

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

题目来源于指导老师管涛的指定，是一个基于三轴运动平台的体感模拟项目，该项目和相关企业的实际娱乐项目有紧密联系；

# 课题目的和意义

课题的目的在于在一个三轴运动平台上较好的实现体感模拟，并且深入了解体感模拟所需要的相关内容，首先是运动平台的相关知识，运动平台的发展历史，自由度的判定，采用的是并联结构还是串联结构，紧接着是运动平台的体感模拟算法[1]（Motion Cueing Algorithm, MCA）的熟悉，包括其原理，机制，还有具体实践的框架方式，于此同时，还需了解体感模拟算法之后得到的平台姿态如何反解，可以通过一些实际的具体例子了解反解的过程，在调整体感模拟算法的时候，也必须具备一定的人体运动感知理论才能合适的调整算法，还有重要的一部分便是视觉模拟部分，将采用VR技术来完成视觉模拟；

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，带来更多的市场利益，同时在相关的虚拟训练，类似于飞行模拟器中，略加改进该项目也能起到很好的训练效果；

# 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，现如今随着体感模拟技术的进步和运动平台成本的降低，体感模拟已经大幅进入商用市场，各种VR体验馆应运而生；

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“基于VR运动模拟器的体感模拟算法的研究”[8]和“Development of Cueing Algorithm Based on ‘Closed-Loop’ Control for Flight Simulator Motion System”[9]；

# 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；

# 问题描述

首先需要将该课题拆分为具体的几个步骤，分别如下：

1. 将用户输入的运动数据转化为三自由度运动平台的姿态：

这里主要涉及到了在体感模拟上经常使用的算法，洗出算法，简单的说就是把一个运动数据的线加速度和角速度转化为运动平台的应有的位姿，该算法调整的好坏会直接影响体感模拟的效果，主要运用信号滤波器；

1. 将三自由度运动平台的姿态转化为其相关部件的运动数据：

这个步骤就是将运动平台的姿态反解。首先要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，平台各个部件根据该数据去运动才能尽可能的模拟用户输入的运动数据。

1. 使用VR技术来模拟相关的视觉数据：

运动平台带来的体感模拟并不是全面的，人体对于运动的感知很大一部分是来自于对于视觉的感知，这一部分的视觉模拟则通过VR技术来实现，这也同样是至关重要的一环，倘如无法将运动平台提供的加速度，角速度和视觉信号较好的契合，大脑将会无法协调这些这些信号，会造成不适感[11]；

1. 其次是整个过程实现的方案的考虑：

没有相关硬件的情况下，将使用python编写前后端的软件，将相应的运动数据输入，然后在浏览器或软件界面上可以看到三轴运动平台对应的运动效果；视觉模拟这一部分在没有实际硬件的情况下则只能编写相关的程序，验证方式可以采用相关的仿真软件来验证；

# 研究手段

1. 阅读文献

通过阅读和该课题类似的文献，可以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，此时再去查看相关问题的文献也可以大有帮助；

1. 复现已有的相关开源项目

拿到一个相关开源项目，做复现，可以更加了解实际实施起来会遇到的各种环境问题，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：可能无法获得相关硬件；在没有硬件的情况下想要确保自己的实现是否正确并且展示，就必须写一个仿真软件，这会加大开发工作量，为课题实施进度带来更多的不确定；

风险来源三：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，体感模拟和VR相关内容同样是第一次接触，这就造成了在实施过程中毁约到各种技术上的问题，或许导致课题完成延期；

风险来源四：课题实现后效果可能不尽如人意；该课题的体感模拟需要合适地调参，参数调整不对就可能造就模拟效果低下，不能达到课题预期。

# 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. 李孝禄,闫剑锋,许沧粟,吴宗明,张远辉,朱俊江.基于VR运动模拟器的体感模拟算法的研究[J/OL].系统仿真学报:1-7[2020-03-04].http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3092.V.20180911.1627.032.html.
9. 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.
10. FISCHER M, SEHAMMER H, PALMKVIST G. Motion cueing for 3-, 6-and 8-degrees-of-freedom motion systems[J]. DSC Europe, 2010
11. DENNE P. Motion platforms or motion seats[J]. Published September, 2004

**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 | | | | | |