分类号 学号 M201570536

学校代码 10487 密级



**硕士学位论文**

**上肢外骨骼康复机器人的主被动控制系统设计**

|  |  |
| --- | --- |
| 学位申请人： | 程小为 |
| 学科专业： | 机械工程 |
| 指导教师： | 熊蔡华 教授 |
| 答辩日期： | 2017.5.18 |

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements**

**for the Degree of Master of Engineering**

**Overall Design and Realization for**

**a Multirotor UAV**

|  |  |
| --- | --- |
| **Candidate :** | **Cheng Xiaowei** |
| **Major :** | **Mechanical Engeering** |
| **Supervisor :** | **Prof. Xiong Caihua** |
|  |  |

**Huazhong University of Science and Technology**

**Wuhan, Hubei 430074, P. R. China**

**May, 2016**

独创性声明

本人声明所呈交的学位论文是我个人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。尽我所知，除文中已经标明引用的内容外，本论文不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的研究成果。对本文的研究做出贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本人完全意识到本声明的法律结果由本人承担。

学位论文作者签名：

日期： 年 月 日

学位论文版权使用授权书

本学位论文作者完全了解学校有关保留、使用学位论文的规定，即：学校有权保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版，允许论文被查阅和借阅。本人授权华中科技大学可以将本学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存和汇编本学位论文。

保密□， 在 年解密后适用本授权书。

本论文属于

不保密□。

（请在以上方框内打“√”）

学位论文作者签名： 指导教师签名：

日期： 年 月 日 日期： 年 月 日

# 摘 要

**关键词**：

# Abstract

**Keywords:**

# 目 录

# 绪 论

## 课题的来源

本课题得到以下项目的资助：

1）国家重点基础研究发展计划（973计划）：“肢体运动谱的机械创成与运动分治”（批准号：2011CB013301）

2）湖北省自然科学基金创新群体项目：“意念控制的康复机器人基础研究”（批准号：2015CFA004）

3）国家自然科学基金重点项目：“手眼协调的臂-手假肢系统基础研究”（项目编号：51335004）

## 课题的背景与研究意义

据资料显示，全国各类残疾人总数已达8000多万人，已经成为世界上残疾人最多的国家，其中肢体残疾的患者数量约为2400多万，占残疾人总数的29%，是人数最多的残疾类别[1]。此外，因意外导致的脑外伤、脊髓损伤及中风等因素导致的偏瘫患者的数量也相当庞大，据统计，我国中风患者以每年约127万人的速度快速增加中，目前全国中风患者总数为800多万[2]，其发病率极高，发病者约30%死亡，70%的幸存者会出现不同程度的偏瘫症状，肢体部分运动功能丧失，生活无法自理[3]。

由上述可见，随着现代社会的不断发展，越来越多的技术领域得到突破，医疗行业也得到了高速发展，但是还有很大一部分偏瘫群体仍然饱受肢体运动功能丧失所带来的一系列痛苦，他们中的大多人生活无法自理，由此导致其婚姻、工作、学习等方面受到严重影响，已经成为了社会不可避免的问题和负担[4]。同时，我国和世界上很多发达国家一样，整个社会正在步入老龄化，老龄人口所占总人口的比例已经高达15%，在老龄人群中存在着大量的因心血管疾病以及意外事故导致的肢体运动功能丧失的患者，这一部分人群对康复医疗领域的需求日渐增大，寻求一个安全、高效的康复治疗手段已经成为我国康复医疗领域亟待解决的问题与考验[5]。残疾人群庞大、康复医师匮乏以及康复设备的落后催生出了能够用于残疾患者康复训练以及老年人辅助训练的智能康复机器人，研发出智能康复装备，是改善民生、占领康复医疗领域智能机器人应用制高点亟需的关键举措。

目前为止，传统康复治疗一般是由治疗医师对患者进行长时间的一对一单独训练或使用功能单一的医疗器械来实施，治疗医师通过与患者直接肢体接触帮助其完成一些肢体运动，用大量重复性运动对其进行康复训练，这种重复性训练效率低下、成本高昂，且不易控制训练的强度，治疗医师的临床经验在很大程度上限制了康复治疗的效果，而且缺少治疗效果和训练方式之间关系的理论依据[6]。此外，康复运动基本上完全依赖治疗医师，但随着病人越来越多，现有治疗医师的数量远不能满足患者的需求，治疗的费用往往十分昂贵，很多患者的训练时间和强度难以得到保证，达不到预期的康复效果。为了减轻社会和家庭经济负担，提高康复训练效率，各类可用于康复治疗及辅助训练的康复医疗设备的研发便应运而生，并且逐渐成为康复工程领域中的研究热点，对具有康复训练功能机器人的研究和技术开发已成为医工结合的崭新领域[7]，代表产学研医领域新的发展方向，极具研究价值和市场前景。

众所周知，上肢对于人体来说是不可或缺的一部分，可完成人类日常生活中的绝大

部分需求动作，且人的上肢要比下肢完成更为复杂的运动，其神经控制中枢要比下肢复杂的多，康复治疗的周期也更长，治疗难度更大[6]，因此对上肢康复训练设备的研发具有极大的意义和价值。

机器人的控制系统相当于机器人的大脑，在机器人领域处于举足轻重的地位，决定了机器人能否安全、稳定以及智能的工作[8],基于以上情况，本文将介绍一种外骨骼式的上肢康复机器人的控制系统，将现进的机器人技术应用到医疗康复运动中，通过分析患者需求设计主被动两种训练模式，可以帮助患者完成全康复周期的上肢运动功能的康复训练，通过增加游戏互动环节大大降低了患者在训练过程中的枯燥性，通过界面友好、功能齐全的控制软件使得医护人员使用简捷，大大减轻医护人员的工作负担和卫生保健成本。本课题既是康复机器人研究的前沿和热点，又面向临床应用，具有重要的学术价值和应用前景。

## 国内外研究现状及分析

### 外骨骼康复机器人简介

### 国外研究概况

### 国内研究概况

## 本文主要研究内容

## 本章小结

# 上肢外骨骼康复机器人的系统设计

## 引言

## 上肢外骨骼康复机器人的康复原理及研究方案

## 上肢外骨骼机器人机械结构概述

### 总体机械结构

## 上肢外骨骼机器人硬件系统设计

## 本章小结

# 上肢外骨骼康复机器人的运动学分析

# 上肢外骨骼康复机器人的控制策略研究

## 引言

## 被动康复模式控制策略

## 主动康复模式控制策略

### 交互力控制策略

### 眼动控制策略

## 本章小结

# 人机交互康复训练软件

## 引言

## 软件总体设计

## 用户交互视图层

## 数据访问层

## 本章小结

# 上肢外骨骼康复机器人控制实验研究

## 引言

# 总结与展望

## 全文工作结论

## 后续工作展望

# 致 谢

**程小为**

二零一六年五月 于喻园

# 参考文献

1. 第二次全国残疾人抽样调查领导小组，中华人民共和国国家统计局.2006年第二次全国残疾人抽样调查主要数据公报. 中国康复理论与实践, 2006, 12(12): 1013
2. 江先志. 驱动关节在康复机器人中的应用[D].武汉：华中科技大学，2011
3. 范海珠. 周良辅：脑卒中筛查与防治指南推广[EB/OL]. (2012-05-16) [2012-12-02].
4. 熊蔡华, 柳锴, 王婷, 陈文斌. 一种基于分组耦合驱动的上肢康复训练装置.中国,发明专利, 201410627428.9, 2014-11-10
5. 熊蔡华, 柳锴, 王婷, 陈文斌. 一种基于耦合驱动的肩肘关节康复训练装置.中国,发明专利, 201410627428.9, 2014-11-10
6. 杨启志,曹电锋,赵金海.上肢康复机器人研究现状的分析[J].机器人,2013,35(5):630-640
7. Dario P, Guglielmelli E, Laschi C. Humanoids and personal robots: Design and experiments. Journal of Robotic Systems, 2001, 18(12): 673~690
8. 麻天照. 下肢外骨骼康复机器人控制系统设计与研究[M].电子科技大学,2012