基于YDK-Ⅱ下肢康复机器人的远程康复系统

构建方案

学生姓名：仲美玉

指导教师：孔令富教授

日 期：2021.5.24

目 录

[1 背景技术 1](#_Toc73455492)

[2 需求分析 2](#_Toc73455493)

[2.1 用户角色需求 2](#_Toc73455494)

[2.2 功能需求 2](#_Toc73455495)

[2.3 性能需求 3](#_Toc73455496)

[3 系统设计 4](#_Toc73455497)

[3.1 系统硬件平台设计 4](#_Toc73455498)

[3.2 设备选型 4](#_Toc73455499)

[3.3 系统软件架构设计 6](#_Toc73455500)

[3.3.1 患者端子系统设计 7](#_Toc73455501)

[3.3.2 医生端子系统设计 8](#_Toc73455502)

[3.3.3 管理员端子系统设计 10](#_Toc73455503)

# 背景技术

我国正面临日益严重的老龄化问题和数量庞大的残疾人群，脑卒中和脊髓损伤已成为导致下肢运动功能障碍的两大主要原因。随着机器人技术不断发展，康复机器人已逐渐应用于下肢运动功能障碍患者的康复训练中。诸多临床试验表明，康复机器人能在一定程度上帮助下肢瘫痪患者恢复自身主动控制肢体的能力。由于医疗卫生资源、交通以及经济等各方面的制约，大多数肢体伤残病人通常在医院接受急性期治疗，待病情稳定后选择回归家庭进行后期的康复治疗。然而，患者居家康复期间，病人及家属面临着功能性康复训练认识不足、康复训练依从性不高以及缺乏鼓励与支持等问题。因此，如何满足肢体伤残患者居家进行康复训练的需求，帮助病人实现医院向家庭的平稳过渡是需要解决的问题。

近年来，远程康复技术受到了广泛关注，该技术将康复治疗与远程通信技术相结合，由专业的康复医护人员远程指导病人及其家属进行康复训练，提供了一种新型、有效的康复护理手段。远程康复实现了一种可持续性康复服务方式，使患者在医院的前期治疗和出院后回归家庭的后期康复得到一体化、规范化保证。多项国外的临床试验已经证实，患者在病情稳定后如果能在社区和家庭中得到专业的康复服务，与在康复机构中由康复医生指导相比，功能恢复无差异。因此，对肢体伤残患者开展远程康复护理不仅能够减少患者住院时间和医疗费用，还有助于改善医疗资源分布的不平衡，对患者最大限度回归社会有重大意义。

# 需求分析

本方案的主要目标是利用远程康复技术构建基于YDK-Ⅱ下肢康复机器人的远程康复系统(以下简称远程康复系统)，以满足肢体伤残患者(以下简称患者)居家康复的需求。以下通过对远程监护系统的用户角色、功能及性能三方面进行需求分析。

## 用户角色需求

远程康复系统面向的用户群体包括患者(家属)、康复医生，两类用户群体的系统使用需求如下。

1. 患者

患者使用远程康复系统的基本需求是在出院后能够自主或在家属的辅助下使用康复机器人开展个人康复后期的肢体训练，并且能够将康复训练情况、康复期间的生理监测情况及时反馈给医生，以获取医生的专业指导。

1. 医生

医生通过远程康复系统来及时跟踪个人所负责的患者的康复情况，并针对不同患者制定个性化的康复治疗方案，该方案主要包括对某位患者康复训练任务、饮食、用药等方面的指导。

## 功能需求

1. 患肢的康复训练

远程康复系统的核心功能是辅助肢体伤残患者居家完成后期康复治疗，因此，需要该系统具备帮助患者进行肢体康复训练的功能。

1. 高效的交互模式

患者在康复训练过程中的患肢动作行为和面部神态特征有助于康复医生分析病人患肢的恢复状况，因此，远程康复系统需提供音视频通话功能，医生通过观察患者康复训练的表现和询问患者感受为患者制定个性化康复处方。

为提高患者使用康复机器人进行康复训练的效率，提供基于语音的人机交互模式，用户可通过多控制参数语音指令设置康复任务。

1. 多生理参数监测

人体的多项生理参数，例如心电信号、血氧饱和度、血压、体温等，可反映人类身体的健康程度，通过监测患者在康复训练过程中的生理参数可以辅助判断患者当前的身体状况。因此，远程康复系统需要配备多生理参数监测设备，采集患者训练过程中的重要生理体征数据，同时将患者生理体征数据进行存储，并能够以波形图或数值形式显示患者的生理体征数据。

当某个生理信号超出正常阈值，系统需发出报警信息，提示患者及其家属调整适合患者当前状态的康复动作。

1. 数据管理

远程康复系统运行过程中会产生大量的数据，例如：用户信息数据，康复训练数据、多生理参数数据等，为保护用户隐私、保证系统高效运行，需要设计专门的数据库对数据进行统一管理。

## 性能需求

由于远程康复系统面向肢体伤残患者建立，在满足用户实际需求的同时，远程康复系统还应具备先进性、安全性、可扩充性、可维护性、健壮性和经济性。

1. 先进性

远程康复系统的先进性是指该系统的建立需采用国内较为成熟的计算机软硬件技术，使新建立的系统能够最大限度地适应今后技术发展变化和业务发展变化的需要。

1. 安全性

远程康复系统的安全性是指在该系统的使用过程中，患者自身安全能够得到保障，此外，还需注重保护患者、康复医生和患者家属的个人隐私安全，防止系统数据被窃取和篡改。

1. 可扩充、可维护性

考虑存在维护系统、添加系统功能、修改系统模块、重组系统结构等情况，提高远程康复系统的可扩充、可维护性是提高对系统管理、升级和维护的必备手段。

1. 健壮性

远程康复系统的健壮性指用户在正常操作系统的过程中不应出现严重故障，能够确保任何操作都能安全退出。对于用户任何不当操作，远程康复系统应能给予正确提示。

1. 经济性

远程康复系统的经济性是指在满足系统需求的前提下，应尽可能为下肢康复机器人配备性价比 较高的外部设备，以最低的成本完成远程康复系统的建设。

# 系统设计

根据上述需求，以下分别对远程康复系统的硬件平台和软件架构进行设计，具体如下。

## 系统硬件平台设计

本方案设计的远程康复系统的硬件平台主要由YDK-Ⅱ下肢康复机器人(含上位机、下位机)、生理监测设备、音视频交互设备构成。远程康复系统的总体拓扑如下图1所示。

图1 远程康复系统总体拓扑图

其中，YDK-Ⅱ下肢康复机器人能够在主动、被动两种模式下为患者提供肢体康复训练服务，康复训练内容包括对患者双腿的髋、膝、踝进行单关节的康复训练和三种关节组合训练的多关节康复训练。用户可通过康复机器人上位机的触控或语音交互的功能下达康复指令，下位机接到来自上位机的服务请求后，形成相应的下肢康复机器人动作序列，带动患者患肢进行康复训练。

生理监测模块由便携式心电、皮电、体温等传感器组成，各个传感器采集的数据通过蓝牙模式传输至康复机器人的上位机进行重要生理参数的处理、分析和存储，以监测患者在康复训练过程中的身体状况。

音视频交互模块拟选用某公司网络摄像头作为远程康复系统实现音视频交流的硬件设备。远程监护平台拟应用物联网云平台获取网络摄像头的媒体数据流，得到网络摄像头实时视频画面和语音信息，从而实现患者、医生间的音视频通话。

## 设备选型

综合上述对远程康复系统硬件平台的设计，拟选取的硬件设备如表1所示。

表1 远程康复系统设备选型

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **项目** | **名称/型号** | **设备描述** | **厂商** | **价格**(元/台) |
| 生理监护 | 心电采集模块  BMD101  (预购1件) | 1. **功能**：采集心率数据 2. **输出方式**:两导联线输入，带屏蔽线 3. **输出数据**：实时波形数据和心率数据 4. **接口方式**：B型USB接口，带USB信号磁耦合隔离。 5. **产品参数**：长7cm，宽2.8cm，高1.3cm 6. **自行准备配件**：B型USB线。 | SODO电子工作室 | 260 |
| 可穿戴心电传感器+蓝牙适配器  (预购1件) | 1. **功能：**采集心率、皮电、体温数据。 2. **组成：**心电传感器、温度传感器、皮电传感器、加速度计。 3. **通信方式：**蓝牙5.0。 4. **通信距离：**10m。 5. **输出数据：**心率、HPV变异性、皮电数据、体温数据、步数计数、三轴加速。 6. **尺寸大校：**长8cm，宽2.7cm，高1.4cm.传输距离10m。 | 无锡市思知瑞科技有限公司 | 489 |
| GSR皮肤电传感器模块  (预购1件) | 1. **功能**：采集皮肤电导数据。 2. **组成**：皮肤点传感器、指套、面包板、开发板、下载线、灯珠、杜邦线。 3. **通信方式：**USB。 | 无锡市思知瑞科技有限公司 | 169 |
| 远程视频 | 普通网络摄像头  罗技C1000E  (预购2件) | 1. **产品功能**：人脸微表情采集，帧速率：90fps;分辨率：1280x720。 2. **组成结构**：相机，USB数据线。 3. **适用范围**：普通场景. 4. **产品特点**：分辨率最高支持4096x2160。 | 京东 | 1400 |
| **项目** | **名称/型号** | 1. **设备描述** | **厂商** | **价格**(元/台) |
| 微表情 | 高速摄像头  MER-050-200GC | 1. 产品功能：帧速率200 fps; 分辨率：800x600。 2. 组成结构：相机，GigE数据线 3. 适用范围：普通场景 4. 产品特点：帧率高 | 大恒图像有限公司 | 2000 |
| 微表情采集外围设备  (反光伞、LED补光灯) | 1. 产品功能：保持良好的采光环境 | 京东 | 500 |

## 系统软件架构设计

本方案设计的基于YDK-Ⅱ下肢康复机器人的远程康复系统软件拟采用浏览器/服务器(Browser/Server, B/S)架构进行实现，通过网页与服务器间的网络请求来实现业务相关的数据交换，从而将前后端进行联系。远程康复系统拟使用Vue.js框架进行前端开发，SpringBoot框架进行后端开发，MySQL作为数据库，在数据库连接方面将采用Mybaits框架，并且将使用Luence对数据库中的医患信息编写索引进行存储以便用户进行搜索查询。

远程康复系统主要分为患者端、医生端和管理员端，系统的功能模块图如图2所示。



图2 远程康复系统功能模块图

**患者端子系统**主要实现的功能包括患者注册/登录系统、患者个人信息管理、患者申请医生的监护、患者发起与医生的音视频通话、患者查看康复训练期间个人生理指标参数、患者线下给医生留言。

**医生端子系统**主要实现的功能包括医生注册/登录系统、医生对个人信息管理、医生查看/处理患者的监护申请、医生发起与患者的音视频通话、医生管理个人监护的患者、医生查看患者生理指标参数、医生对患者进行线下指导。

**管理员端子系统**主要实现对患者和医生相关数据的管理，例如患者信息管理、医生信息管理、用户登录密码的重置、医生权限的设置等。

以下是对远程康复系统中患者端子系统、医生端子系统和管理员端子系统的详细设计。

### 患者端子系统设计

1. 患者注册

患者首先点击“注册”按钮，跳转进入注册界面，输入个人姓名、性别、年龄、身份证号、常住地址、个人联系电话、家属联系电话、密码等注册信息，患者端依次判断各项注册信息格式是否正确。当注册信息格式全部正确时，将注册信息传递至服务器端，服务器端验证注册信息并反馈验证结果至患者端子系统，患者端提示用户注册是否成功。如果用户输入的注册信息格式不正确或用户已存在，系统提示用户注册失败，用户返回注册界面重新修改注册信息。

1. 患者登录

患者进入登录界面，输入个人账号、密码等登录信息，患者端依次检验登录信息格式是否正确。当登录信息无误，患者端将登录信息传送至服务器端，服务器端验证登录信息并反馈验证结果至患者端，患者端提示登录是否成功。若登录信息格式有误或密码不正确，患者端提示登录失败，用户重新录入登录信息。(考虑人脸识别登录)

患者登录系统后，系统检测患者个人病历是否已录入，若未录入，跳转至个人病历录入界面，病例录入界面包括使用文字/语音的交互方式概述患者病情，还可上传患者相关病历文件以进一步详细介绍个人病况。单击‘确认’，将患者病历保存至数据库，单击‘取消’，取消个人病历录入。

1. 患者信息管理

单击‘患者信息管理’按钮跳转至患者信息管理界面，该界面详细显示病人的个人信息，例如：患者姓名、性别、年龄、常住地址、联系电话、个人病历等信息，单击可选信息录入框，可修改/完善患者信息，单击上传文件，可上传最新病历文件。若患者信息存在变动，‘完成’按钮变为可用，单击‘完成’按钮，将修改信息保存至数据库，单击‘取消’按钮，返回主界面。

1. 监护申请

单击‘监护申请’按钮跳转至申请监护详情界面，该页面以列表形式展示已建立医患关系的医生名单，列表标题包括医生姓名、通过监护申请的时间。点击‘申请监护’按钮，通过医院、科室、医生姓名搜索到某位医生，单击医生姓名，可查看关于该医生的详细介绍，单击‘申请监护’，系统汇总患者个人信息和病历发送给该医生，以申请该医生的监护，单击‘取消’，取消此次监护申请。

1. **联系医生**

单击‘联系医生’按钮跳转至医患交流详情页面，该页面以列表形式展示与当前患者建立看护关系的医生名单，列表标题包括医生姓名、最近联系时间。单击某个医生的姓名，跳转至与该医生交流的页面，该页面主要包括音视频交互和线下留言功能。当患者需要医生的实时康复指导时，**可通过单击‘音视频交互’图标来申请与该医生建立实时的音视频通话关系，**此外，患者还可以通过**单击‘留言框’来留言咨询医生自己康复训练期间遇到的问题，以获取医生的线下指导。**

1. **生理监护**

单击‘生理监护’跳转至生理监护详情页面，该页面主要以视图形式向患者/家属展示患者当前的身体状况。通过单击生理监护页面‘开始’按钮来采集患者的生理数据，例如心电、皮电、体温等。**所采集的生理数据经处理、分析后以波形图、数值的形式展示给患者(家属)。**生理监测结束后，所有的生理数据存储到数据库中。**患者端子系统允许患者(家属)以监测时间为条件来查看患者的历史生理数据**。医生端子系统可通过调用数据库中的生理指标参数形成患者生理监测报告，以便医生及时了解患者的身体状况。

### 医生端子系统设计

1. 医生注册

医生首先点击“注册”按钮，跳转进入注册界面，输入个人姓名、性别、身份证号、联系电话、所属医院、所属科室、密码等注册信息，医生端端依次判断各项注册信息格式是否正确。当注册信息格式全部正确时，点击‘确认注册’按钮将注册信息传递至服务器端，服务器端验证注册信息并反馈验证结果至医生端端子系统，医生端提示用户注册是否成功。如果用户输入的注册信息格式不正确或用户已存在，系统提示用户注册失败，用户返回注册界面重新修改注册信息。

1. 医生登录

医生进入登录界面，输入个人账号、密码等登录信息，医生端依次检验登录信息格式是否正确。当登录信息格式无误，点击‘登录’按钮，医生端将登录信息传送至服务器端，服务器端验证登录信息并反馈验证结果至医生端，医生端提示登录是否成功。若登录信息格式有误或密码不正确，医生端提示登录失败，用户重新录入登录信息。(考虑人脸识别登录)

医生初次登录，医生端跳转至个人履历界面，该界面通过文字录入的方式完善医生功能主治、个人成就等信息。单击‘确认’，将医生个人履历保存至数据库，单击‘取消’，取消个人履历完善。

1. 医生信息管理

单击‘医生信息管理’按钮跳转至医生信息管理页面，该页面详细展示医生的个人信息，包括：医生姓名、性别、年龄、所属医院、所属科室、个人简介、个人成就等信息。单击可选信息文字录入框，对该项信息进行修改或完善。若存在修改信息，‘完成’按钮变为可用，单击‘完成’按钮，将修改信息保存至数据库，单击‘取消’按钮，返回主界面。

1. **患者管理**

单击‘患者管理’按钮跳转至患者管理页面，该页面以列表形式展示医生当前/历史管理的患者，当前/历史患者以特定标识区分，列表排序规则设定为当前管理的患者置前、最近联系的患者置顶，列表标题包括患者ID、患者姓名、患者主治、最近一次联系时间，每条患者记录前设置一个选中框。患者管理页面实现的主要功能为添加患者、删除患者、搜索患者、与患者音视频交互、与患者线下交流。

单击‘添加患者’按钮，跳转至患者注册页面，实现从医生端为患者创建系统账号以建立医患关系，添加完成后刷新患者管理页面。

单击一个或多个患者的选中框可进行删除或标记等操作。

单击‘搜索患者’按钮，可通过在搜索框中输入患者ID或患者姓名来精确搜索某位患者。

单击某条患者记录进入该患者详细页面，该页面包含音视频实时交互、查看生理监测报告、线下监护指导和查看患者病历信息的功能。**单击‘音视频交互’图标来与患者建立实时的音视频通话关系**。**单击‘生理监测报告’图标查看患者的各项生理指标参数，以判断患者身体健康状态。单击‘监护指导’按钮可以回复患者疑问、发布康复期间的注意事项等专业指导信息**。单击‘查看病历’按钮可查看患者的个人简介和病历信息。

1. 监护申请管理

单击‘监护申请管理’按钮跳转至监护管理申请详情页面，该页面以列表形式展示来自患者的最新/历史申请信息，申请信息包含建立医患监护关系和结束医患监护关系的申请，两种申请信息以固定标识区分。列表标题包括提出监护申请的患者姓名、监护状态。其中，监护状态包括未查看、已接受、已结束、已拒绝四种类型。单击‘未查看’状态下申请建立医患监护关系的信息，跳转至患者简介界面，该界面包含患者姓名、性别、年龄、病情介绍等信息，单击‘接受’，将患者添加至医生端患者管理的列表中并将监护状态设置为‘已接受’，单击‘拒绝’，拒绝该申请。单击‘未查看’状态下申请结束医患监护关系的信息，跳转至患者简介界面，单击‘结束监护’终止医患监护关系并将监护状态设置为‘已结束’，单击‘取消’，返回监护管理申请详情页面。单击任一监护状态下的申请信息，都可以查看患者姓名、性别、年龄、病情简介等信息。对于监护状态为‘已接受’或‘已结束’的患者，单击患者名称按钮，可进入**(4) 患者管理**中的患者详情页面。

### 管理员端子系统设计

1. 医生注册审核

该功能模块主要面向医生建立，单击‘用户审核’，查看医生提交的系统注册申请，确保医生注册申请信息的真实性。单击‘通过’，将该医生记录到系统数据库中，单击‘拒绝’，拒绝该医生的注册申请。

1. 医生信息管理

单击‘医生信息管理’跳转至医生信息管理页面。该页面以列表形式展示使用该远程康复系统的医生，列表标题包括医生工号、医生姓名、所属医院。单击搜索框，可手动录入医生编号或姓名查找特定医生。单击某一医生的记录，进入该医生的详情页面，该详情页面展示了该医生个人信息和个人成就等。管理员可添加/删除系统内的医生、修改医生信息，例如医生工号、密码等。

1. 患者信息管理

单击‘患者信息管理’跳转至患者信息管理页面。该页面以列表形式展示使用该系统进行康复治疗的患者，列表标题包括患者编号、患者姓名、使用该系统的开始时间、主治医生。单击搜索框，可手动录入患者编号或姓名查询特定患者。单击某一患者的记录，进入该患者的详情页面，该详情页面展示患者个人信息和病历等。管理员可添加/删除系统内的患者、修改患者信息，例如用户名、密码等。