开题报告应在第八学期第二周之前完成。

# 课题来源

结合实验室工程项目开展。

# 课题目的和意义

课题目的在于在一个三轴运动平台上较好的实现一个体感模拟系统，该系统主要包含两部分硬件平台，其一是三轴运动平台，其二是VR眼镜；软件方面主要包含输入数据模块，体感模拟算法[1]（Motion Cueing Algorithm, MCA）实现模块，数据输出模块，平台驱动模块，可视化仿真模块。该系统能够对输入的运动数据进行体感模拟，使用体感模拟得到的数据驱动三轴运动平台和VR眼镜，实现较好的体感模拟效果，于此同时，实现三轴运动平台体感模拟效果的可视化仿真。

课题的意义在于，较好的体感模拟将会在相关的娱乐项目中带来更加逼真的体验，例如VR座椅体验。于此同时在相关的虚拟训练，类似于飞行模拟器中，可以节省训练经费，略加改进该项目也能起到很好的训练效果。该项目完成的三轴运动平台的仿真可以直观的看到体感模拟效果是否正常，而不需要链接真实硬件进行调试，为程序调试带来便利。

# 国内外研究现况和趋势

早在1910年，第一个飞行模拟器Sanders Teacher诞生[2]，在19世纪下半叶，各种载具的驾驶模拟器诸如汽车，摩托车，坦克，舰艇等均被开发出来。1960年代起，在阿波罗计划背景下，美国 NASA机构进行了大量关于体感模拟的研究[12]，发布了几个具有重要意义的体感模拟算法和模型。之后，诸如汽车驾驶模拟器、摩托车驾驶模拟器、坦克驾驶模拟器、舰船体感模拟器、列车驾驶模拟器等相继被开发出来[13]。

运动平台是体感模拟的硬件基础，一般由定平台（Fixed Platform）和动平台（Payload Platform）两部分组成。自由度最高为6自由度，包括三个方向的平动（forward/back, right/left, up/down）和三个方向的转动（纵摇：pitch，艏摇： yaw， 横摇：roll），D Stewart于 “A Platform With Six Degrees of Freedom”[12]中提出stewart平台，由于其结构紧凑、承载能力强、运动学反解容易等优点被广泛使用。尽管运动平台历史已久，但是新的运动平台依然在发展着，例如“新型三自由度宏微运动平台设计与仿真分析”[14]提出了一种新型宏微运动平台，该平台采用直线电动机与压电陶瓷进行宏微双重驱动,采用直线光栅与平面光栅实现双闭环位置反馈与控制。

由于运动平台的运动范围极其有限，真实情况下载具的活动范围远远超出运动平台，同时又需使用户在运动平台中有良好的体验，使用体感模拟算法达到预期的体感模拟效果是必要的，体感模拟算法利用人体感知缺陷，在运动平台的物理限制之下，尽可能模拟出人体感知运动所需的因素，“欺骗”人体使得人体拥有相似的运动感觉[3]。主流的体感模拟算法为洗出算法，主要有经典洗出算法[4][5]、自适应洗出算法[6]、最优洗出算法[7]三种类型，与此同时，各种各样的基于这三种算法进行的改进层出不穷，例如“Development of Cueing Algorithm Based on ‘Closed-Loop’ Control for Flight Simulator Motion System”[8]；一文当中，就在经典洗出算法的基础上提出了采用“闭环”控制结构，对比经典洗出算法提高了运动平台空间利用率降和低了错误体感模拟提高了可靠性。

# 课题目标

课题目标： 用户输入三自由度的运动数据（线加速度和角速度的变化，这些的组合），可以在实际的三自由度平台上做出正确的动作来模拟该运动数据，也就是在这个平台上进行体感模拟[10]，（倘如硬件欠缺，那么则通过软件仿真来实现该三自由度运动平台的实际状况），除了通过该平台来模拟的部分运动信号，还需要使用VR相关技术来实现运动数据和视觉数据的同步，可视化仿真采用B/S架构使得项目具有灵活的跨平台性；

# 问题描述

整个系统的构成如下图：

可视化仿真模块

数据输入模块

数据输出模块

体感模拟模块

平台驱动模块

图 1 系统构成图解

每个模块的具体设计如下：

1. 数据输入模块：

输入数据支持三个方向加速度，三个方向角速度，支持缺省配置和文件作为数据源，将数据整理为便于运算的格式输入到体感模拟模块中。

1. 体感模拟模块：

采用洗出算法作为体感模拟模块的核心算法，将来自数据输入模块的运动数据（角速度和平动加速度）运用信号滤波器洗出得到运动平台的应有的位姿，输出给数据输出模块，此模块的实现可以参考洗出算法的相关文献，或者参考类似相关项目[13]。

1. 数据输出模块：

该模块主要完成将上一级得到的运动平台的姿态反解。首先将该运动平台进行坐标系的设定，得到在该坐标系下各部件的坐标，再根据约束条件求解该运动平台各个部件的真实运动数据，将反解后的数据和之前的姿态从该模块中流出，具体的实现过程也可以参考相关项目[13]。

1. 平台驱动模块

该模块将得到的真实运动数据输入到相应的硬件平台，正确的驱动硬件平台，计算机上得到的相关数据可以具体的通过串口通信，将相应的数据传输到三轴运动平台和VR眼镜中。

1. 可视化仿真模块

会为用户显示一个模拟的三自由度平台，能够模拟横摇，纵摇，艏摇三种运动行为，该仿真模型会根据输入的运动数据实时改变。

# 研究手段

* **需要深入研究的理论知识和实际技术：**

1. 经典洗出算法

最主要深入了解其中主要部件，滤波器的实现。

1. 姿态反解

主要了解坐标系的确定以及坐标转换，以位姿获得平台真实运动数据。

1. python网络编程框架flask

采用python语言是其跨平台性以及对科学计算的良好支持。采用该flask框架的主要原因在于其高扩展性以及该课题对应的项目为轻量级的特性。

1. WebGL技术

主要涉及openGL库和Three.js（是一个流行的跨浏览器JavaScript 3D框架），以此完成可视化仿真。

* **研究方法：**

1. 查阅文献

通过阅读和该课题类似的文献，快速深入的了解该课题，随着对于课题的深入，会发现更多具体的问题，以发现的问题作为反馈进一步改进系统结构，同时考虑整个系统的技术栈的更新。

1. 复现研究相关开源项目

复现研究相关开源项目，可以更加了解实际实施起来会遇到的各种技术问题，并且已有的项目也可以作为实际实施的参考，采取的开发语言，项目框架等等；

1. 向师长请教

毕竟老师和学长这些方面有更加长时间的积累，遇到了不明白的地方老师和学长也可以给出非常恰当的指导；

1. 网络资源

网络里有很多知识的讲解，对于想要快速理解一个东西，会有很多合适的技术博客或者是官方文档，恰当的使用这些资源对课题的实施大有裨益；

# 风险分析

风险来源一：欠缺相关的理论知识；像是洗出算法的构成， 调参，是该课题需要了解的内容，学习起来需要时间，而且可能会遇到理解瓶颈，靠个人无法解决的时候就需要请教师长。

风险来源二：课题实施有一定的技术难度；对于三自由度运动平台的相关开发没有任何经验，体感模拟，WebGL技术和VR相关内容同样是第一次接触，导致在实施过程中会遇到各种技术上的问题，或许导致课题完成延期。

# 课题研究进度安排

本课题的完成需要前期充分深入的了解课题，然后才便于开展课题，课题的推进，需要新的知识和相关的技术框架，这些了解是前期工作的重心，一旦确定整个工作的构成，包括每处技术框架的选用，相关算法的确定，以及课题最终的预想效果，就开始实施，实施的过程中难免遇到困难，需要耗费大量时间来解决问题，于是尽量提前将前期工作完成，为后期课题的实施预留充分的时间；

表 1　课题研究进度安排表

|  |  |
| --- | --- |
| 月份 | 工作任务 |
| 2019年2月  ~2019年3月 | 充分了解课题，阅读相关文献，完成开题答辩以及论文翻译； |
| 构建讨论具体课题的实施方案，然后开始课题实施初期工作，做好相关工作日志记录； |
| 2019年4月  ~2019年5月 | 开展课题实施中期工作，途中遇到不可抗拒的问题，及时解决，若是本身实施方案的问题，则修改实施计划，重新开始，与此同时详细记录课题实施过程以及相关问题思考； |
| 开展课题实施后期工作，确保能够达到预期目标，完成撰写毕业设计最终文档，同时确保课题的完善； |
| 2019年6月 | 按照课题实施过程，完成答辩； |

# 主要参考文献

1. Motion Cueing Algorithms[EB/OL]. (2017-03-24)[2017-05-10]. <http://www.kyb.tuebingen.mpg.de/research/dep/bu/motion-perception-and-simulation/motion-cueing-algorithms.html.>
2. HAWARD D M. The sanders teacher[J]. Flight, 1910,2(50):1006-1007.
3. NAHON M A, REID L D. Simulator motion-drive algorithms-A designer's perspective[J]. Journal of Guidance, Control, and Dynamics, 1990,13(2):356-362.
4. REID L D, NAHON M A. Flight simulation motion-base drive algorithms: Part 1. Developing and testing equations[R].University of Toronto, 1985.
5. REID L D, NAHON M A. Flight simulation motion-base drive algorithms: Part 2. Selecting the system parameters[R].University of Toronto, 1986.
6. PARRISH R V, DIEUDONNE J E, MARTIN JR D J. Coordinated adaptive washout for motion simulators[J]. Journal of aircraft, 1975,12(1):44-50.
7. SIVAN R, ISH-SHALOM J, HUANG J. An optimal control approach to the design of moving flight simulators[J]. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, 1982,12(6):818-827.
8. ZHU Daoyang,DUAN Shaoli,FANG Da.Development of Cueing Algorithm Based on “Closed-Loop” Control for Flight Simulator Motion System[J].Wuhan University Journal of Natural Sciences,2019,24(05):376-382.
9. FISCHER M, SEHAMMER H, PALMKVIST G. Motion cueing for 3-, 6-and 8-degrees-of-freedom motion systems[J]. DSC Europe, 2010
10. DENNE P. Motion platforms or motion seats[J]. Published September, 2004
11. PAGE R L. Brief history of flight simulation[J]. SimTecT 2000 Proceedings, 2000:11-17.
12. 肖慧琼. 六自由度平台体感算法研究[D]. 北京交通大学, 2014.
13. <https://github.com/breeswish/hexi.git>
14. 张金迪,高健,钟耿君,张揽宇,王晓亮,王佳印.新型三自由度宏微运动平台设计与仿真分析[J].现代制造工程,2019(08):125-129.

**华中科技大学本科生毕业设计（论文）开题报告评审表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **姓名** |  | **学号** |  | **指导教师** |  |
| **院（系）专业** | |  | | | |
| **指导教师评语**   1. 学生前期表现情况。 2. 是否具备开始设计（论文）条件？是否同意开始设计（论文）？ 3. 不足及建议。 | | | | | |
| 指导教师（签名）：  年 月 日 | | | | | |
| **教研室（系、所）或开题报告答辩小组审核意见** | | | | | |
| 教研室（系、所）或开题报告答辩小组负责人（签名）：    年 月 日 | | | | | |