

文件编号：你们要搞快一点-SWC2020-20200036

受控状态：  受控  非受控

保密级别：  公司级  部门级  项目级  普通级

采纳标准： CMMI DEV V1.2



# 呼吸暂停帮手

OSAHS Counter

## 项目开发文档

Version 2.1.6

2020.6.11

Written by 你们要搞快一点

GKD

All Rights Reserved

## 目录

<b>1 项目概述</b> .....	<b>1</b>
1.1 项目背景.....	1
1.2 项目定位.....	1
1.2.1 应用场景.....	1
1.2.2 目标人群.....	1
1.3 项目方案.....	1
1.4 项目目标.....	2
1.5 项目价值.....	2
<b>2 开发计划</b> .....	<b>2</b>
2.1 最终呈现形式.....	2
2.2 主要功能描述.....	2
2.3 运行环境.....	2
2.4 验收标准.....	2
2.5 关键问题.....	3
2.6 进度安排.....	3
2.7 开发预算.....	3
<b>3 可行性分析</b> .....	<b>4</b>
3.1 技术可行性分析.....	4
3.2 资源可行性分析.....	4
3.3 市场可行性分析.....	5
<b>4 需求分析</b> .....	<b>5</b>
4.1 数据需求.....	5
4.1.1 静态数据.....	5
4.1.2 动态数据.....	5
4.1.3 数据词典.....	5
4.1.4 数据采集.....	6
4.2 功能需求.....	7
4.2.1 OSAHS 判断功能模块.....	7
.....	10
4.2.2 OSAHS 唤醒功能模块.....	10
4.2.3 用户睡眠体位检测模块.....	12
4.3 性能需求.....	14
4.3.1 时间特性.....	14
4.3.2 适应性.....	14
4.4 界面需求.....	14
4.5 接口需求.....	19
4.5.1 硬件接口.....	19
4.5.2 软件接口.....	19
4.6 其他需求.....	19
<b>5 概要设计</b> .....	<b>20</b>
5.1 处理流程.....	20
5.2 总体结构设计.....	21

5.3	功能设计.....	22
5.4	用户界面设计.....	23
5.5	数据结构设计.....	27
5.6	接口设计.....	30
5.6.1	外部接口.....	30
5.6.2	内部接口.....	31
5.7	错误/异常处理设计.....	31
5.7.1	错误/异常输出信息.....	31
5.7.2	错误/异常处理对策.....	32
5.8	系统配置策略.....	32
5.9	系统部署方案.....	32
5.10	其他相关技术与方案.....	32
<b>6</b>	<b>数据库设计.....</b>	<b>32</b>
<b>7</b>	<b>详细设计.....</b>	<b>37</b>
7.1	OSAHS 判断功能模块.....	37
7.1.1	功能描述.....	37
7.1.2	性能描述.....	37
7.1.3	输入.....	37
7.1.4	输出.....	37
7.1.5	程序逻辑.....	38
7.1.6	限制条件.....	38
7.2	OSAHS 唤醒功能模块.....	38
7.2.1	功能描述.....	38
7.2.2	性能描述.....	39
7.2.3	输入.....	39
7.2.4	输出.....	39
7.2.5	程序逻辑.....	40
7.2.6	限制条件.....	40
7.3	用户体位检测.....	41
7.3.1	功能描述.....	41
7.3.2	性能描述.....	41
7.3.3	输入.....	41
7.3.4	输出.....	41
7.3.5	程序逻辑.....	42
7.3.6	限制条件.....	42
7.4	医嘱识别录入.....	42
7.4.1	功能描述.....	42
7.4.2	性能描述.....	42
7.4.3	输入.....	43
7.4.4	输出.....	43
7.4.5	程序逻辑.....	43
7.4.6	限制条件.....	43

## 记录更改历史

序号	更改原因	版本	作者	更改日期	备注
1	创建	1.0	队员 1	2020/04/08	创建初版
2	更新	1.1.0	队员 1	2020/04/08	撰写项目概述、可行性分析与需求分析
3	更新	1.1.1	队员 1	2020/04/08	撰写开发计划
4	更新	1.2.0	队员 1	2020/04/09	初步撰写概要设计
5	更新	1.2.1	队员 4	2020/04/09	补充概要设计
6	更新	1.3.0	队员 2	2020/04/09	撰写数据库设计
7	更新	1.4.0	队员 4	2020/04/09	添加详细设计
8	更新	1.4.1	队员 4	2020/04/09	修改概要设计
9	更新	1.4.2	队员 3	2020/04/09	撰写概要设计/界面设计
10	更新	1.4.3	队员 1	2020/04/10	补充开发计划/开发预算
11	更新	1.4.4	队员 2	2020/04/10	撰写概要设计/数据结构设计
12	更新	1.4.5	队员 2	2020/04/10	补充接口设计 补充错误处理
13	更新	1.4.6	队员 4	2020/04/10	补充接口设计 补充错误处理
14	更新	1.4.7	队员 2	2020/04/12	修改补充数据库设计
15	更新	1.4.8	队员 3	2020/04/13	补充界面设计
16	更新	1.5.0	队员 3	2020/04/15	修改不当文字
17	更新	1.5.1	队员 1	2020/04/16	修改不当文字
18	更新	1.5.2	队员 3	2020/04/17	修改部署策略
19	更新	1.6.0	队员 1	2020/04/17	完善文档
20	更新	1.6.1	队员 3	2020/04/17	在上一版本的基础上查缺补漏
21	更新	1.6.2	队员 1	2020/04/18	添加完善文档封面信息

22	更新	1.6.3	队员 1	2020/04/18	完善封面信息
23	更新	2.1.1	队员 1	2020/06/07	添加功能需求： 用户体位检测
24	更新	2.1.2	队员 1	2020/06/07	添加详细信息： 用户体位检测
25	更新	2.1.3	队员 3	2020/06/07	修改数据库设计
26	更新	2.1.4	队员 1	2020/06/08	添加详细信息： 医嘱识别录入
27	更新	2.1.5	队员 3	2020/06/08	修改数据结构设计，接口设计
28	更新	2.1.6	队员 4	2020/06/09	修改完善用户 界面设计

# 1 项目概述

## 1.1 项目背景

在现代社会,阻塞性睡眠呼吸暂停综合征[1](下称 OSAHS)已经逐渐成为危害市民健康的隐形杀手之一。许多人由于身处偏远的县城和农村,无法使用权威的多导睡眠监测仪(PSG)进行检测。在晚上睡觉时,还会出现长时间呼吸暂停而严重危害人体健康,甚至可能死亡。在这种背景下,相关的解决方案(如 PSG)仍不能满足当前人们日益对健康的追求,为了帮助人们对抗这一疾病,我们开发了此项目。

[1]. 流行病学分析显示,睡眠呼吸暂停(OSA)的患病率呈逐年上升趋势,2016年的最新数据显示,这一疾病在男性中的患病率高达14%,20年间增长了3.5倍,在女性中的患病率增加2.5倍,升至5%,严重危害人类健康。

[2]. 数据显示,睡眠呼吸暂停患者高血压的发生率为50%~90%;重度OSA患者中50%患有冠心病,近30%OSAHS患者在睡眠中有心肌缺血的经历,同时还增加脑卒中尤其是缺血性脑卒中的发作风险;在我国,睡眠呼吸暂停与多种慢性疾病关系密切,2014年的统计分析中显示,OSA可增加心血管疾病发病风险3.45倍,脑血管疾病2.85倍,增加致死性心脑血管事件风险2.44倍。此外,OSA患者糖尿病发病率也有明显提高,且与老年痴呆,心律失常和呼吸系统疾病等慢病直接相关。

## 1.2 项目定位

### 1.2.1 应用场景

本项目面向的场景是家居场景,尤其是卧室场景,在睡觉之前和之后用户会运行软件。

### 1.2.2 目标人群

本项目面向的是受到 OSAHS 的患者和想预防 OSAHS 的人群。

具体可分为以下几种:

1. 深处偏远地区县城和农村的 OSAHS 患者,进行 PSG 的检测费时费力;
2. 重度 OSAHS 患者,由于长时间暂停导致身体的损伤;
3. 想要协助康复的 OSAHS 患者;
4. 担心 OSAHS 而提前预防的中年人。

## 1.3 项目方案

对于检测 OSAHS 的问题,该项目采集声音数据,通过深度学习算法来实现对 OSAHS 的检测和严重程度判断。

对于睡眠暂停唤醒的问题,该项目通过采集声音数据,通过物联网设备播放闹铃进行唤醒。

对于睡眠数据分析的问题,该项目通过问卷和数据采集,对数据处理来进行分析。

## 1.4 项目目标

通过快应用与深度学习、物联网设备结合的手段，达到对 OSAHS 的检测、分析和对暂停的唤醒，协助患者康复与治疗，提供患者睡眠质量。

## 1.5 项目价值

填补了国内相关产品的空白，同时将物联网智能家居的设备进行了扩展，并致力于普及 OSAHS 的严重性。

# 2 开发计划

## 2.1 最终呈现形式

本项目最终由三部分构成：

1. 手机-快应用，采取 C/S 架构，包括了快应用和快应用卡片，用于与用户交互。
2. 服务器，采用 C/S 架构，包括数据的处理、存储和分析，用于处理数据。
3. 物联网设备，采用 C/S 架构，包括基于树莓派的闹钟设备，以及多种传感器，用于收集数据与提醒客户。

## 2.2 主要功能描述

1. OSAHS 检测服务：包括 OSAHS 次数检测，次数统计和分析，以及 OSAHS 是否患病的判断，OSAHS 的严重程度；
2. OSAHS 唤醒服务：包括 OSAHS 患者的睡眠暂停唤醒；
3. 闹钟：在正常情况下的正常闹钟功能；
4. 体位检测：检测用户睡眠时的体位并给出建议。

## 2.3 运行环境

手机：OPPO RENO2

服务器：Windows 10 Springboot 8G RAM 1TROM

物联网设备：Raspberry Pi 4B 4G RAM

## 2.4 验收标准

系统可以在手机上设置闹钟，同步到物联网设备上，在睡觉时可以进行呼吸暂停的检测和统

计，在用户长时间睡眠呼吸暂停的情况可以及时唤醒用户。时延小于 5s，同时检测成功率达到 80%以上；同时可以检测用户的体位并给出建议。

## 2.5 关键问题

1. 检测睡眠呼吸暂停的方法。医学上暂不推荐使用 4 类医学检测仪器以下的设备来检测 OSAHS，但是近年来有很多学校的研究团队已经研究出用声音等其他方式检测 OSAHS 的方法。
2. 物联网设备的连接。物联网设备与服务器和手机的连接需要可靠的连接传递消息。本项目采取了 websocket、http 连接并用的方式进行传输。
3. 检测用户体位的方式。检测用户睡眠时的身体姿势问题。

## 2.6 进度安排

时间	事件
2020.1.10-2020.1.20	初步规划整个系统的面貌
2020.1.20-2020.2.28	相关技术（物联网、快应用）的学习
2020.2.28-2020.3.28	快应用、物联网设备的实现
2020.3.28-2020.4.10	整个系统的连接
2020.4.10-2020.4.23	实际使用、文档和视频

## 2.7 开发预算

名称	价格
树莓派 4B 4GB RAM	400 元
温湿度传感器	6 元
树莓派声卡	80 元
树莓派夜视摄像头	100 元
树莓派官方原装屏幕	400 元
总价	986 元

需要指出的是，本次项目所实现的功能并不需要如此高的配置，如果按照可以运行的最低预算计算的话：

名称	价格
树莓派 4B 2GB RAM	200 元
温湿度传感器	6 元
树莓派声卡	80 元
树莓派夜视摄像头	50 元
树莓派普通屏幕	100 元
总价	436 元



## 3 可行性分析

### 3.1 技术可行性分析

本项目的核心技术难题分为两部分:

#### 1. 线上深度学习算法的构建

本项目基于卷积神经网络 (CNN), 采取技术可行性调查, 结果如下:

[1]王之涛. 基于神经网络的 OSAHS 筛查[D].大连理工大学,2018.

[2]李馨. 基于鼾声时频分析的 OSAHS 诊断[D].大连理工大学,2014.

[3]王璨. 一种用于诊断 OSAHS 的鼾声分离方法[C]. 中国声学学会微声学分会、中国声学学会物理声学分会、四川省声学学会、山东省声学学会、上海市声学学会、黑龙江省声学学会、浙江省声学学会、重庆市声学学会、陕西省声学学会、西安市声学学会.2015'中国西部声学学术交流会论文集.中国声学学会微声学分会、中国声学学会物理声学分会、四川省声学学会、山东省声学学会、上海市声学学会、黑龙江省声学学会、浙江省声学学会、重庆市声学学会、陕西省声学学会、西安市声学学会:《声学技术》编辑部,2015:334-336.

根据上述文献, 我们确定利用深度学习的方式检测 OSAHS 是可行的。

#### 2. 物联网设备的连接

当前可以用于物联网连接的方式有以下几种:

- (1) Websocket
- (2) Socket 套接字
- (3) (现有的) 阿里云 IOT 平台连接, 通过 MQTT
- (4) Requests 库

其中 (1)、(2)、(4) 都无法大规模部署物联网设备, 而 (3) IOT 平台可以大规模部署。在项目进行之后可以将设备转移到现有的云平台上。

#### 3. 检测用户体位问题

当前进行人体姿势检测的常用算法是 CMU 开发的 OpenPose 方法, 通过检测人体关键点的方式, 获取人体骨架, 来判断人体当前的姿势, 再配合 SVM (支持向量机) 进行人体睡眠的体位。

### 3.2 资源可行性分析

#### 1. 硬件:

对于硬件来说, 仅需要一个普通的树莓派设备 + 适配树莓派的一系列传感器即可。由于本项目中树莓派只用于收集数据和展示数据, 没有复杂的深度学习算法, 因此设备的压力不大, 可以采用更低的配置。

## 2. 软件:

部署的软件没有过大的压力, 在普通服务器上即可实现。

## 3. 数据

本项目采集的数据有照片、音频数据、温湿度数据, 采用树莓派的传感器采集即可。

其余的数据由用户本人自己提供, 方式为在快应用接口中输入相关的数据。

## 3.3 市场可行性分析

在当前的市场环境中, 本项目的竞争对手较少;

且由于 OSHAS 患者众多, 需求量大;

OSAHS 患病持续时间长, 用户的使用时间较长;

同时可作为智能家居的一部分, 参与智能家居的连接中, 添加新的功能。

## 4 需求分析

### 4.1 数据需求

#### 4.1.1 静态数据

用户名

密码

#### 4.1.2 动态数据

用户的鼾声音频

用户睡眠的照片

用户填写的体重信息

#### 4.1.3 数据词典

复赛更新了数据词典, 如下表所示:

	ABC 表名	ABC 字段名	ABC 数据类型	ABC 允许为空	ABC 约束	ABC 字段说明
1	t_alarmset	id	int(11)	NO		
2	t_alarmset	alarmid	int(11)	NO	auto_increment	
3	t_alarmset	alarmtime	datetime	YES		闹钟时间
4	t_alarmset	alarmmusic	int(11)	YES		闹钟选定音乐
5	t_alarmset	isgradual	tinyint(1)	YES		渐进播放
6	t_alarmset	alarmswitch	tinyint(1)	YES		闹钟开关
7	t_analysis	id	int(11)	NO		
8	t_analysis	healthanalysis	text	YES		健康分析
9	t_bodyinfo	id	int(11)	NO		
10	t_bodyinfo	age	int(11)	YES		年龄
11	t_bodyinfo	sex	text	YES		性别
12	t_bodyinfo	height	float	YES		身高/cm
13	t_bodyinfo	weight	float	YES		体重/kg
14	t_dailyinfo	id	int(11)	NO		
15	t_dailyinfo	ddate	date	NO		日期
16	t_dailyinfo	starttime	datetime	NO		症状出现开始时间
17	t_dailyinfo	endtime	datetime	YES		症状结束时间
18	t_dailyinfo	times	int(11)	YES		症状共出现的次数
19	t_healthinfo	id	int(11)	NO		
20	t_healthinfo	hashighbloodpressure	tinyint(1)	YES		是否高血压
21	t_healthinfo	hascoronaryheartdisease	tinyint(1)	YES		是否冠心病
22	t_healthinfo	hasalleosis	tinyint(1)	YES		是否精神失常
23	t_iotinfo	id	int(11)	NO		
24	t_iotinfo	temperature	float	YES		室内温度
25	t_iotinfo	humidity	float	YES		室内湿度
26	t_osahs	id	int(11)	NO		
27	t_osahs	isosahs	tinyint(1)	YES		是否患有OSAHS
28	t_osahs	levelofosahs	text	YES		OSAHS病理程度
29	t_osahs	duration	int(11)	YES		患病持续时间
30	t_user	id	int(11)	NO	auto_increment	
31	t_user	realname	text	NO		用户真实姓名
32	t_user	uname	char(80)	NO		用户昵称
33	t_user	password	text	NO		用户密码
34	t_user	headpic	mediumtext	YES		用户头像图片路径
35	t_userset	id	int(11)	NO		
36	t_userset	sensitivity	int(11)	YES		敏感度
37	t_userset	isawaken	tinyint(1)	YES		是否唤醒设置
38	t_weightrecc	id	int(11)	NO		
39	t_weightrecc	ddate	date	NO		日期
40	t_weightrecc	weight	float	YES		体重信息/kg

#### 4.1.4 数据采集

用户名和密码由用户本人设置；

鼾声音频由物联网设备上的声卡采集；

用户睡眠照片由物联网设备连接的夜视摄像头采集；

其余的用户信息由用户本人在快应用填写。

## 4.2 功能需求

### 4.2.1 OSAHS 判断功能模块

表 1.0 核心功能模块描述

功能模块	功能	功能描述	优先级
OSAHS 判断	开始睡觉	服务器和物联网对睡觉进行准备并开始工作	低
	采集鼾声数据	在物联网设备连接声卡进行采集	中
	分析鼾声数据	在服务器对鼾声数据进行深度学习分析	高
	整理 OSAHS 判断	在服务器进行判断后将结果发送给快应用	中
	分析推送	从服务器推送判断结果到快应用	中
	分析显示	再快应用上显示分析结果	中

表 1.1 开始睡觉用例规约

用例名称	开始睡觉
功能简述	用户点击开始睡觉按钮，服务器和物联网设备进行睡觉的准备和开始运作
用例编号	011
执行者	物联网设备-闹钟、服务器
前置条件	无
后置条件	物联网设备开始采集鼾声数据
涉众利益	可以使用户开始睡觉并将控制权交给服务器和物联网设备
基本路径	开始睡觉为初始用例
扩展路径	无
字段列表	物联网的传输标识 服务器的运行标识
设计规则	标识由“true”和“false”构成，代表是否开始工作
未解决的问题	无
备注	无

表 1.2 采集数据用例规约

用例名称	采集鼾声数据
功能简述	在物联网设备上采集鼾声数据
用例编号	012
执行者	物联网设备-闹钟
前置条件	用户点击“开始睡眠”，物联网和服务器正常开始工作
后置条件	服务器分析鼾声数据
涉众利益	可以使用户开始鼾声分析，从而提供分析结果
基本路径	开始睡觉->采集数据
扩展路径	在传输出现问题时，回到采集数据阶段
字段列表	鼾声数据：由物联网设备连接的声卡录音的 wav 文件
设计规则	鼾声数据不可以为空，时长为 10s
未解决的问题	可以采取更加合适的方法连接服务器
备注	无

表 1.3 分析鼾声数据用例规约

用例名称	分析鼾声数据
功能简述	根据物联网设备传来的数据，进行人工智能分析
用例编号	013
执行者	服务器/云服务器
前置条件	物联网设备成功录音并上传
后置条件	服务器可以进行统计数据
涉众利益	分析用户的数据，使用户能依靠深度学习进行 OSAHS 的判断
基本路径	开始睡觉->采集数据->分析鼾声
扩展路径	若服务器的输出出现异常，会重新执行此步
字段列表	鼾声数据：由物联网设备连接的声卡录音的 wav 文件 暂停时间表：由暂停时间构成的字典结构 打鼾时间表：由打鼾时间构成的字典结构
设计规则	鼾声数据不可以为空，时长为 10s， 暂停和鼾声时间表可以为空（不打鼾）
未解决的问题	无
备注	无

表 1.4 整理 OSAHS 判断用例规约

用例名称	整理 OSAHS 判断
功能简述	服务器对整晚的数据进行人工智能判断，决定用户是否患有 OSAHS 和

	OSAHS 的严重程度
用例编号	014
执行者	服务器
前置条件	服务器成功进行了数据分析
后置条件	用户观看分析表
涉众利益	可以使用户得到最终的结果
基本路径	开始睡觉->采集数据->分析鼾声->整理 OSAHS 判断
扩展路径	无
字段列表	暂停时间表（整晚）：对应的整晚的时间和暂停次数的映射表 打鼾时间表（整晚）：对应的整晚的时间和打鼾次数的映射表 判断结果：输出的结果
设计规则	判断结果只能包括四个值：“无 OSAHS”、“轻度 OSAHS”、“中度 OSAHS”、“重度 OSAHS” 暂停时间表和打鼾时间表（字典）的 value（次数）可为空，但是 key（时间）不为空
未解决的问题	目前的判断方式有待加强
备注	无

表 1.5 分析推送与显示用例规约

用例名称	分析推送与显示
功能简述	将服务器的判断结果推送到快应用上，然后在开启手机时进行显示
用例编号	015
执行者	服务器/云服务器和手机快应用
前置条件	服务器已经正常运行，判断完毕
后置条件	分析显示
涉众利益	使用户可以看到自己睡眠的分析报告
基本路径	开始睡觉->采集数据->分析鼾声->整理 OSAHS 判断->分析推送
扩展路径	若传输异常，会重新进行
字段列表	服务器判断结果与报告
设计规则	无
未解决的问题	无
备注	无

表 1.6 分析显示用例规约

用例名称	分析显示
功能简述	在开启手机时进行显示分析结果

用例编号	016
执行者	手机快应用
前置条件	服务器已经正常运行，推送完毕
后置条件	无
涉众利益	使用户可以看到自己睡眠的分析报告
基本路径	开始睡觉->采集数据->分析鼾声->整理 OSAHS 判断->分析推送->分析显示
扩展路径	若显示异常，可以重新进行
字段列表	服务器判断结果与报告
设计规则	无
未解决的问题	无
备注	无

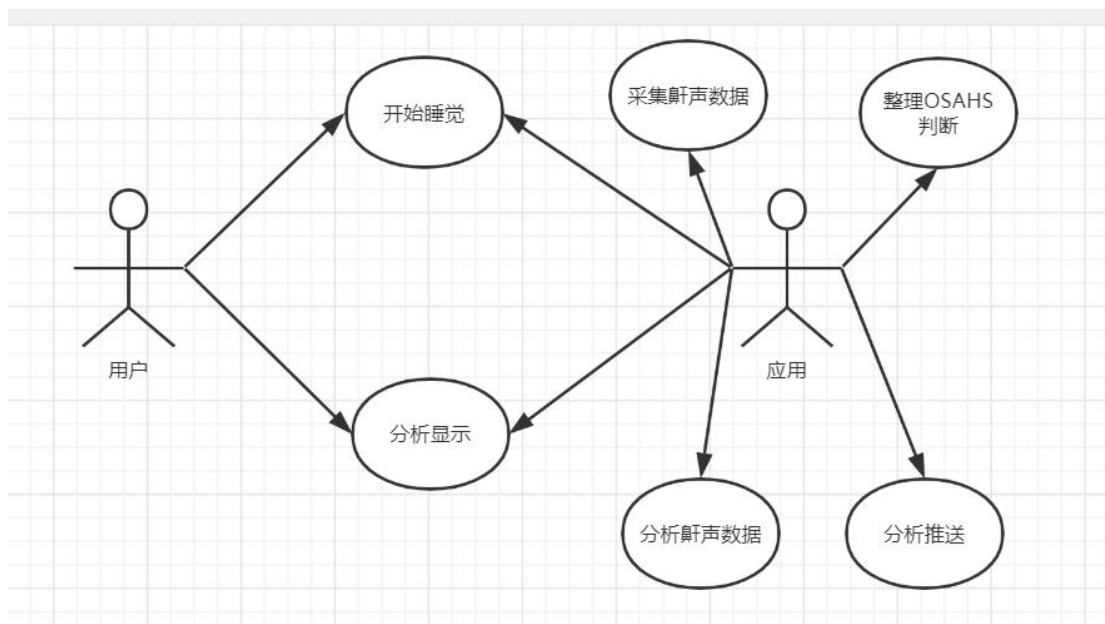


图 4-2-1 用例图

#### 4.2.2 OSAHS 唤醒功能模块

表 2.0 核心功能模块描述

功能模块	功能	功能描述	优先级
OSAHS 唤醒	唤醒判断	在服务器上对于是否唤醒进行判断	高
	唤醒	在物联网设备上播放声音唤醒患者	高

表 2.1 唤醒判断用例规约

用例名称	唤醒判断
功能简述	服务器根据表 1.3 中的分析结果来判断是否唤醒用户
用例编号	021
执行者	服务器
前置条件	服务器成功进行了数据分析
后置条件	将用户唤醒
涉众利益	决定用户是否被唤醒，暂停时间过长影响健康，暂停时间短就马上唤醒会使患者睡眠质量较差
基本路径	开始睡觉->采集数据->分析鼾声->唤醒判断
扩展路径	无
字段列表	暂停时间表（整晚）：对应的整晚的时间和暂停次数的映射表 打鼾时间表（整晚）：对应的整晚的时间和打鼾次数的映射表 判断结果：是否唤醒
设计规则	判断结果只能包括两个值：“唤醒”和：不唤醒 暂停时间表和打鼾时间表（字典）的 value（次数）可为空，但是 key（时间）不为空
未解决的问题	可以添加根据用户要求的程度进行判断，如时间短，长等指标
备注	无

表 2.2 唤醒用例规约

用例名称	唤醒
功能简述	服务器根据 2.1 中的判断结果来唤醒用户
用例编号	022
执行者	物联网设备
前置条件	服务器判断需要唤醒
后置条件	用户及时被唤醒
涉众利益	用户会被在暂停中唤醒，避免了损害健康
基本路径	开始睡觉->采集数据->分析鼾声->唤醒判断->唤醒
扩展路径	当用户定制的闹钟时间到达时也会进行唤醒操作
字段列表	判断结果：“唤醒” 播放的声音：事先准备好的音乐
设计规则	判断结果为：“唤醒”时才进行唤醒 播放的声音：MP3 格式或 WAV 格式



未解决的问题	可以添加用户喜爱的音乐
备注	无

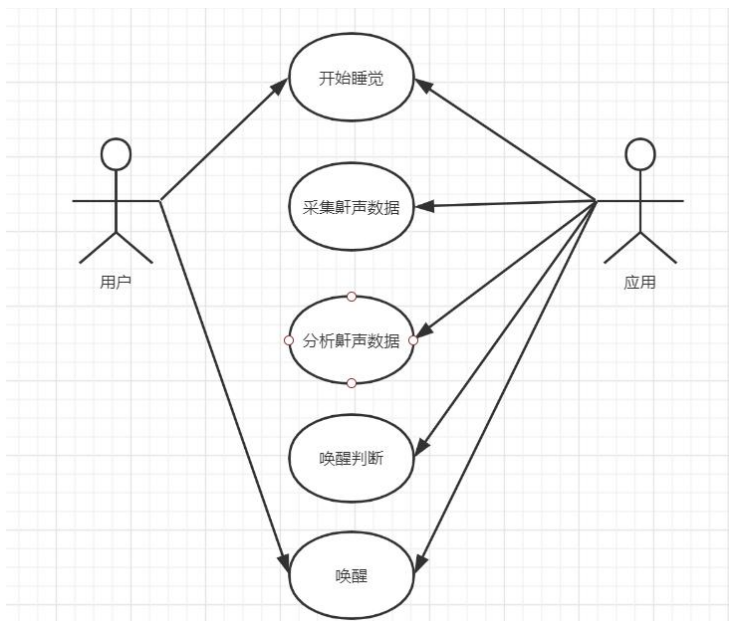


图 4-2-2 用例图

### 4.2.3 用户睡眠体位检测模块

表 2.0 核心功能模块描述

功能模块	功能	功能描述	优先级
睡眠体位检测	获取照片	使用夜视摄像头获取用户睡眠的照片	中
	照片加密	使用 Base64 编码对照片数据进行加密	高
	识别体位	服务器对照片进行解码、处理后识别体位	高
	体位分析	服务器对识别结果进行统计和分析	中

表 3.1 获取照片用例规约

用例名称	获取照片
功能简述	物联网设备在开始睡眠后，每 5 分钟进行一次照相
用例编号	031
执行者	物联网设备
前置条件	用户点击开始睡眠
后置条件	服务器可以进行分析

涉众利益	使用户可以分析体位
基本路径	开始睡觉->获取照片
扩展路径	在开始的每 5 分钟就自动调用直到结束睡眠
字段列表	睡眠的照片
设计规则	睡眠的照片不为空
未解决的问题	无
备注	无

表 3.2 照片加密用例规约

用例名称	照片加密
功能简述	设备对照片进行 Base64 编码加密
用例编号	032
执行者	物联网设备
前置条件	获取睡眠照片
后置条件	服务器可以进行分析
涉众利益	使用户可以分析体位
基本路径	开始睡觉->获取照片->照片加密
扩展路径	无
字段列表	睡眠的照片的 Base64 编码
设计规则	Base64 编码需要符合编码规范
未解决的问题	无
备注	无

表 3.3 识别体位用例规约

用例名称	识别体位
功能简述	服务器对还原的照片进行深度学习分析
用例编号	033
执行者	服务器
前置条件	照片加密传输
后置条件	服务器进行统计
涉众利益	为用户分析体位
基本路径	开始睡觉->获取照片->照片加密->识别体位
扩展路径	无
字段列表	用户睡眠的体位
设计规则	体位只有两种情况: ‘仰卧’ 和 ‘侧卧’
未解决的问题	无

备注	无
----	---

表 3.4 体位分析用例规约

用例名称	体位分析
功能简述	服务器对整晚的体位进行一个统计和分析
用例编号	034
执行者	服务器
前置条件	体位识别
后置条件	无
涉众利益	可以为用户显示体位的数据并给出健康建议
基本路径	开始睡觉->获取照片->照片加密->体位识别->体位分析
扩展路径	无
字段列表	相关体位的建议 整晚的体位数据
设计规则	建议为一句话的建议，判断用户是否需要注意体位问题 体位数据为一个字典类型的数据，不可为空。
未解决的问题	无
备注	无

## 4.3 性能需求

### 4.3.1 时间特性

需要处理时间、传输时间、分析时间之和不超过 30s。

### 4.3.2 适应性

物联网设备应该适应家居生活中复杂的变化、意外和干扰。

## 4.4 界面需求

界面设计需求：

- 1.必须完整显示用户所需要的信息，提供完整的供用户使用各种功能的跳转按钮
- 2.逻辑相对简单，便于用户学习使用
- 3.遵循一致性原则，各界面风格保持一致

4.合理利用空间，保持界面简洁；合理利用颜色与显示效果，使用户不易产生视觉疲劳设计卡片类的必要：

用户在使用时可能会因呼吸暂停而被设备唤醒，此时用户如果要在主页面看信息则十分不便，甚至会影响用户继续入睡，因此设计这个卡片类将环境信息和用户当前的暂停次数显示在上面并提供修改闹钟的接口，用户拿过手机就可获得信息，这样就利用卡片的优势极大地提升了用户体验。

页面原型：



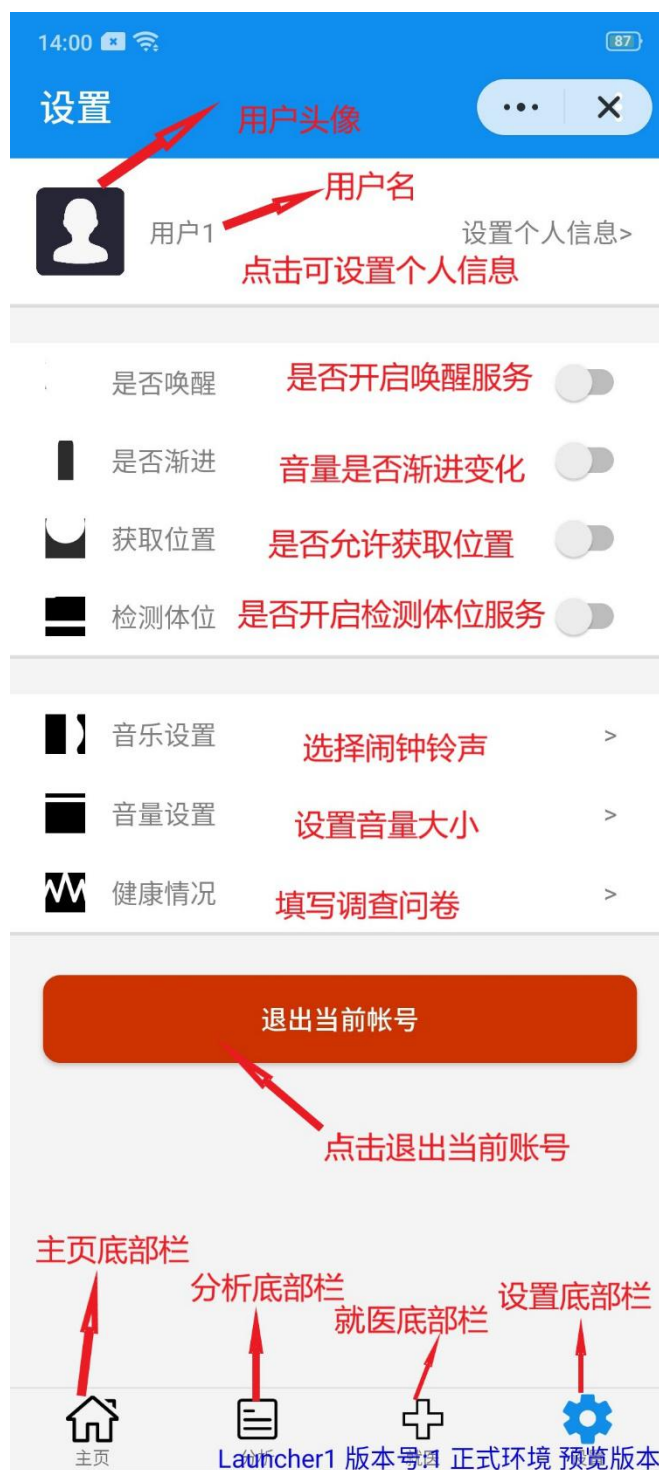
### 1.1 主页



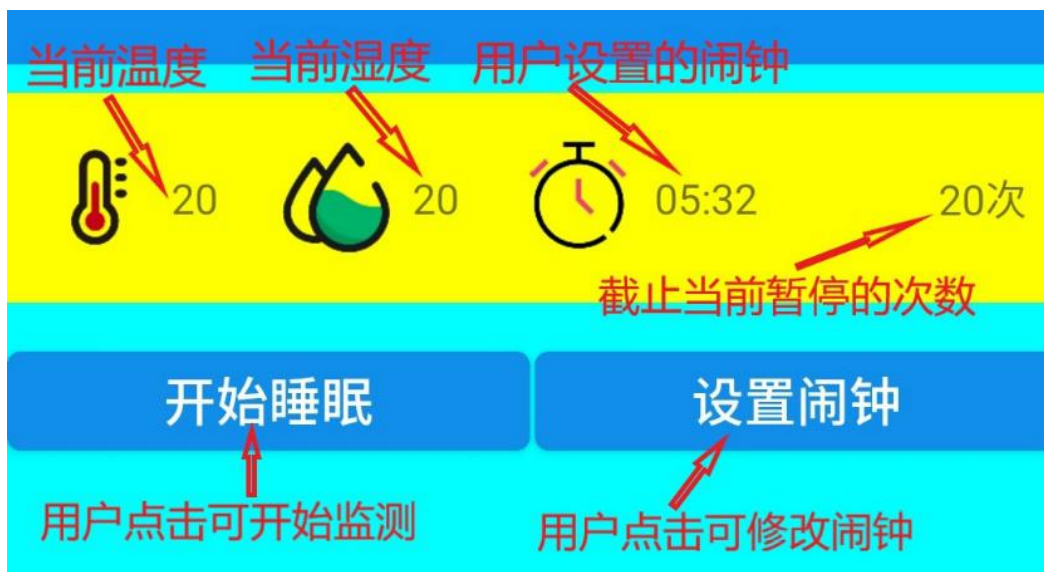
### 1.2 分析界面



### 1.3 就医界面



### 1.4 设置界面



1.5 卡片界面

## 4.5 接口需求

### 4.5.1 硬件接口

物联网设备包括以下接口：

#### 1. 网络接口

利用树莓派内置的功能进行连接 WIFI 网络，在树莓派初始化时进行连接，未来可能会靠手机协助进行连接。

#### 2. 声卡接口

利用树莓派配件：声卡进行声音的采集工作。利用 python 和 linux 的 arecord 进行录音，然后上传。

#### 3. 扬声器接口

利用树莓派配件：扬声器（包括在声卡中）进行声音的播放。直接用 pygame 内置的 mixer 进行播放。

#### 4. 摄像头接口

利用树莓派配件：夜视摄像头进行用户睡姿的采集。用 ‘raspistill’ 命令进行照相。

### 4.5.2 软件接口

在非核心功能：识别医嘱中使用了语音识别接口。在服务器中直接调用接口并传输数据。

## 4.6 其他需求

可使用性：在使用时需要尽量保证物联网设备的位置不被遮挡或干扰。

安全性：需要保证用户在使用时数据传输的安全性。



## 5 概要设计

### 5.1 处理流程

逻辑流程图:

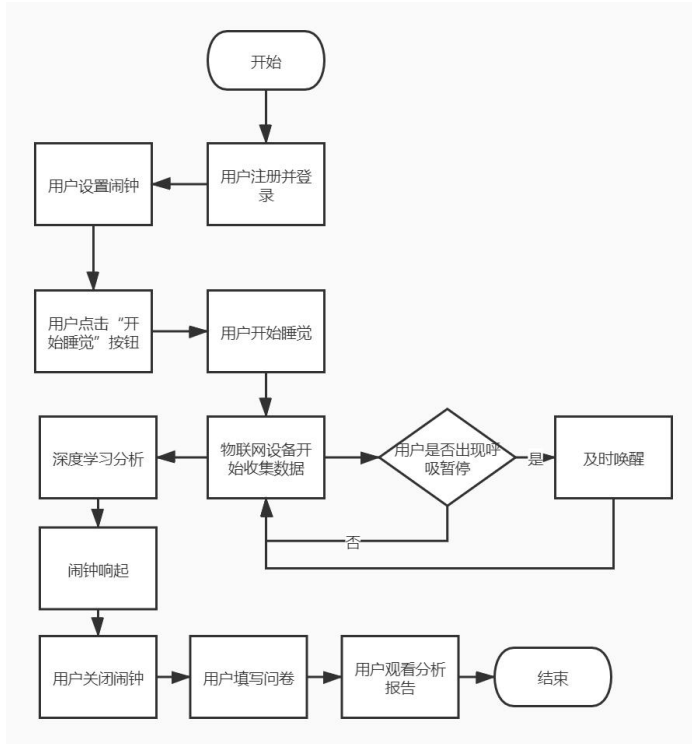


图 5-1-1 逻辑流程图

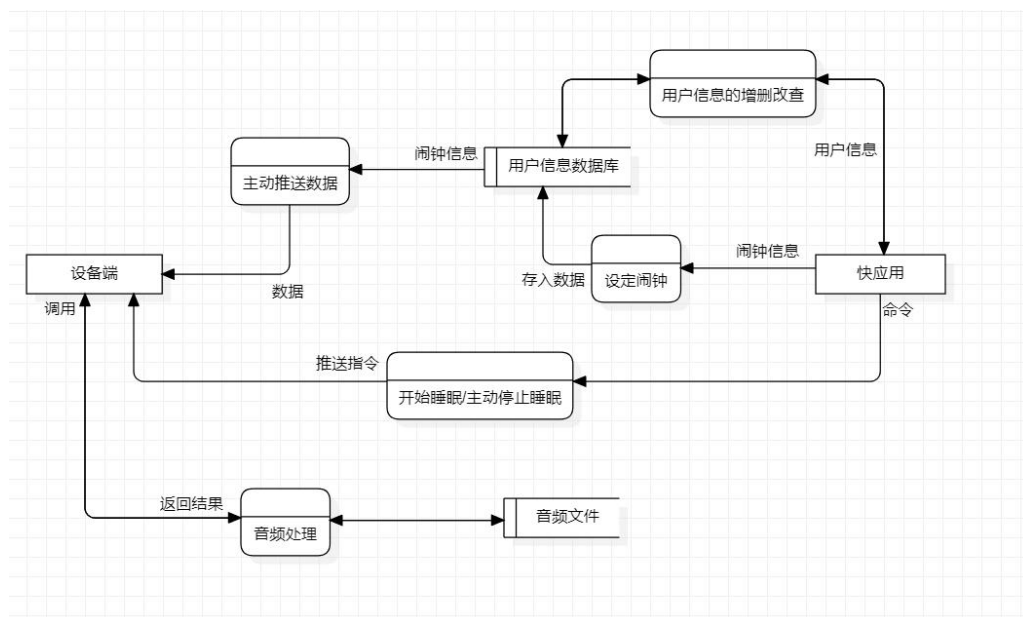


图 5-1-2 数据流程图

## 5.2 总体结构设计

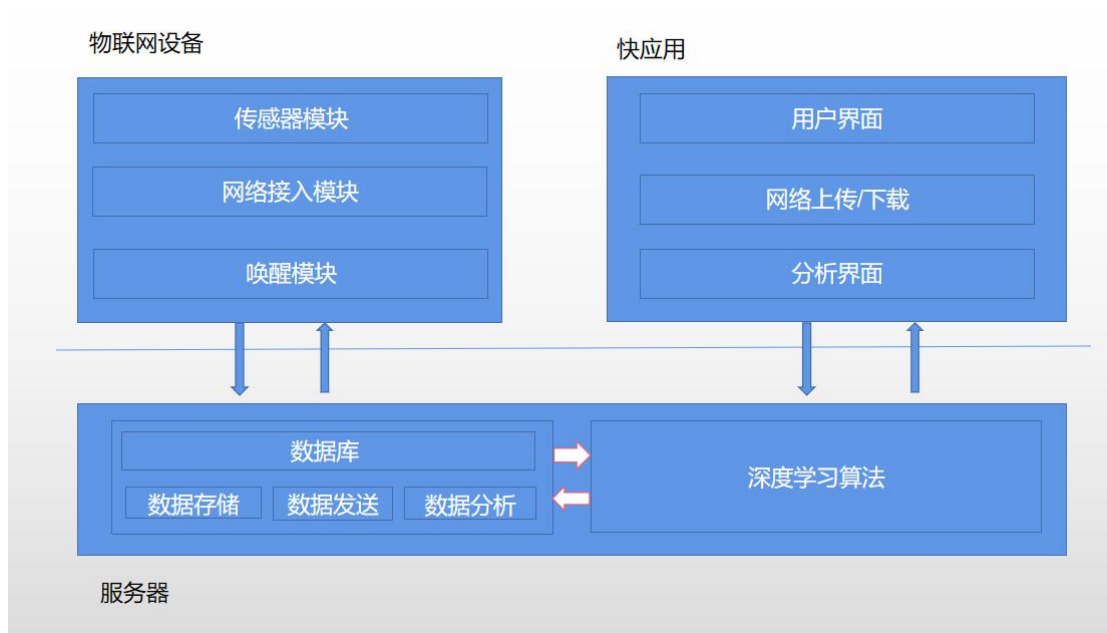
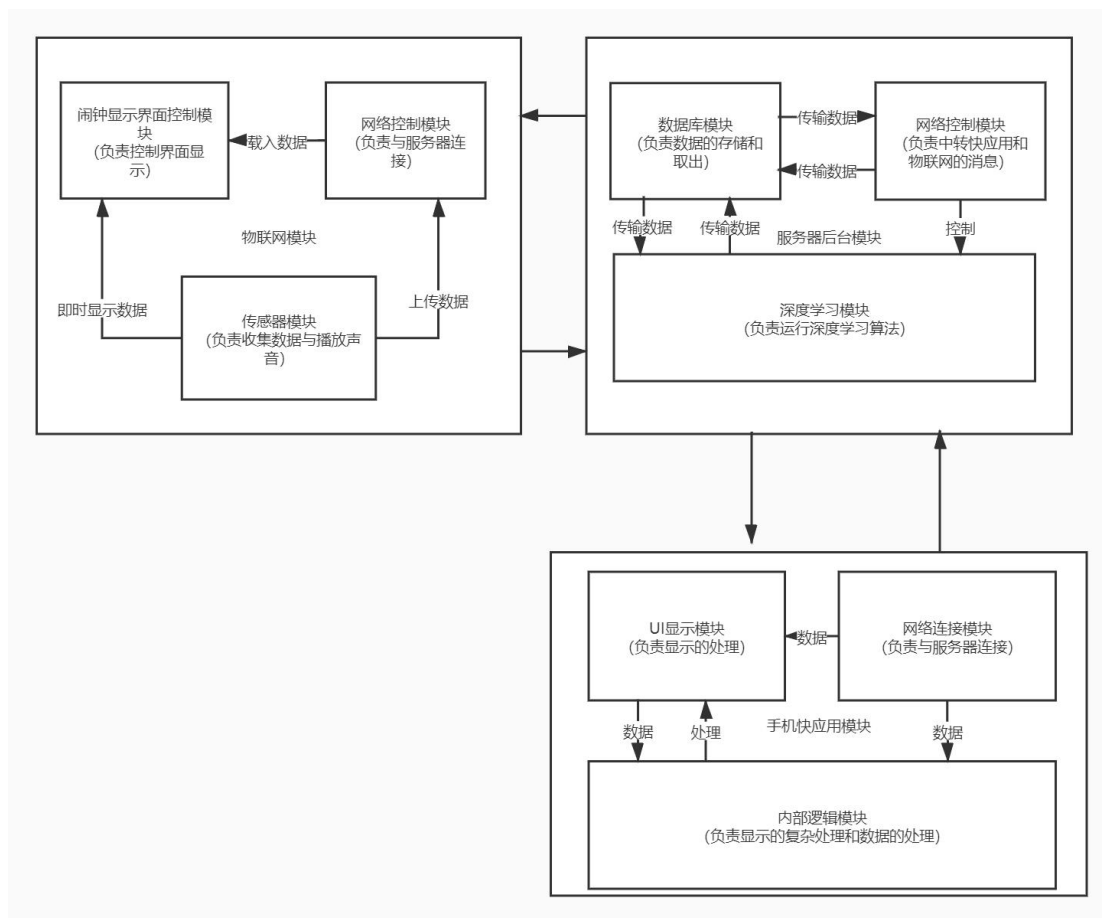


图 5-2-1 模块架构图

如图，本项目由三部分构成

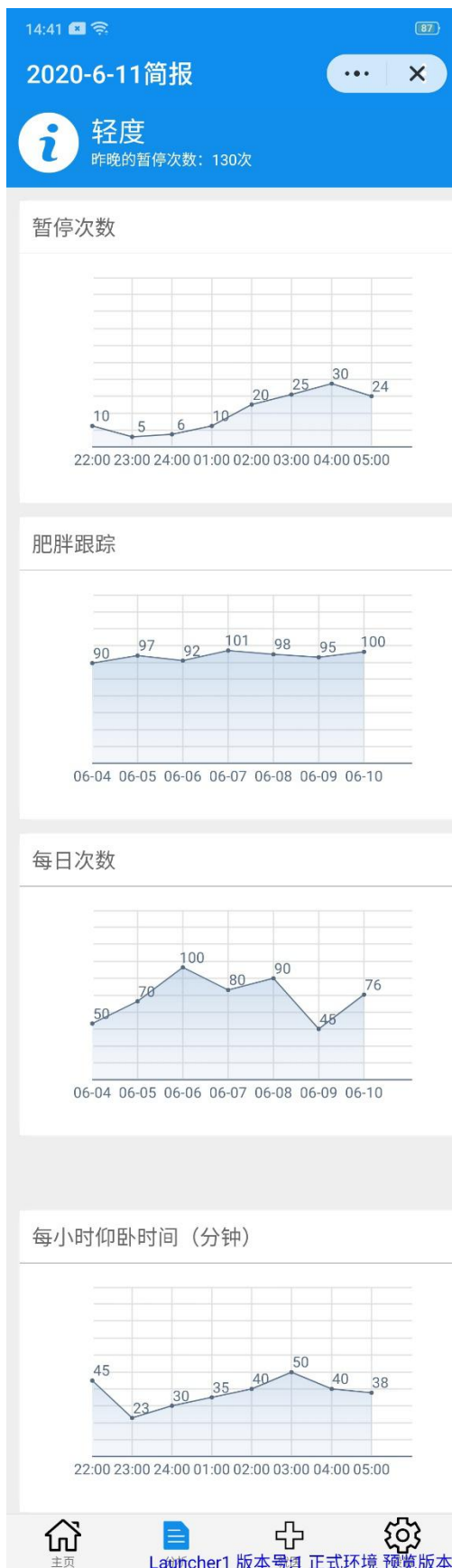
### 5.3 功能设计



## 5.4 用户界面设计



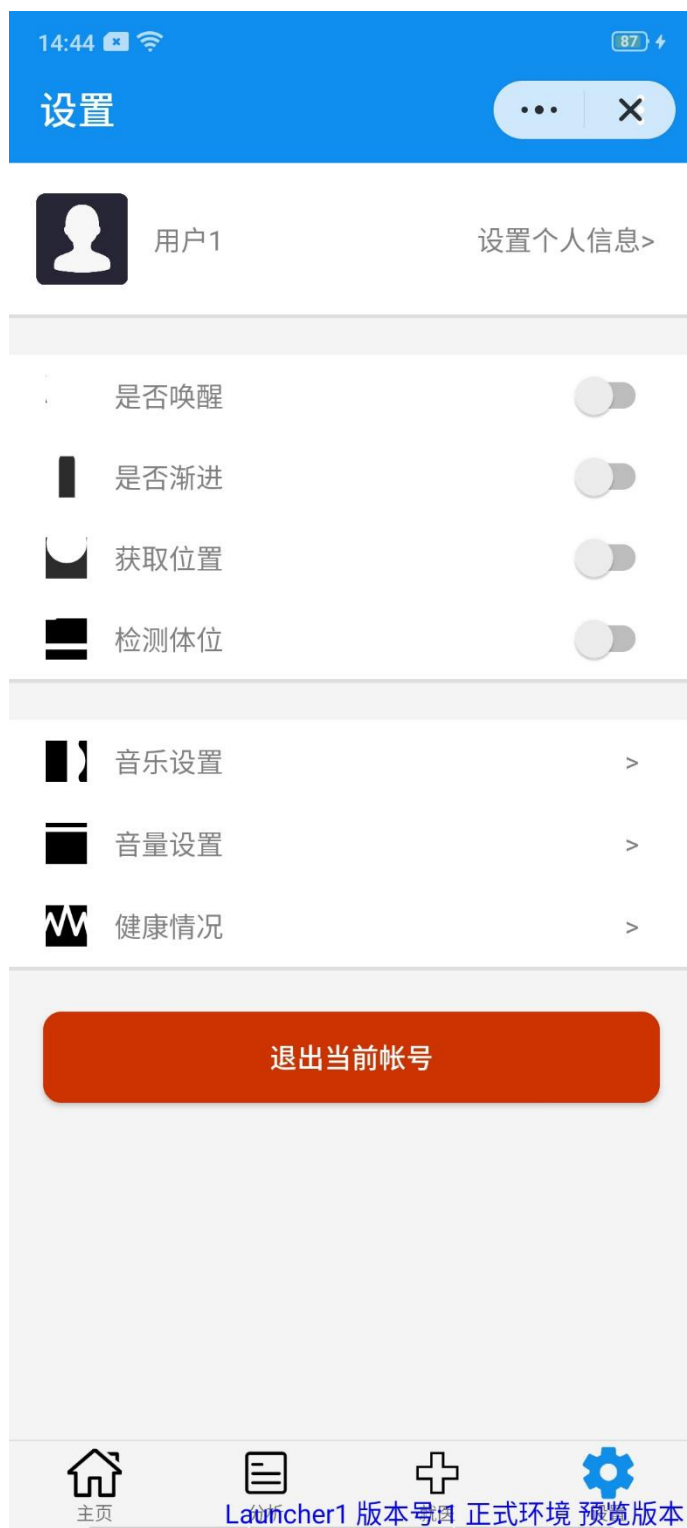
主页



分析界面



就医界面



设置界面

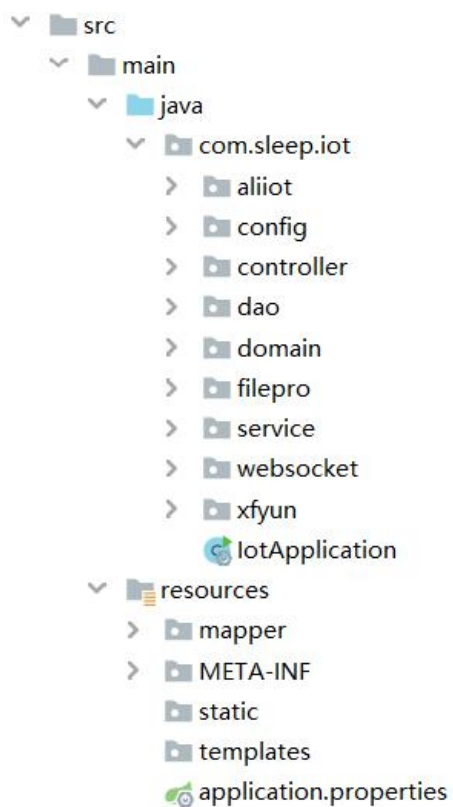


卡片

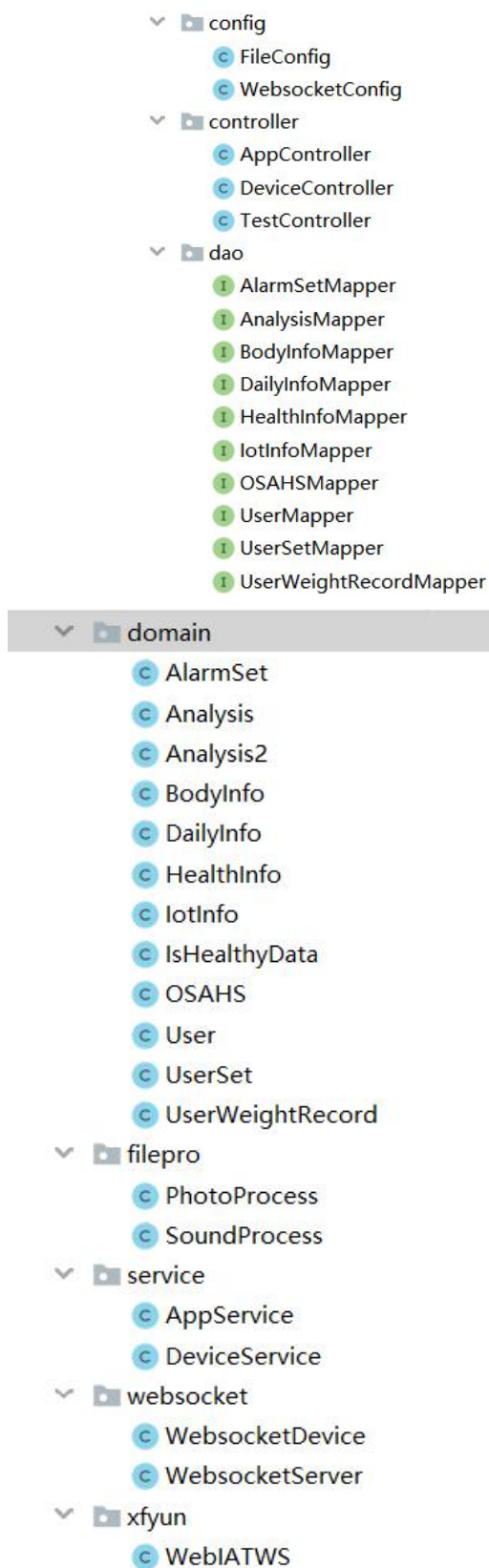
## 5.5 数据结构设计

### 1. 服务器项目结构

采用一般的 Springboot 框架下的 web 服务器项目结构







Filepro 对设备端传来的音频图片文件进行处理；  
xfyun 利用科大讯飞尽心语音听写处理；  
websocket 利用 ws 协议通信。

## 2. 服务器 Domain 层数据结构

```

public class AlarmSet {
    private Integer id;
    private Integer alarmId;           // 闹钟序号
    private Date alarmTime;           // 闹钟时间
    private Integer alarmMusic;       // 闹钟音乐
    private Boolean isGradual;         // 是否循环
    private Boolean alarmSwitch;      // 闹钟开关
    private Integer alarmSound;       // 闹钟音量大小

public class Analysis {
    private Integer id;
    private String healthAnalysis;    // 健康分析, 医嘱
    private Date aTime;               // 医嘱确立时间

public class Analysis2 {
    private String text;              // 医嘱内容
    private String time;              // 医嘱确立时间

public class BodyInfo {
    private Integer id;
    private Integer age;              // 年龄
    private String sex;               // 性别
    private Float weight;             // 体重, 单位kg
    private Float height;             // 身高, 单位m

public class DailyInfo {
    private Integer id;
    private Date ddate;               // 记录日期
    private Date startTime;           // 记录起始时间
    private Date endTime;            // 记录结束时间
    private Integer times;            // 病症出现次数

/**
 * 描述用户健康状况的类。
 */
public class HealthInfo {
    private Integer id;
    private Boolean hasHighBloodPressure; // 是否患有高血压
    private Boolean hasCoronaryHeartDisease; // 是否患有冠心病
    private Boolean hasAlloosis;          // 是否患有精神障碍Alloosis

```

```

public class IotInfo {
    private Integer id;
    private Float temperature;    //温度
    private Float humidity;      //湿度

public class IsHealthyData {
    private Float weight;
    private Boolean isGaoXueYa;    //是否患有高血压
    private Boolean isGuanXinBing; //是否患有冠心病
    private String advice;

public class OSAHS {
    private Integer id;
    private Boolean isOSAHS;    //是否患有OSAHS
    private String levelofOSAHS;
    private Integer duration;    //OSAHS持续天数

-
public class User {
    private Integer id;
    private String realName;    //用户姓名
    private String uname;      //用户昵称
    private String password;    //用户密码
    private String headPic;    //用户头像

public class UserSet {
    private Integer id;
    private Integer sensitivity; //敏感度
    private Boolean isAwaken;    //是否唤醒
    private Boolean isGetLocation; //是否获取闹钟位置
    private Boolean isOpenPose;  //是否姿态检测

}/**
 * 用户体重记录
 */
public class UserWeightRecord {
    private Integer id;
    private Date ddate;
    private Float weight;

```

## 5.6 接口设计

### 5.6.1 外部接口

硬件接口:

物联网设备（闹钟）的显示界面、拓展插口和网络插口

软件接口:

科大讯飞的语音识别接口

用于 IP 查询天气的百度天气接口

## 5.6.2 内部接口

服务器接口

接口	用途	面向角色
/websocket	通过 ws 协议连接服务器并发送消息	快应用
/devicewebsocket	通过 ws 协议连接服务器并发送消息	物联网设备
/device/photo	发送图片文件	物联网设备
/device/sound	发送音频文件	物联网设备
/device/temp	发送温度消息	物联网设备
/device/humi	发送湿度消息	物联网设备
/temp	返回温度信息	快应用
/humi	返回湿度信息	快应用
/lastNightPauseTimes	返回睡眠暂停相关信息	快应用
/lastNightAllTimePause	返回睡眠暂停相关信息	快应用
/osahsStatus	返回睡眠暂停相关信息	快应用
/weightSevenDays	返回用户身体相关信息	快应用
/isHealthData	返回用户身体相关信息	快应用
/getAlarm	返回用户设定设置相关信息	快应用
/userHeadPic	返回用户设定设置相关信息	快应用
/userName	返回用户设定设置相关信息	快应用
/startSleep	控制物联网设备	快应用
/stopSleep	控制物联网设备	快应用
/updateAlarm	修改信息	快应用
/getNewAdvice	医嘱语音识别服务	快应用
/getAdvice	返回医嘱信息	快应用
/sendAdvice	发送医嘱信息	快应用

## 5.7 错误/异常处理设计

### 5.7.1 错误/异常输出信息

错误\异常发生情况	错误\异常信息	错误\异常处理
传递文件及图片时，读取本地文件失败	IOException	后台输出
向服务器传递不合归约的数据格式（包括空值）	NullPointerException	后台输出

文件传输并发量过大	EOFException	后台输出, 尝试控制
连接失败或连接超时	Error	提醒连接请求方
.py 环境配置不当	Error	后台输出, 无法返回信息

### 5.7.2 错误/异常处理对策

异常处理确保能够正确传递关键信息, 不重要的异常可直接打印异常信息。若发生错误, 一般为连接突然断开, 尝试恢复连接状态并继续运行

## 5.8 系统配置策略

1. 移动端快应用界面;
2. 基于树莓派与物联网技术的采集用户数据的设备;
3. 基于 Springboot 的 java 语言的 tomcat 服务器, 采用 http 协议及 ws 协议接受移动端与设备发来的消息, 经过一定处理后, 将处理后的消息传递给移动端或设备端。

## 5.9 系统部署方案

Java 本地 tomcat 服务器占用本地 8088 端口, 通过租用的端口映射工具, 发布到公网的路径 (暂时) 为 410ca049.nat123.fun:35950, 之后会考虑采用云服务器+集群架构部署。

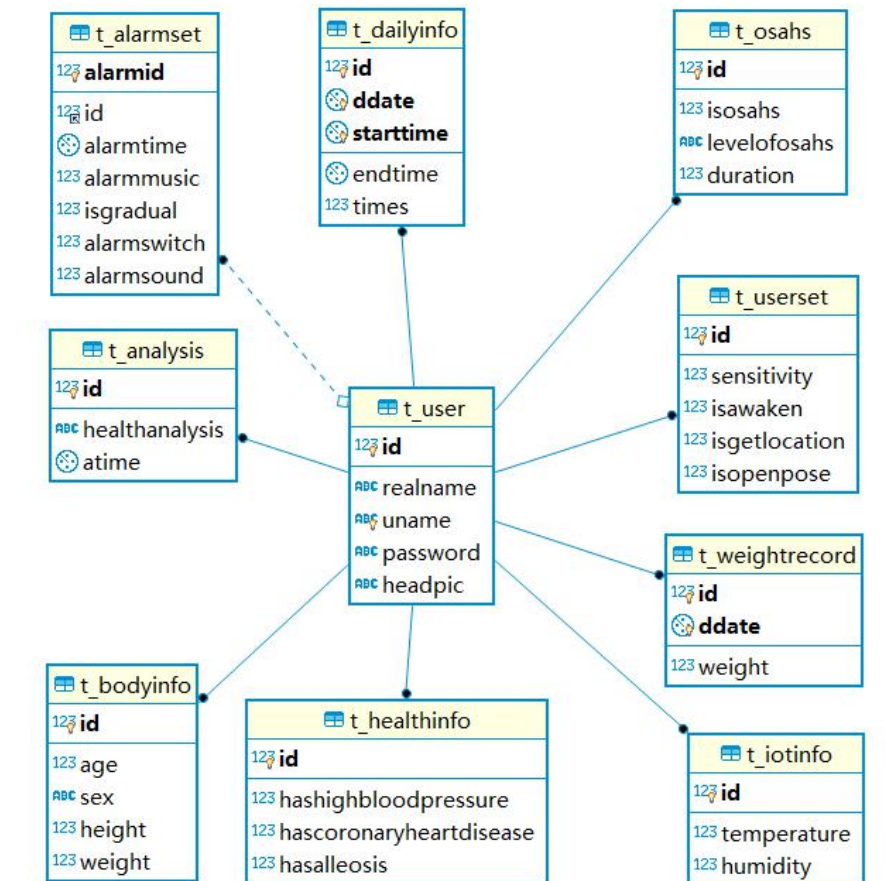
## 5.10 其他相关技术与方案

无

## 6 数据库设计

服务器通过 Springboot 下的 mybatis 框架与数据库连接

后台服务器数据库表 ER 图:



以用户基础信息表 t\_user 为核心的数据库结构，这样设计的目的是为了将相关性较弱的数据分如不同的表中以加快处理速度，另一方面减小单个表的属性个数，分开管理更有利用扩展。

所有表的结构与字段说明

1. T\_user

核心表：用户基础信息表，id 为该表主键，也是其余许多表主键\外键

表名:	t_user									
引擎:	InnoDB									
自增:	2									
字符集:	utf8									
排序规则:	utf8_general_ci									
描述:	用户的基本信息									
列	字段名	#	数据类型	非空	自增	键	缺省	额外的	Expression	注释
约束	123 id	1	int(11)	✓	✓	PRI		auto_increment		
外键	abc realname	2	text	✓	□					用户真实姓名
引用	abc uname	3	char(80)	✓	□	UNI				用户昵称
触发器	abc password	4	text	✓	□					用户密码
索引	abc headpic	5	mediumtext	□	□					用户头像图片路径

2. T\_userset

用户设置信息表

表名: t\_userset  
引擎: InnoDB  
自增: 0  
字符集: utf8  
排序规则: utf8\_general\_ci  
描述: 用户设置信息

列	字段名	#	数据类型	非空	自增	键	缺省	额外的	Expression	注释
约束	123 id	1	int(11)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PRI				
外键	123 sensitivity	2	int(11)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					敏感度
引用	123 isawaken	3	tinyint(1)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					是否唤醒设置
触发器	123 isgetlocation	4	tinyint(1)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					是否获取闹钟位置
索引	123 isopenpose	5	tinyint(1)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					是否睡姿检测

### 3. T\_bodyinfo

用户身体信息表，记录用户的年龄、性别的信息

表名: t\_bodyinfo  
引擎: InnoDB  
自增: 0  
字符集: utf8  
排序规则: utf8\_general\_ci  
描述: 用户的身体信息

列	字段名	#	数据类型	非空	自增	键	缺省	额外的	Expression	注释
约束	123 id	1	int(11)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PRI				
外键	123 age	2	int(11)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					年龄
引用	abc sex	3	text	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					性别
触发器	123 height	4	float	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					身高/cm
索引	123 weight	5	float	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					体重/kg

### 4. T\_healthinfo

用户身体状况信息表，记录用户是否拥有一些与 OSAHS 相关的病

表名: t\_healthinfo  
引擎: InnoDB  
自增: 0  
字符集: utf8  
排序规则: utf8\_general\_ci  
描述: 用户的身体状况信息

列	字段名	#	数据类型	非空	自增	键	缺省	额外的	Expression	注释
约束	123 id	1	int(11)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PRI				
外键	123 hashighbloodpress...	2	tinyint(1)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					是否高血压
引用	123 hascoronaryheartdi...	3	tinyint(1)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					是否冠心病
触发器	123 hasalleosis	4	tinyint(1)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					是否精神失常

### 5. T\_alarmset

用户设定的闹钟记录表

属性 数据 ER图

表名: t\_alarmset  
引擎: InnoDB  
自增: 34  
字符集: utf8  
排序规则: utf8\_general\_ci  
描述: 用户定义的闹钟相关

列	字段名	#	数据类型	非空	自增	键	缺省	额外的	Expression	注释
约束	123 id	1	int(11)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	MUL				
外键	123 alarmid	2	int(11)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	PRI		auto_increment		
引用	123 alarmtime	3	datetime	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					闹钟时间
触发器	123 alarmmusic	4	int(11)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					闹钟选定音乐
索引	123 isgradual	5	tinyint(1)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					渐进播放
分区	123 alarmswitch	6	tinyint(1)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					闹钟开关
	123 alarmsound	7	int(11)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					闹钟音量大小

### 6. T\_osahs

用户 OSAHS 病情信息记录表

表名: t\_osahs  
引擎: InnoDB  
自增: 0  
字符集: utf8  
排序规则: utf8\_general\_ci  
描述: 记录用户的OSAHS病症情况

列	字段名	#	数据类型	非空	自增	键	缺省	额外的	Expression	注释
约束	123 id	1	int(11)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PRI				
外键	123 isosahs	2	tinyint(1)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					是否患有OSAHS
引用	abc levelofosahs	3	text	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					OSAHS病理程度
触发器	123 duration	4	int(11)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					患病持续时间

### 7. T\_dailyinfo

用户每日病症记录

表名: t\_dailyinfo  
引擎: InnoDB  
自增: 0  
字符集: utf8  
排序规则: utf8\_general\_ci  
描述: 用户日常病症信息

列	字段名	#	数据类型	非空	自增	键	缺省	额外的	Expression	注释
约束	123 id	1	int(11)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PRI				
外键	ddate	2	date	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PRI				日期
引用	starttime	3	datetime	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PRI	'0...			症状出现开始时间
触发器	endtime	4	datetime	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					症状结束时间
索引	123 times	5	int(11)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					症状共出现的次数

### 8. T\_iotinfo

用户绑定设备采集数据信息表



表名: t\_iotinfo  
 引擎: InnoDB  
 自增: 0  
 字符集: utf8  
 排序规则: utf8\_general\_ci  
 描述: 与用户绑定的设备检测的信息

列	字段名	#	数据类型	非空	自增	键	缺省	额外的	Expression	注释
约束	123id	1	int(11)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PRI				
外键	123temperature	2	float	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					室内温度
引用	123humidity	3	float	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					室内湿度
触发器										
索引										

### 9. T\_weightrecord

用户每日体重信息记录表

表名: t\_weightrecord  
 引擎: InnoDB  
 自增: 0  
 字符集: utf8  
 排序规则: utf8\_general\_ci  
 描述: 用户日常体重信息记录

列	字段名	#	数据类型	非空	自增	键	缺省	额外的	Expression	注释
约束	123id	1	int(11)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PRI				
外键	ddate	2	date	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PRI				日期
引用	123weight	3	float	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					体重信息/kg
触发器										

### 10. T\_analysis

用户健康状况分析表

表名: t\_analysis  
 引擎: InnoDB  
 自增: 0  
 字符集: utf8  
 排序规则: utf8\_general\_ci  
 描述: 用户的健康分析(待扩展)

列	字段名	#	数据类型	非空	自增	键	缺省	额外的	Expression	注释
约束	123id	1	int(11)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PRI				
外键	healthanalysis	2	text	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					健康分析, 医嘱
引用	atime	3	date	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					建立时间

## 7 详细设计

### 7.1 OSAHS 判断功能模块

#### 7.1.1 功能描述

通过输入用户打鼾的音频文件来进行深度学习处理，判断用户是否出现暂停、用户是否患有 OSAHS 以及 OSAHS 的严重程度。

#### 7.1.2 性能描述

1.算法运行时间：处理大小为 100M 的 wav 格式的音频文件，算法模块相关代码处理时间+处理结果输出时间总和不超过 0.1s；

2.测试机器配置：8M 内存；

3.资源消耗情况：除却代码启动时加载环境是消耗较大（>90%），在之后的正常运行的过程中程序整体 CPU 消耗处于 30%-60%；

3.本地测试时，服务器与物联网约 1s 左右的通信延迟，无高负荷通信量。（目前来讲代码程序整体的时间消耗绝大部分网络通信上）。

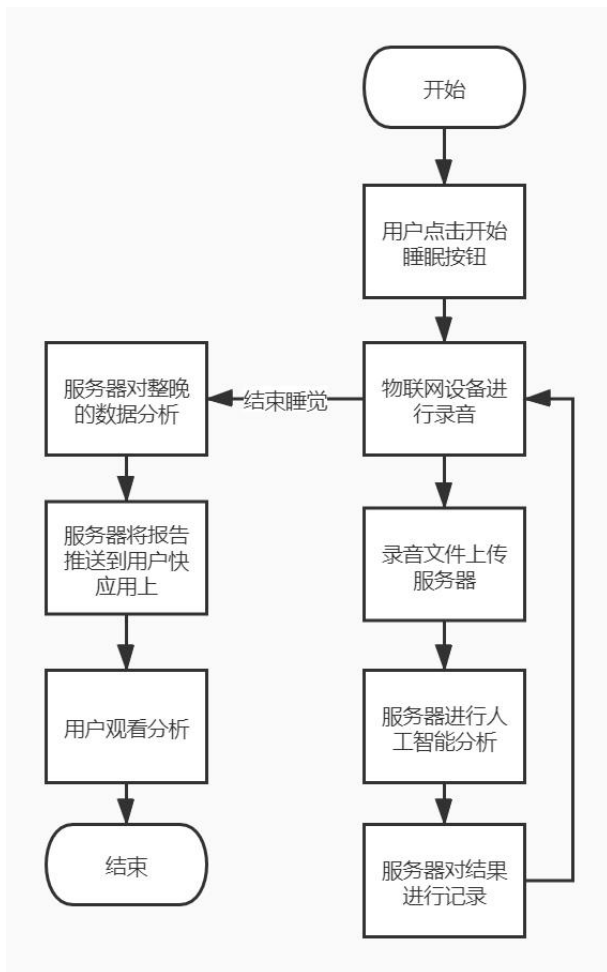
#### 7.1.3 输入

输入描述	输入类型
物联网设备通过声卡进行收集的用户鼾声音频文件	.wav 文件

#### 7.1.4 输出

输出描述	输出类型
没有呼吸暂停 <code>pauseStatue, false</code>	Text
有呼吸暂停 <code>pauseStatue, false</code>	Text
呼吸暂停超过一定时限 <code>pauseAwake</code>	Text
音频处理得到的相关数据	.txt

## 7.1.5 程序逻辑



## 7.1.6 限制条件

需要良好的网络环境，推荐 10Mbps 的网络带宽

OSAHS 核心处理程序为.py 文件，需要环境中具有下列环境资源：

Tensorflow 2.0.0 :最为关键的资源，在开发过程中曾尝试过其他版本，但发现只有该版本能正常运行

Numpy

cv2

python\_speech\_features

wave

## 7.2 OSAHS 唤醒功能模块

### 7.2.1 功能描述

通过输入用户打鼾的音频文件来进行深度学习处理，判断用户是否出现暂停，根据用户

的选择来判断是否唤醒用户。

### 7.2.2 性能描述

1.算法运行时间：处理大小为 100M 的 wav 格式的音频文件，算法模块相关代码处理时间+处理结果输出时间总和不超过 0.1s；

2.测试机器配置：8M 内存；

3.资源消耗情况：除却代码启动时加载环境是消耗较大（>90%），在之后的正常运行的过程中程序整体 CPU 消耗处于 30%-60%；

3.本地测试时，服务器与物联网约 1s 左右的通信延迟，无高负荷通信量。（目前来讲代码程序整体的时间消耗绝大部分网络通信上）。

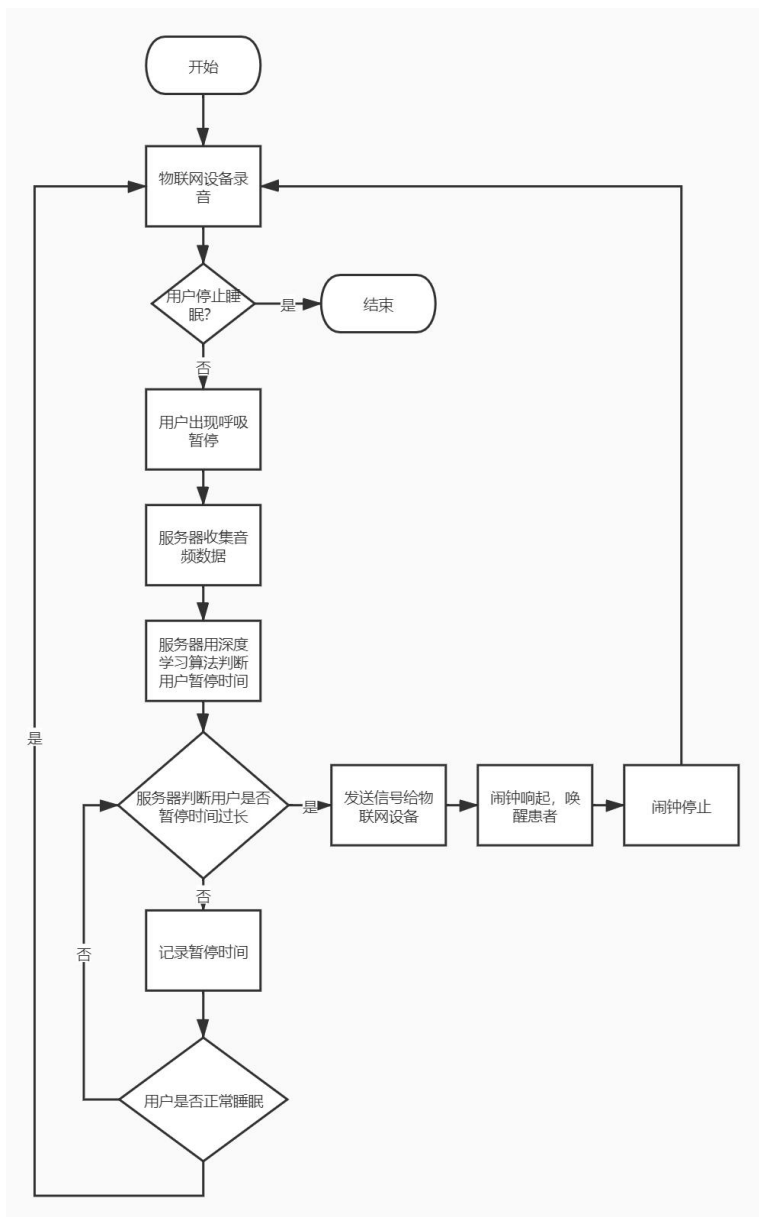
### 7.2.3 输入

输入描述	输入类型
物联网设备通过声卡进行收集的用户鼾声音频文件	.wav 文件

### 7.2.4 输出

输出描述	输出类型
没有呼吸暂停 <code>pauseStatue, false</code>	Text
有呼吸暂停 <code>pauseStatue, false</code>	Text
呼吸暂停超过一定时限 <code>pauseAwake</code>	Text
音频处理得到的相关数据	.txt

### 7.2.5 程序逻辑



### 7.2.6 限制条件

需要良好的网络环境，推荐 10Mbps 的网络带宽

OSAHS 核心处理程序为.py 文件，需要环境中具有下列环境资源：

Tensorflow 2.0.0 :最为关键的资源，在开发过程中曾尝试过其他版本，但发现只有该版本能正常运行

Numpy

cv2

python\_speech\_features

Wave

## 7.3 用户体位检测

### 7.3.1 功能描述

通过输入用户的睡眠的照片进行处理来判断用户体位。

### 7.3.2 性能描述

1.算法运行时间:

2.测试机器配置:

3.资源消耗情况:

3.本地测试时,服务器与物联网约 1s 左右的通信延迟,无高负荷通信量。(目前来讲代码程序整体的时间消耗绝大部分网络通信上)。

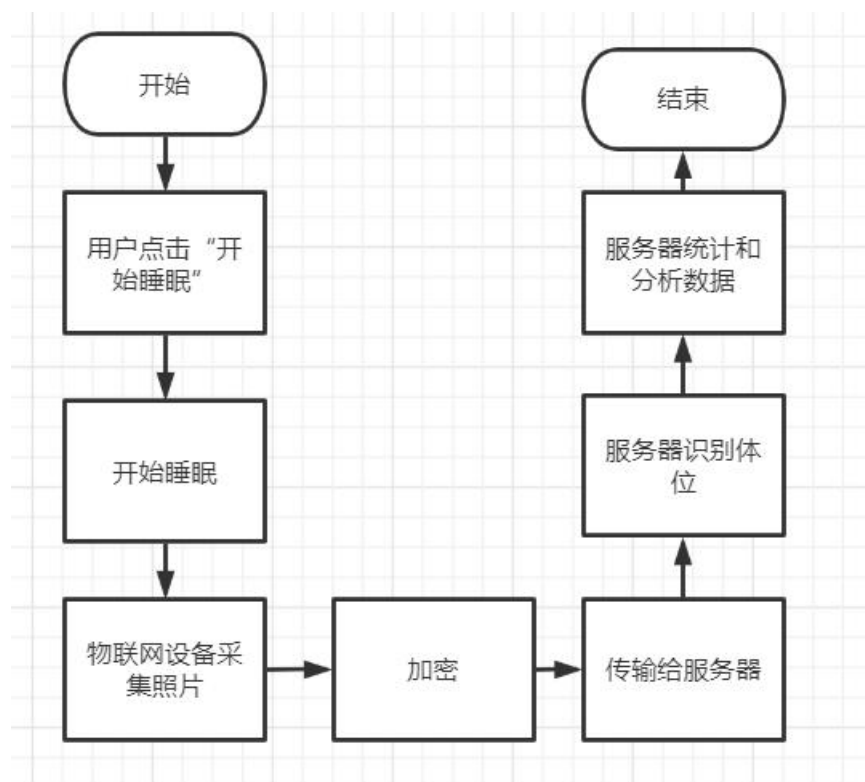
### 7.3.3 输入

输入描述	输入类型
物联网设备通过夜视摄像头收集的睡眠姿势照片	.jpg 文件

### 7.1.4 输出

输出描述	输出类型
用户睡眠的体位	Text, ‘仰卧’、‘侧卧’

### 7.3.5 程序逻辑



### 7.3.6 限制条件

需要良好的网络环境，推荐 10Mbps 的网络带宽。

## 7.4 医嘱识别录入

### 7.4.1 功能描述

通过输入医嘱的录音识别出医嘱的内容并进行记录。

### 7.4.2 性能描述

- 1.算法运行时间:
- 2.测试机器配置:
- 3.资源消耗情况:
- 3.本地测试时，服务器与物联网约 1s 左右的通信延迟，无高负荷通信量。（目前来讲代码程序整体的时间消耗绝大部分网络通信上）。

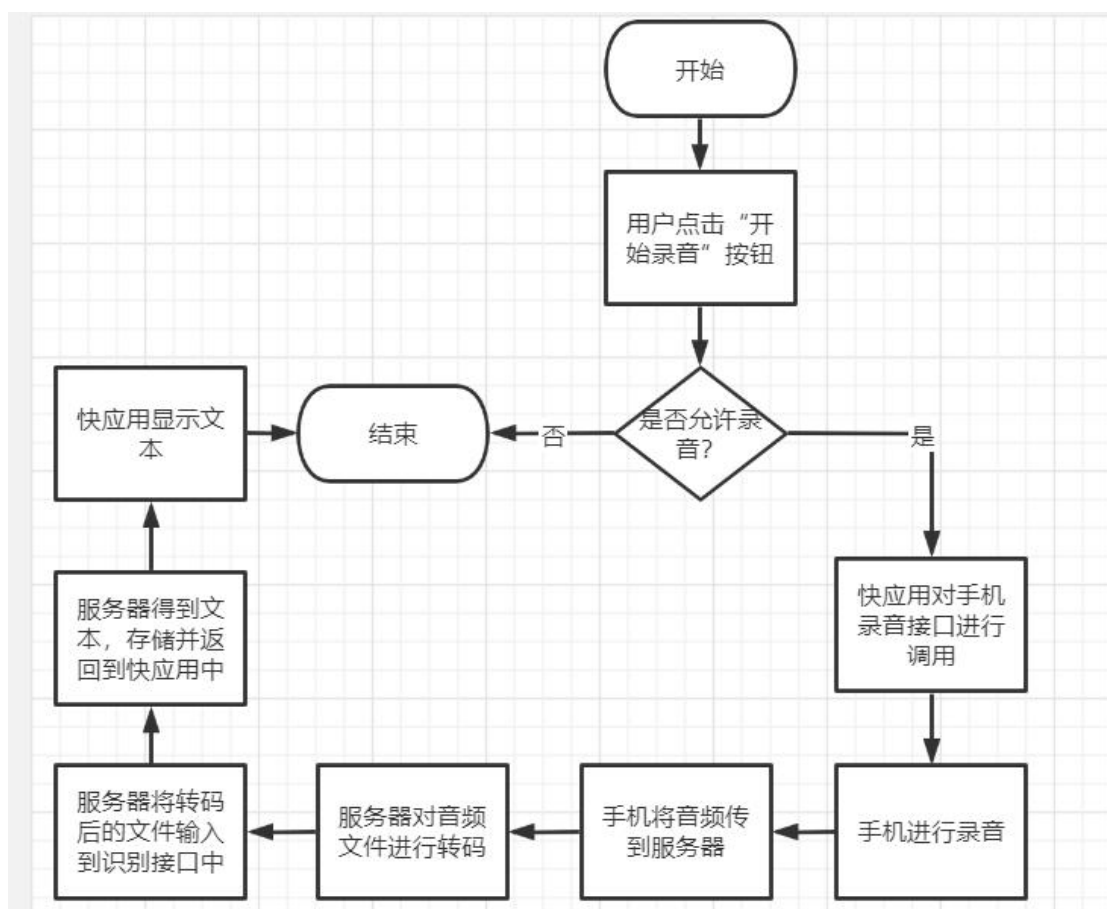
### 7.4.3 输入

输入描述	输入类型
医嘱录音的声音	.acc 录音文件

### 7.4.4 输出

输出描述	输出类型
医嘱的文字	Text

### 7.4.5 程序逻辑



### 7.4.6 限制条件

需要手机联网，同时医嘱不为方言，须为标准普通话。