

学号 1503121831

西安电子科技大学
专业学位硕士学位论文中期考核报告表

论文题目： 手功能康复训练机器人硬件系统的设计与实现

姓 名	<u>郭本浩</u>
学位类别	<u>工程硕士专业学位</u>
领 域	<u>计算机技术</u>
校内导师	<u>张彤</u>
校外导师	<u></u>
学 院	<u>计算机学院</u>
报告日期	<u>2018-01-02</u>

西安电子科技大学研究生院制

西安电子科技大学硕士学位论文中期考核报告要求

一、硕士生在完成学位论文开题报告后半年内，必须进行学位论文中期考核，会议由各学院自行组织，具体要求参照开题报告会要求执行。

二、中期考核结论分为两种：1. 通过，按专家意见修改后继续学位论文撰写工作；2. 不通过，重新考核。

三、在学位论文中期考核规定的时间期限内休学的硕士生，中期考核的时间期限相应顺延。

四、中期考核必须在规定时间内通过研究生学位管理系统申请，本表由系统自动生成，用 A3 纸张正反套印。

五、表格填写要求：正文字体宋体，字号小四，行间距固定值 20 磅。

选题来源:

一、学位论文研究目标及研究内容

(一) 研究目标

本项目的主要目的在于研制一种具有较高机械结构个体适配性，提供多种训练模式以满足不同康复时期患者的训练需求，同时利用上位机软件实现与康复训练进行通信、训练模式的选择和实时数据的处理与显示。

(二) 研究内容

1.上位机控制系统

上位机控制系统通过串口实现与康复机器人的数据传输，操作者可以根据患者的实际情况选择不同的训练方案，在训练过程中可以将患者手指的压力信息和运动范围实时显示出来，并对数据处理进行进一步的分发。

2.硬件设计

2.1 机械本体设计

机械本体装置是本项目机器人的具体执行机构，它提供机械结构基础，并对关键零件设计，提高机械本体的适配性和舒适性；同时机械本体可以对手指的压力信息和运动位置进行实时的采集并传输到上位机进行进一步的处理。

2.2 硬件系统设计

机械手的控制模块主要有以下两个部分组成：实时采集及电机控制模块、主控制模块。

2.2.1 实时采集及电机控制模块

实时采集及电机控制模块主要具备以下两个功能，第一：可以实时的采集每个手指的压力信息和电机的位置，并将其通过串口发送个主控制模块；第二：可以控制每个手指电机的运动方向和运动速度，以适应不同用户的需求。

2.2.2 主控制模块

主控制模块主要具备以下三个功能，第一：将用户在上位机系统中下达的命令转发给机械手；第二：每隔一定时间向机械手下达采集手指压力信息和电机位置的指令，并将采集到的数据经过处理后发送给上位机系统；第三：根据用户选择的训练方式，以相应的控制模式来控制电机的运动。

3.训练模式适配

对于不同损伤程度的患者或处于不同康复阶段的病人来说，如果只有一种训练方式显然是不适应临床需求的。本项目设定机器人可实现三种康复训练模式：被动模式、单次触发模式和随动模式。这三种训练模式的实现依托于控制器的算法。被动训练模式需要控制器根据反馈的电机位置判断方向等信息；单次触发模式要求佩戴者基于压力传感器数据作为电机的启动阈值，控制器实时检测佩戴者指端压力，当手指的启动阈值达到时，电机移动，带动手指完成一次单程训练；随动模式可以实时的判断患者当前的运动意图从而控制电机的移动。

二、目前已完成学位论文工作的内容

1. 上位机控制系统的实现

通过前期对软件系统用户分析可知，本软件系统的目的是患者可通过软件系统，根据自身障碍情况控制手功能康复训练机器人进行康复训练和手部运动功能评估。同时康复医师可查看患者记录，提供合理的康复方案和治疗计划。因此，手功能康复软件系统应具备以下功能：

1.1 用户信息管理

用户是本软件系统的使用者，每位用户都具有登陆信息。软件系统对不同用户信息具有不同要求，患者需要提供基本的个人信息，康复方案信息，康复训练信息和评估信息等。患者的基本信息和康复信息可供所属的康复医师查看。管理员可查看所有康复医师的患者的个人信息和康复信息。

1.2 设定康复方案

康复方案是患者进行康复训练的基础。合理的康复方案有助于提高患者康复训练效果。软件系统需提供设定康复方案功能，包括手部运动信息被动标定、康复训练模式、时长、速度等参数设定。

1.3 训练信息显示

为使患者或康复医师实时了解康复训练情况，软件系统应提供实时接收康复训练机器人的传感信息并在处理分析后显示的功能。

2. 硬件设计

2.1 机械本体设计

机械手在设计之初经过运动模型仿真分析，选定由电机、弧形架、连杆、手指座四部分组成的终端牵拉式外骨骼结构。其中机械手底座与患者手背直接接触，包括固定大拇指的结构底板以及另四指的结构底板。两者上下叠加，交角 60° 。推杆电机通过电机底座固定在结构底板，每根手指配置一个推杆电机，为对应手指牵拉提供动力。弧形架由弧形杆和伸缩杆组成，它将推杆电机的直线运动转为手指屈伸运动，并可在弧形杆上方的两枚圆孔处安置限位螺丝以固定伸缩杆的相对位置，进而调整弧形架长度以适配不同患手。传动杆用于传输推力到手指座，手指座会通过绷带与手指相连，最终将作用力作用于手指指端。在伸缩杆上设有两个限位销，避免欠驱动结构可能引起的机械卡死情况。

2.2 硬件系统设计

机械手的控制模块主要有以下两个部分组成：实时采集及电机控制模块、主控制模块。

2.2.1 实时采集及电机控制模块

实时采集压力及电机位置的模块采用了意法半导体STM32F103C8T6 芯片，使用STM32 的ADC（模/数转换器）通道对外部电压进行采集并将其通过USART（通用同步/异步串行接收/发送器）通道传送给主控制模块，电机控制是通过

PWM（脉冲宽度调制）实现的，通过输出不同占空比的PWM信号就可以控制电机的运动及其运动速度。

2.2.2 主控制模块

主控制模块采用了意法半导体STM32F103TCT6 芯片，主控制模块主要的功能是上位机控制系统和机械手的实时通信以及数据分析及转发功能。用户在上位机系统选择好训练模式后，主控制模块就会根据用户下达的命令以及采集到的机械手压力和电机位置，实时的控制电机的运动，考虑到主控制模块需要传输的数据量，这里使用DMA（直接内存存取）传输方式。

3. 训练模式的适配

本项目设定机器人可实现三种康复训练模式：被动模式、单次触发模式和随动模式。被动模式的实现主要是通过电机的实时位置和运动方向来设定其接下来的运动状态，其中电机的实时位置是通过安装在电机上的滑动变阻器上的电压值的变化得到的。单次触发模式的实现主要是通过每隔 50ms 采集一次安装在每个手指连动杆上的压力传感器上的压力值实现的，如果压力传感器上的压力值达到了患者预先设定好的启动阈值时就继续运动否则就停止运动。

被动模式和单次触发模式因为有绝对量化的指标，控制器实现相对容易，而现有的随动训练模式算法类似单次触发模式算法，由两个写入程序的固定上下压力阈值，超过下压力阈值则手指屈曲，超过上压力阈值则手指伸展，不同人佩戴时误判率很高，同时机械单元会因不断误判而不停地小范围抖动，这样的随动模式既无法适配不同人手，又不稳定，不可应用于临床，接下来会重点针对该模式的实现就行研究。

三、现阶段完成的工作与开题报告内容不相符的情况说明

无

四、下一步工作计划及需要完成的研究内容和需要解决的关键技术

1. 下一步工作计划及需要完成的研究内容

(1) 2018/1. 2-2018/1. 15 加入康复训练控制模块，手功能康复训练机器人应确保患者训练过程中，如发生痉挛等意外情况，能及时停止避免患者手部受到二次伤害。

(2) 2018/1. 15-2018/2. 1 对模式适配中的随动模式进行实现，并完成手功能训练机器人的全部控制单元模块。

(3) 2018/2. 1-2018/3. 31 对整体系统的稳定性进行测试和保证，撰写毕业论文。

2. 需要解决的关键技术

(1) 对于患者训练过程中的痉挛等提出一种检测算法。

(2) 对训练模式适配中的随动模式进行进一步的实现和研究，使得手功能康复训练机器人可以真实且准确的检测到患者的运动意图。

五、已发表的与学位论文相关的学术论文、其他研究成果以及拟发表的研究成果

无

指导教师评价意见	<p>课题进展符合预期计划，已经解决了课题的核心问题。对剩余的工作安排合理，关键问题研讨深入，同意通过。</p> <p style="text-align: right;">校内指导教师签名： 年 月 日</p>
	<p style="text-align: right;">校外指导教师签名： 年 月 日</p>
中期总结报告评语及结论	<p>（中期考核结论分为两种：1. 通过，按专家意见修改后继续学位论文撰写工作；2. 不通过，重新考核。评语重点指出中期报告存在的问题并提出具体修改意见和建议。）</p> <p style="text-align: right;">组长签名：</p> <p style="text-align: right;">成员签名</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>