

基于深度学习的智能康复电疗系统研究

冯梦菲 曹 玥 白雪靖 滕治寒

(华北理工大学 河北 唐山 063200)

【摘 要】现如今,我国残疾人口数量不断增加,庞大的残疾人口规模将对我国的医疗保障体系、公共卫生体系、社会保障体系造成更加严峻的挑战,庞大的肢体障碍患者人群亟需一种有针对性的、高效的辅助康复仪器。

针对康复仪器对患者的康复训练仍存在部位局限、自由度差的问题,提出一种新型电疗仪。该电疗仪用深度学习算法进行数据处理、模型构建,最终选取最优模型并以单片机为载体制成控制器,使用 QCT 等适合与人体接触的复合材料经 D/A 转换器(A/D 转换器)与控制器链接,利用传感器收集数据信息。经过加工得到具备实时监测与智能调控功能的实体康复电疗仪。为肢体障碍患者提供更有效、便捷的康复训练仪器。

【关键词】智能康复电疗仪;深度学习;智能康复电疗预测系统

Research on intelligent rehabilitation electrotherapy system based on deep learning

Mengfei Feng Yue Cao Xuejing Bai Zhihan Teng

(North China University of Science and Technology,Tangshan,Hebei,063200)

[Abstract]Now, the number of disabled population in China is increasing, the huge scale of disabled population will cause more severe challenges to our medical security system, public health system, social security system, the huge population of patients with physical disorders need a targeted, efficient auxiliary rehabilitation instrument.

Aiming at the problems of location limitation and poor freedom of rehabilitation training for patients, a new type of electrotherapy instrument is proposed. The electrotherapy instrument uses the deep learning algorithm for data processing and model construction, and finally selects the optimal model and makes the controller with the single chip microcomputer as the carrier. The composite material suitable for human contact such as QCT is connected with the controller through the D/A converter (A/D converter), and the data information is collected by the sensor. After processing, the physical rehabilitation electrotherapy instrument with real-time monitoring and intelligent control functions was obtained. To provide more effective and convenient rehabilitation training equipment for patients with limb disorders.

[Key words]Intelligent rehabilitation electrotherapy apparatus; Deep learning; Intelligent rehabilitation electrotherapy prediction system

1 背景介绍

如今社会,残疾人士数量的不断增长,在导致越来越多肢体障碍患者遭受病痛折磨的同时,也为我国的医疗保障体系及社会服务体系带来了巨大的挑战。2019 年国务院发表的白皮书指出,我国的残疾人总数超过 8500 万,据估计,到 2030 年我国每年将新增残疾人 200 万-250 万,2030 年我国残疾人数量将达 10000 万人。在这种情况下,残疾人士获得康复辅助器具服务的情况却不容乐观。

迄今为止国内学者对肢体障碍患者人群的基数以及对患者的康复训练情况进行了广泛的研究^[1],经研究可知在国内肢体障碍患者人群数量多,康复训练普及率较低,且受到了医疗人员、康复器械、医疗场地等因素的限制。

截止 2020 年 2 月,中国有 8500 万残疾人,约占中国总人口的比例的 6.21%。其中肢体障碍人士最多,

高达 2412 万人,占残疾人数的 29.07%。有研究估计,中国残疾人口在 2021 年以后每年将以 250 万人的速度快速增加,至 2050 年我国残疾人口将达到 1.68 亿,占全国总人口的 11%^[2]。

2021 年我国康复医疗服务行业市场规模约 1011 亿元。随着人口老龄化的加速、国民康复意识的觉醒以及国家政策的强力推动,康复医疗服务行业市场规模将持续增长,预计 2025 年中国康复医疗服务市场规模达 2686 亿元,2022 年至 2025 年年度增长率约为 38.5%,整体市场未来成长空间广阔。

庞大的残疾人口规模将对我国的医疗保障体系、公共卫生体系、社会保障体系造成更加严峻的挑战^[3],而高效、安全的康复仪器在帮助残疾人士康复的过程中扮演着重要的角色,庞大的肢体障碍患者人群也亟需一种有针对性的、高效的辅助康复仪器。

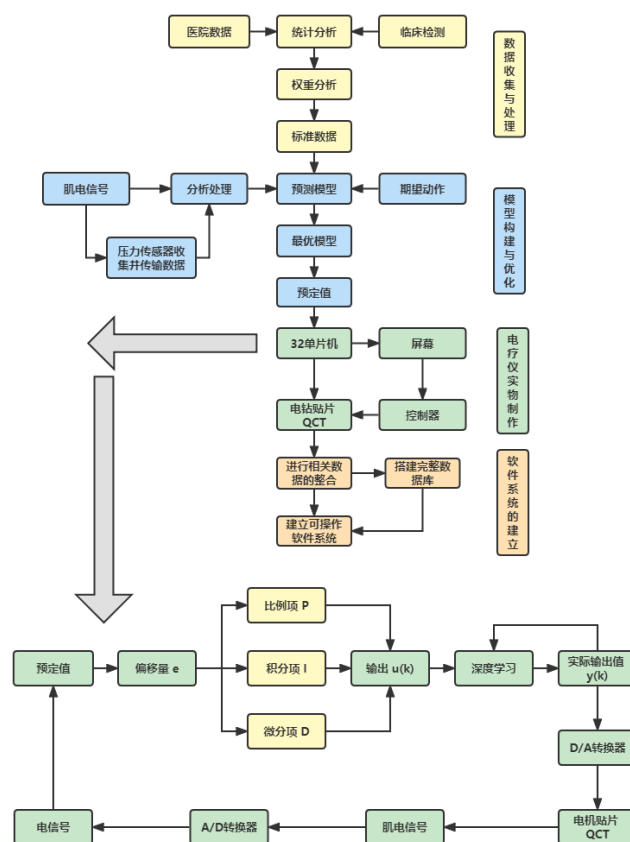
2 研究概述

Year	Market Size (Billion Yuan)
2019	667
2020	817
2021	1011
2022e	1266
2023e	1618
2024e	2079
2025e	2686

CAGR = 38.5%

■ 中国智慧医疗装备市场规模及空间 (亿元)

针对康复仪器对患者的康复训练仍存在部位局限、自由度差的问题,提出一种新型电疗仪。首先从医院及临床检测获取患者数据;其次用深度学习算法进行数据处理、模型构建;最终选取最优模型并以单片机为载体制成控制器,使用 QCT 等适合与人体接触



利用 MX-R1-1001 柔性薄膜压力传感器进行信号

的传导、搜集与传输对患者部位进行电刺激的同时需要对信号进行收集工作,这就需要传感器的使用,将采集的各种各样信息统一转化为电压、电流信号,使其能够准确表达信息。同时利用 Boxplot 滤波器进行降噪工作,实现信息的平稳传播。

3.3 反馈方式

运用闭环反馈对患者的肌电信号数据进行实时监测与处理对患者进行电刺激治疗的同时利用传感器对其肌电信号进行实时搜集、处理并反馈到控制端,进而运用闭环反馈原理实现实时调控,这种方法在针对于肢体障碍患者的康复仪器中是从未出现过的。

4 项目基本情况

4.1 研究目标

本项目致力于打造适用性更高、针对性更强的智能康复电疗仪,建立康复电疗仪系统。基于对肢体障碍患者肌电信号的数据采集分析以及对肢体障碍患者动作意图的预判建立模型,经过一系列优化得到最优模型,利用最优模型进行临床实验获得最终数据,依此建立完整数据库以及软件系统,形成简便、适用范围广的可操作系统。

4.2 研究内容

该智能康复电疗仪预测系统可将电流大小进行可视化操作,形成的可操作界面,可通过临床实验人体数据库智能调控反馈大小,将训练完善的肌电信号预测模型应用到康复医学的预测系统,建立临床实验人体数据,收集数据并搭建完整数据库,搭建的软件系统,以达到辅助医生进行精准诊断和提高医生的诊断准确率的目的。

4.3 研究方法

(1) 应用智能化管理分析算法、集成学习、深度学习算法等来预判研究肢体障碍患者想要完成的动作;(2) 应用神经网络算法建立最优模型并对患者动作进行预测;(3) 利用 MX-R1-1001 柔性薄膜压力传感器进行信号的传导、搜集与传输;(4) 运用闭环反馈对患者的肌电信号数据进行实时监测与处理。

4.4 研究过程

(1) 对肢体障碍患者肌电信号进行临床检测和调研,最终整合得到的所有数据,为下一步的建模预测做好前期准备;(2) 对前期获取的数据利用数据挖掘、神经网络进行模型构建,利用小白鼠等将模型构建结果应用于动物临床试验,将临床试验结果与模型值进行对比,根据对比结果对模型进行优化处理,最终得到最优模型,根据建构的模型已实现前期的实物主体制作阶段;(3) 模型精细训练阶段,将前期动物

实验阶段与人体实验阶段发现的问题以及不足进行整合,并将其进行优化改进。利用改进后的模型仪器再次进行以上动物实验与人体实验,重复以上操作,直至模型足够精细,能够达到相关部门的使用要求;(4) 数据库修改完善阶段,将以上最优一版模型数据进行整合与管理,并进一步扩大实验范围,同时搜集相关数据信息,提高数据库的完整性,为下一步软件系统的制作创建完整数据条件;(5) 软件系统制作阶段,在完成以上工作的基础上,将人体实验数据归纳完善建立完整的人体数据库,应用数据库信息制作软件系统,将数据转化成为在家庭中也使用的简单易使用的可操作界面。

5 研究结果

获取肢体障碍患者肌电信号,通过对数据进行分析,用 topsis 获得各因子权重系数、然后再通过循环神经网络(RNN)来模拟构建预测模型,通过肌电信号接收数据将模型得到的结果作为再次获取患者肌电信号的依据,循环此流程,得到模型值与患者实际肌电信号值最接近的模型。

将依靠神经网络算法得到的最优模型以单片机为载体制成控制器,使用 QCT 等适合与人体接触的的复合材料经 D/A 转换器与控制器链接,将电极制成可接触式电极贴片依附在 QCT 上,该贴片上存在多个电极点可提供电刺激,将电信号导入神经,神经受到电刺激后返回生物信号,生物信号再经 A/D 转换器转成电信号回到控制器,电信号经过神经网络算法处理后与预定值进行比对,产生偏差量,控制器做出调整减小偏差量,循环往复,达到实时监测、精确处理的功能,经过加工、封装等过程得到实体智能康复电疗仪。

对患者部位进行电刺激的同时需要对信号进行收集工作,这就需要传感器的使用,将采集的各种各样信息统一转化为电压、电流信号,使其能够准确表达信息。同时利用 Boxplot 滤波器进行降噪工作,实现信息的平稳传播。

参考文献:

- [1] 白敬. 上肢康复机器人关键技术及康复评定的研究 [D]. 东南大学,2019.1-2.
- [2] 杨雪莲. 延续性护理对脑外伤肢体障碍患者日常生活能力的影响 [D]. 重庆医科大学,2014.
- [3] 孙金凤. 对脑出血术后肢体功能障碍患者实施家庭随访的效果评价 [D]. 青岛大学,2015.

项目: 论文由大学生创新创业训练计划项目: R2022039 资助。