无线微型生命体征采集系统（演示版）研发方案及规范

（草案）

1. 系统的应用背景

为了减少医院夜间巡查病人状态给其带来的不便以及减少护士的工作量，一种用于采用无线技术实现的微型生命体征采集系统可以帮助护士在不直接对患者进行操作的前提下，察看患者的实时基本生命体征，包括脉搏、体温和呼吸，同时这些体征参数可以在网络存在的条件下存储于云端数据库，为实现医院内部的大数据分析提供内容。

1. 系统应用场景（设想）

场景一：护士M开始了每天的例行，首先拿出一个随身的PAD，开启巡检系统软件，选择不同的病区，进入病区模式后，PAD上显示病房分布图；于是开始进行巡视，当她走进某个病房门口时，她点击对应的病房图标，于是该病房图标会弹出一个床铺列表，分别列出每张床的患者的当前特征参数，如果床铺空，则列表的状态栏显示为空，如果出现故障，则列表的状态栏显示故障，如果参数出现不正常，状态栏显示报警，如果参数在正常范围内，状态栏显示正常。

场景二：护士M每天晚上开始对为病人上采集贴，如果这是一个未绑定的贴，则首先需要进行绑定，绑定的流程：1）开启巡检系统软件，选择不同的病区，进入病区模式后，PAD上显示病房分布图；2）点击某个病房后，进入病房模式，会显示所有病床是否已有采集贴的绑定状态，如果已有绑定则显示帖的序列号，否则为空；如果贴未开启，则序列号不会发亮，否则高亮；3）打开采集贴的电源，看到电源指示灯（红光）亮之后，然后看到蓝牙指示灯开始闪烁，随后对应的蓝牙-WIFI转换器也同时会有蓝灯闪烁，这时表明采集帖与蓝牙-WIFI转换器已经产生了连接；4）在PAD上会有显示有新的采集贴出现；5）护士把新的贴滑动到某个病床，如果绑定成功后，该床位显示有新贴绑定且高亮，表明绑定成功。

如果是一个已经绑定的贴，则自动连接，根据原先绑定位置，贴上的蓝牙指示灯和蓝牙-WIFI转换器上对应的蓝灯在闪烁之后长亮，表明连接成功。连接成功后会在PAD上显示已连接及当前电量显示、贴的序列号高亮、当前数据是否正常。

场景三：护士M顺序开启或绑定一个或多个贴之后，确定所有连接正常，开始把贴往患者身上贴；经过一夜巡诊完毕之后，护士把贴从患者身上取下，关闭电源，更换电极，以待下一次使用。

场景四：护士M发现设备电量不足（对应4.1.3中的第一版），将设备拿去充电同时使用备用设备，备用设备的使用和电量不足的设备的使用相同；或者护士M每次使用完设备（对应4.1.3中的第二版）后，将带有电池的后盖取下，拿去充电，同时将已经充好电的备用后盖换上，更换电极贴，即可用于下一个晚上。

规则1：建议不要同时打开所有的蓝牙设备进行配对；

规则2：护士在打开所有采集贴并确认连接成功后再往患者身上贴；

1. 系统开发方案

系统架构图：



图1 系统架构图

上图中，系统的前端是体征采集贴，由病人佩戴，采集贴通过蓝牙4.0与病房内的一个蓝牙-WIFI路由器通信；护士或医生可以通过两种模式获得路由器发出的数据。一种称为监控模式，蓝牙-WIFI路由器将数据直接发送到医院内部的无线局域网，然后进入服务器，由服务器进行整理，分析，打包，护士或医生可以通过终端直接观察服务器传过来的信息（图中虚线所标的路线）；另外一种是巡视模式，护士手持一个经过授权的平板靠近病房，可以通过WIFI直接读取蓝牙-WIFI路由器中的数据（图中实线所标的路线），本方案将只涉及本路线的设计。

1. 系统各模块设计规范

4.1 采集贴

4.1.1概述

演示版的采集贴由四部分组成：1）电路板；2）电池；3）电极；4）封装。采集贴的主要功能是通过电极获取心电信号，经过信号处理后，通过蓝牙通信将数据发送出去。每一个贴在编程是都要配置一个唯一的128bit序列码，序列码分为16个8比特，每个8比特对应的ASCII码为0~9，A~Z。

|  |  |
| --- | --- |
| 参数 | 指标 |
| 尺寸 | < 10X5X0.8cm |
| 电池 | > 80mA，聚合物锂电池 |
| 功耗 | 正常： ≥24Hr  休眠：≥ 72Hr |
| 通信方式 | 蓝牙4.0 |
| 通信传输距离 | ≥ 6m |
| 数据安全 | 采用加密数据传输和口令认证 |
| 信号指示 | 红色：电源  蓝色：蓝牙 |
| 充电方式 | 线充 |
| 封装材料 | 无害且可以用酒精消毒 |
| 体征信号采集频率 | （1）模式1，查询时采集，平常为休眠；  （2）模式2，每10s采集一次，然后休眠；每次采集时长为1分钟； |
| 通信传输模式 | （1）模式1，广播模式，信号采集时对数据进行广播；  （2）模式2，查询模式，只有外界对数据提出查询时才提供数据； |
| 自检模式 | 定时自检 |

4.1.2 电路板硬件及软件（龚填写）

电路板硬件分为两个版本：版本一中信号处理模块（STM8l）和蓝牙模块（CC2541）分开。主要芯片为心电信号采集芯片（AD8232），信号处理模块（STM8L152k6），蓝牙模块（CC2541）,充电模块（LTC4054），电池电量检测模块（MAX17040）。开发软件主要为IAR，用来对STM8L和CC2541芯片编程。其中STM8L用于控制ADC的采样率并且对模拟信号进行数字滤波，同时，结合采样率和滤波结果，采用一定的算法计算心率和呼吸速率，当前端集成温度传感器时，STM8L还会控制ADC实行多通道分时采样，该单片机还会通过I2C总线与电池电量检测模块通信，获取电池电量，最后将心率，呼吸值，实时采集到的心电信号和电池电量打包通过串口发送到CC2541，CC2541将数据转发到WIFI供上位机调度；版本二不需要STM8L模块，由CC2541的内核以及相关外设完成对应的功能。主要涉及的编程工作包括各个接口的配置，蓝牙一拖三数据通信以及心率算法的移植。

4.1.2.1 电路板设计

4.1.2.2 软件系统及数据结构

电路系统中STM8L(采集前端)的工作流程主要如下：

**注释**：系统上电后，STM8L先初始化硬件，包括ADC采样率，串口，时钟，开启中断等等，然后一直等待串口中断。STM8L默认为接收到的第一个数据包为系统设置数据，主要包括以那种方式工作，查询时采集，平常为休眠？还是每隔一定时间采集一次然后休眠？确定工作模式后，STM8L会首先判断电极是否连接人体，这主要由前端采集芯片（AD8232）的导联脱落检测来完成。一旦确认硬件正常后，STM8L启动AD转换，并且按要求上传数据。数据上传分为两种模式：1，**广播模式，这时ADC持续工作**，STM8L将转换结果直接上传；2，**查询模式，STM8L等待数据请求，然后启动ADC，上传一次转换结果**。

设备硬件初始化

等待CC2541数据

选择工作模式

检测电极是否连接人体

读采集结果，处理，上传

CC2541从机工作模式

**注释**：系统上电后，CC2541先初始化硬件，如串口，时钟，开启中断等等，然后初始化蓝牙协议栈。初始化完成后，根据选定的工作模式（注意，工**作模式即广播模式和查询模式的选择是手动选择，在程序进行编译时只编译一个模式的代码）**。如果是**广播模式，CC2541先开始进行广播，广播数据包括自身mac地址，服务的UUID等信息，等待主机发送扫描请求，并且回应**。建立连接后，从机等待主机发送第一个数据包，**这个数据包用来设置从机，内容包括广播间隔，广播时间，设备名称（？？？这条是否要加条协议呢？这个等还要有什么？）**等。然后从机**断开连接，根据设置来广播带有心率数据的数据包**（这个方法靠谱吗？？是否在医院demo中实现？）；如果是**查询模式，从机和主机建立连接后不会断开连接。从机会一直等待主机发送数据请求**，然后才向STM8L请求数据，并且将数据打包发送给主机(这条协议要制定)。

设备硬件初始化

协议栈初始化

选择工作模式

根据工作模式上传数据

CC2541主机工作模式

**注释**：系统上电后，CC2541也先进行相关初始化。初始化完成后，主机在扫描广播包，将读取的信息通过串口传给WIFI（蓝牙主机透传模式？），同时等待串口数据包，这个数据包用来设置从机，如**设备名称，蓝牙连接参数**（协议见协议部分）等。**注意**，**蓝牙主机不会缓存数据，如果整套系统是第一次工作，蓝牙主机扫描到的从机设备都应该是新设备，主机只负责将扫描到的数据上传，上位机端会通过查询自己的数据库判断扫描到的设备是否是新设备**。如果整套系统工作于广播模式，**蓝牙只需扫描广播包，将需要的数据解析出来并且打包，然后通过串口传给WIFI**;如果工作模式是**查询模式，蓝牙主机在每次向从机请求数据时必须先收到上位机通过WIFI传过来的数据请求指令，然后分别对连接的从机设备请求数据，然后将数据打包，再通过串口传给WIFI**。

设备硬件初始化

协议栈初始化

扫描广播

根据上位机参数设置从机工作

接收从机数据，打包，转发

4.1.3 电池（龚填写）

第一版电路的电池采用120mAh的可充电锂电池，体积约3cm\*1.5cm\*0.5cm。以版本一的电路来看，全速工作时间大于10h，分时休眠工作时间未测。对电池的续航要求是：全速工作时长大于8h;值传输心率值时工作时长大于16h;带休眠的工作时间大于24h。充电接口采用圆口，充电形式为当电量低于一个阈值（无法供设备工作一个晚上）时提示电量过低，需要充电后才能正常工作。第二版电路采用定制的可拆可充电电池，将电池固定在外包装的后盖上，电池充电接口定制，用充电座充电。具体实现方案是每次护士使用完设备，在更换心电电极的同时拆下带有电池的后盖更换后盖（同时也更换了电池，该电池是事先已经充完电的电池，能保证设备工作一个晚上）。这样设备的工作模式为电池每次在更换电极贴的时候更换，只是电极贴不会回收，但是电池会回收充电重利用。续航要求同第一版。

4.1.4 电极（龚填写）

电极采用市面上常用的心电电极，面积约为：5cm\*3cm。考虑到整个设备的重量是以电池和外壳为主以及设备与人体的接触与固定是由电极实现，所以电极贴不能太小，否则可能无法满足固定的要求。如果采用定制电极，必须在设计的时候考虑到能牢固地将设备固定在人体上的问题。

4.1.5 外观



图2 采集贴外观示意图

采集贴的正面有R和B两个可以透光的位置，分别代表电源和蓝牙指示，START是启动键，E是电极的位置，充电口在贴的侧面。

4.2 蓝牙通信协议（V0.1）（黄填写）

蓝牙通信协议为采集贴与蓝牙-WIFI路由器之间通信的自定义协议，规定了所有事件的处理流程，数据传输格式，及安全控制、稳定性措施。

4.2.1 事件定义及状态机转换

总体分为两种模式：科研模式以及demo模式。

科研模式是蓝牙主机进入透传模式，wifi进入透传模式，PAD直接对蓝牙从机进行响应，不使用轮训方式，直接被动处理由蓝牙从机发送过来的数据包。科研模式下要求，PAD接收到蓝牙从机数据直接将其解包，分析绘图。

Demo模式即为轮训模式（整个事件采用轮训模式），数据请求均由主机发起（蓝牙主机向蓝牙从机发起数据请求，PAD向蓝牙主机发起数据请求，wifi进入透传模式）。

蓝牙主机设备存储从机发送过来的数据以及从pad上经过wifi路由发送过来的数据

这些数据包括：

pad发送：绑定信息（设备绑定码）

蓝牙主机向从机发起数据请求，由从机回复。每10s进行一轮数据请求。PAD上经过wifi向蓝牙主机发起数据请求，蓝牙主机回复，每10s一次数据请求。

从机回复：心率值，从机状态，心率状态，电量信息

蓝牙主机向从机发起设置请求，由从机回复。

设置包括：广播间隔，广播时间，设备名称，低功耗模式。

从机回复：设置是否成功。

ADD:为确保A病房3个从机设备只绑定A病房主机设备不能连接绑定B病房主机设备，规定协议方法：蓝牙主机判断PAD是否已连接（方法是PAD连接上wifi后，由于wifi是透传模式，直接向蓝牙主机发送类心跳包，同时要求蓝牙主机有回复），当PAD不连接时，无心跳包，此时蓝牙主机不再向新从机发送连接请求，只可以连接旧从机。（协议见4.2.3：8重点说明四）

4.2.2 操作流程

Demo模式：

三个心率采集蓝牙从机设备采集心率计算后，将心率数上传给蓝牙主机。然后蓝牙主机基于建立好的协议，将综合好的每个从机信息与状态以一帧数据（每10s/次），通过串口转USB上传给wifi设备，wifi设备透传给IPAD。此过程均由主机发起。

PAD设备存储每个蓝牙上传的心率与状态于数据库中，同时PAD进行调用数据库，在页面上进行显示心率值。页面见（4.4.1）

4.2.3 数据包格式及定义

1. 整体结构(总体来讲)：

蓝牙主机端协议：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0x48 | 0x59 | 0x3C | 0x\*\* | 0x\*\* | 0x\*\* | 0x\*\* |
| 头 | 头 | 头 | SIZE | MODE | DATA | Checksum |

结构说明：

帧头：0x48 0x59 0X3C

内容：从SIZE到DATA,SIZE指的是从SIZE到CHECKSUM的字节长度，从0开始计数。

帧尾：Checksum是从SIZE到DATA的所有字节异或。

**智能心率贴端（蓝牙从机）**协议返回信息：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0x48 | 0x59 | 0x3E | 0x\*\* | 0x\*\* | 0x\*\* | 0x\*\* |
| 头 | 头 | 头 | SIZE | MODE | DATA | Checksum |

结构说明：

帧头：0x48 0x59 0X3E

内容：从SIZE到DATA, SIZE指的是从SIZE到CHECKSUM的字节长度，从0开始计数。

帧尾：Checksum是从SIZE到DATA的所有字节异或。

1. 当蓝牙主机端询问WHO ARE YOU时，蓝牙从机返回设备描述（包括PID,UID）（这些均可自定义）

设备描述格式0x48;0x59;0x3E;[设备描述符大小{字节数包括桢头}][设备类{0x00,0x01,0x02,0x03,0x04,0x05}];[设备制造商{0x00代表本团队，0xff代表用户自定义，中间的数值代表不同的认证小模块制造商}]；[设备绝对ID号高字节]；[设备绝对ID号低字节]；[设备硬件版本号]；{可选的xml格式页面描述，用于配制wifi设备中的设备页面}；校验位

1. 说明MODE位在智能心率贴上的作用

当MODE位等于以下时，相应作用见下面说明

设备类型描述请求(0x01:device descriptor request)

地址设置请求(0x02:device address request)

设备配置格式请求(0x03:configuation formate request)

设备配置请求(0x04:configuration request)

设备报告格式请求(0x05:report format request)

数据请求(0x06:In action data request)

配置更新请求(0x07:save the current configuration to flash)

默认配置请求(0x08:restore default configuation)

固件更新请求(0x09:mode ISP request)

设备信息帮助请求(0x0A:help info in ASCII mode ISP request)

IO口配置请求(0x0B:IO configuration request )

IO口功能请求(0x0C: IO function request)

特殊函数请求(0x0D: Special function request)

特殊功能顺序请求(0x0E: Special function sequence request)

1. 重点说明一：蓝牙主从设备信息请求(0x0A:help info in ASCII mode ISP request)

如果蓝牙主机向特定的蓝牙从机发送以下信息

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0X48 | 0X59 | 0X3C | 0X00 | 0X0A | 0X0A |
| 头 | 头 | 头 | SIZE | MODE | Checksum |

蓝牙从机端会发送一系列蓝牙-智能心率贴设备状态信息

例子：

蓝牙主机向特定的蓝牙从机发送以下信息

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0X48 | 0X59 | 0X3C | 0X00 | 0X0A | 0X0A |
| 头 | 头 | 头 | SIZE | MODE | Checksum |

蓝牙从机端会发送一系列蓝牙-智能心率贴设备状态信息

信息获取成功Respont回传：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 48 | 59 | 3E | 0X\*\* | 0X0A | 0X\*\* | 0X\*\* |
| 头 | 头 | 头 | SIZE | MODE | DATA | Checksum |

DATA包括：心率值，从机状态，心率状态，电量信息

**这些数据需要保存当前值在蓝牙从机STM8L上，以待PAD请求数据时获取**

1. 重点说明二：IPAD与蓝牙主机设备信息请求(0x0A:help info in ASCII mode ISP request)

如果IPAD向蓝牙主机发送以下信息

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0X48 | 0X59 | 0X3C | 0X00 | 0X0A | 0X0A |
| 头 | 头 | 头 | SIZE | MODE | Checksum |

蓝牙主机端会将三个心率采集蓝牙从机上传的信息，上传给PAD。蓝牙主机基于建立好的协议，将综合好的每个从机信息与状态以一帧数据，通过串口转USB上传给wifi设备。wifi设备透传给PAD。

例子：

IPAD向蓝牙主机发送以下信息

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0X48 | 0X59 | 0X3C | 0X00 | 0X0A | 0X0A |
| 头 | 头 | 头 | SIZE | MODE | Checksum |

蓝牙主机端会发送一系列蓝牙-智能心率贴设备状态信息

信息获取成功Respont回传：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 48 | 59 | 3E | 0X\*\* | 0X0A | 0X\*\* | 0X\*\* |
| 头 | 头 | 头 | SIZE | MODE | DATA | Checksum |

DATA包括：心率值，从机状态，心率状态，电量信息

PAD上在数据库中存储数据，以方便医生查看当前状态以及历史状态。

1. **重点说明二：ID绑定请求(0XAA&0X55:ID BOUND request )（针对**添加新用户（用于未绑定的用户）**绑定逻辑）**

**由pad通过wifi向蓝牙主机发送绑定指令，然后向从机发送绑定请求**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 48 | 59 | 3C | 0X\*\* | 0XAA | 0X\*\* | 0X55 | 0X\*\* |
| 头 | 头 | 头 | SIZE | MODE | ID\_DATA | Config\_data | Checksum |

格式介绍：

由pad发起请求格式，透传给蓝牙从机

0x48；0x59；0x3C；[请求描述长度0(SIZE\_LENGHT)]；[请求帧1(MODE)在身份绑定时固定0XAA] ； [请求帧2(ID\_DATA)]；[请求帧3(Config\_data)在身份绑定时固定0X55]；[数据校验(Checksum)]

SIZE指的是报告描述长度，从SIZE开始到CHECKSUM数据校验的总字节数，并且从0开始计数。

请求帧1是MODE，模式请求选择，例如ID绑定请求时0XAA。

**请求帧2是一些内容，例如请求蓝牙-智能心率贴，每个用户的ID号或者wifi的mac地址。**

请求帧3是Config\_data，例如0X55，实际上是配对0XAA的。

数据校验是Checksum位，即从SIZE开始到checksum之前的所有数据异或。

例子:

实现ID绑定功能(例如病人ID:123456789AB)

PAD发送以下信息绑定命令

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 48 | 59 | 3C | 0E | AA | 31 | 35 | 36 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 55 | CB |
| 头 | 头 | 头 | SIZE | M | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | A | B | M | Checksum |

此包协议是将病人ID: 123456789AB绑定至蓝牙从机上，注意以上是hex发送。

蓝牙从机设备判断：如果从机之前没有被绑定过，则回复“绑定成功”，否则回复“绑定失败”。回复的信息一直传回到PAD上。

绑定成功Respont回传：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 48 | 59 | 3E | 10 | AA | 59 | 30 | 30 | 31 | 31 | 32 | 32 | 33 | 33 | 41 | 41 | 42 | 42 | 55 | B6 |
| 头 | 头 | 头 | SIZE | M | Y | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | A | A | B | B | M | Chm |

0x48；0x59；0x3E；[报告描述长度0(SIZE\_LENGHT)]；[报告帧1(MODE)固定0XAA] ；[报告帧2返回蓝牙mac地址]；[报告帧3(MODE)固定0X55，与0XAA搭配使用] ；[数据校验(Checksum)]

绑定失败Respont回传:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 48 | 59 | 3E | 04 | AA | 4E | 55 | B5 |
| 头 | 头 | 头 | SIZE | M | N | M | Checksum |

**返回蓝牙的MAC地址，目的是PAD上可以进行病人和设备的绑定。**

1. 重点说明三：**配置请求(**0x04:configuration request**)（配置蓝牙从机功耗模式）**

**可以由PAD或者蓝牙主机向蓝牙从机发送配置请求，这些配置信息包括：**从机设备名称，低功耗模式

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 48 | 59 | 3C | 0X\*\* | 0X04 | 0X\*\* | 0X\*\* | 0X\*\* |
| 头 | 头 | 头 | SIZE | MODE | Conf\_Name | Conf\_LPmode | Checksum |

格式介绍：

由pad发起配置请求格式，透传给蓝牙从机

0x48；0x59；0x3C；[请求描述长度0(SIZE\_LENGHT)]；[请求帧1(MODE)在配置请求时固定0X04] ； [请求帧2(Conf\_Name)]；[请求帧3(Conf\_LPmode)]；[数据校验(Checksum)]

SIZE指的是报告描述长度，从SIZE开始到CHECKSUM数据校验的总字节数，并且从0开始计数。

请求帧1是MODE，模式请求选择，例如ID绑定请求时0X04。

**请求帧2是**Conf\_Name**，请求配置蓝牙从机-智能心率贴名称，长度不得超过10个字节。**

请求帧3是Conf\_LPmode，例如0X00，0X01,0X02,0X03，依次发送广播时间间隔缩小，功耗增加。

数据校验是Checksum位，即从SIZE开始到checksum之前的所有数据异或。

例子:

实现蓝牙名称修改，低功耗功能(例如蓝牙从机名称:123456789A)

PAD或者蓝牙主机发送以下信息配置命令

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 48 | 59 | 3C | 0D | 04 | 31 | 35 | 36 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 00 | XX |
| 头 | 头 | 头 | SIZE | M | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | A | M | Checksum |

此包协议是将蓝牙名称（123456789A）和低功耗模式（0）配置至蓝牙从机上，注意以上是hex发送。

蓝牙从机设备判断：如果成功，则回复“配置成功”，否则回复“配置失败”。回复的信息一直传回到PAD上。

配置成功Respont回传：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 48 | 59 | 3E | 0E | 04 | 59 | 31 | 35 | 36 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 00 | XX |
| 头 | 头 | 头 | SIZE | M | Y | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | A | M | Checksum |

0x48；0x59；0x3E；[报告描述长度0(SIZE\_LENGHT)]；[报告帧1(MODE)固定0X04] ；[报告帧2与主机命令一致]；[报告帧3(MODE)与主机命令一致] ；[数据校验(Checksum)]

配置失败Respont回传:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 48 | 59 | 3E | 04 | 04 | 4E | 00 | B5 |
| 头 | 头 | 头 | SIZE | M | N | M | Checksum |

1. 重点说明四：**PAD心跳包请求(**0x06:data request**)**

**由PAD向蓝牙主机发送心跳包.** 为确保A病房3个从机设备只绑定A病房主机设备不能连接绑定B病房主机设备，规定协议方法：蓝牙主机判断PAD是否已连接（方法是PAD连接上wifi后，由于wifi是透传模式，直接向蓝牙主机发送类心跳包，同时要求蓝牙主机有回复），当PAD不连接时，无心跳包，此时蓝牙主机不再向新从机发送连接请求，只可以连接旧从机。

例子:

PAD向wifi蓝牙主机发送以下信息心跳包

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 48 | 59 | 3E | 04 | 06 | 48 | 59 | XX |
| 头 | 头 | 头 | SIZE | M | N | M | Checksum |

注意以上是hex发送。

心跳成功Respont回传：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 48 | 59 | 3E | 04 | 06 | 4E | XX |
| 头 | 头 | 头 | SIZE | M | Y | Checksum |

0x48；0x59；0x3E；[报告描述长度0(SIZE\_LENGHT)]；[报告帧1(MODE)固定0X04] ；[报告帧2与主机命令一致]；[报告帧3(MODE)与主机命令一致] ；[数据校验(Checksum)]

4.2.4 安全控制

Demo模式：

蓝牙主机向从机发起数据请求，由从机回复。每10s进行一轮数据请求。如果发现心率状态异常，先记录，然后等待pad询问心率状态，再发送。

PAD发起数据请求，接收到回复后，判断异常状态，然后发出警报并颜色显示病床号与病人。

科研模式：蓝牙主机以及PAD上可以直接响应从机发送过来的警报数据。

4.2.5 稳定性

蓝牙主机向从机发起数据请求时，每10s进行一轮数据请求。如果连续3次没有得到回复，则认为，从机设备不稳定，在该设备device id下记录，不稳定状态。然后等待pad询问状态时，再发送从机不稳定状态。

4.3 蓝牙-WIFI路由器

蓝牙-WIFI路由器的主要功能是与至多三个蓝牙设备通信，利用基本的数据结构存储采集的数据，通过WIFI透传模式与PAD通信。

4.3.1 外观图



图3 蓝牙-WIFI路由器外观图

蓝牙-WIFI路由器上共有6个指示灯: 1）电源；2）WIFI通信指示，闪烁时表明有数据传递，故障时长亮；3）蓝牙1~3：蓝牙连接指示灯，当建立连接后长亮，否则灭；4）故障灯：硬件出现故障时，灯长亮，否则灭。电源开关位于右侧面。电源孔位于后面左侧。

4.3.2 硬件设计（黄填写）

采用海凌科Wifi透传模块（<http://www.hlktech.com/>），利用其串口与蓝牙主机进行通信。整体电路由wifi透传模块，电源模块，蓝牙主机模块，led指示模块组成，具体结构如下：（图）

4.3.3 软件设计（黄填写）

路由作为透明转发设备，转发PAD与蓝牙主机相互通信的信息。

4.4 PAD安卓程序开发

4.4.1 界面开发

Page1：

1) 口令输入：弹出用户名和口令输入，正确后进入；

2) 病区选择；点击后弹出病区的病房分布图；



图4 主界面示意图

Page2：

病房选择；点击后弹出病房形式的分布图；



图5 病区界面示意图

Page3：

主界面功能：

1. 初始化（开启后软件自动进行初始化(自检)，当失败后，用户可以启动初始化进行再连接）；
2. **添加新用户（用于未绑定的用户）；**
3. 故障显示（路由器故障显示，用户可以重启路由器）；

病床子界面：

1. 连接显示（表明是否已和采集贴建立了连接）；
2. 已绑定的采集贴序列码（与当前的病床绑定的采集贴的序列码）；
3. 电量（电量显示需要表明还剩下多少小时）；
4. 体征参数（当前的脉搏，在建立连接后显示，否则为0）；
5. 报警指示（对当前脉搏的分析后显示是否正常）；
6. 故障显示（采集贴）；



图6 病房界面示意图

4.4.2 管理制度

从医院-病区-病房采取地址管理模式，地址的形式和MAC地址一致，每一间病房都只有唯一的MAC地址，存储于路由器和系统软件中。医院的系统软件之间是相互独立的。

4.4.3 WIFI通信应用层协议（V0.1）（黄填写）

见4.2.3 数据包格式及定义

1. 项目实施线路图

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 第一代采集贴 | 第二代采集贴 |
| 供电方式 | 可充电 | 不可充电 |
| 电极 | 可替换 | 不可替换 |
| 传输内容 | 可以实时传输心电 | 实时传递特征参数 |
| 工作时间 | 12小时 | 24小时 |