

基于物联网的智能车载健康系统

系统开发文档

南京航空航天大学 计算机科学与技术学院 张靖棠

南京航空航天大学 计算机科学与技术学院 宗 华

南京航空航天大学 计算机科学与技术学院 陆 鸿



目录

1. 项目背景介绍	2
2. 项目功能需求	2
3. 系统结构设计	3
4.1. 嵌入式系统部分	4
4.2. Android 客户端部分	5
4.3. 数据库	6
4.4. Tomcat HTTP 服务器	7
4.5. ModelManager 模型管理器及 LibSVM 支持向量机	8
4.6. 基于 Web 的数据管理平台	10
4. 系统实现及测试	10
4.1 嵌入式系统实现	10
4.2 Android 客户端实现	15
4.3 Tomcat HTTP 服务器	33
4.4 数据库	39
4.5 模型管理器 (ModelManager)	40
4.6 数据管理平台	44
5. 安全性部分	46
5.1. 蓝牙通信安全	46
5.2. 网络安全	47
6. 运行流程检查	47
7. 开发周期	48

1. 项目背景介绍

目前，随着我国汽车产业正蓬勃发展，智能化、联网化、自动化已经成为汽车主流的发展趋势。越来越多的新型汽车开始配备采用智能操作系统、具备联网功能的车载中控。

目前，我国汽车保有量越来越大，因此，行车安全显得比过去更为重要。资料显示，由于人为因素导致的道路交通事故，占有交通事故比例的 90%以上。因此，如何尽可能降低人为因素导致车祸的可能性，是一个相当重要的问题。我们设想，是否能否开发出一款物联网应用，能够实现对驾驶员身体指标的实时监控与分析，并给出驾驶员合理的健康建议，从而可以从一定程度上降低车祸风险，提高行车安全性。

2. 项目功能需求

本系统是一款基于车载中控平台的智能健康车载系统。主要具备对驾驶员健康数据的实时采集与显示、友好的人机交互、健康数据分析、分析结果反馈与酒驾检测等功能。

整个系统分为嵌入式系统、云服务器、Android 客户端三大部分。

嵌入式系统由基于 ARM 内核的嵌入式 MCU 芯片以及各类传感器构成，集成于车内的方向盘、安全带上、座椅下。它的主要功能是通过各类传感器进行驾驶员身体健康数据的采集，通过模数和标度变换，得到相应单位的数字量；并通过蓝牙模块与 Android 客户端建立蓝牙连接，等待数据被 Android 端采集。目前实现采集的健康数据包括心率、体温、体重和酒精浓度。

云服务器主要由 HTTP 服务器、数据库、模型管理器和数据管理平台构成。它的功能是持久化驾驶员的健康数据，并对历史数据进行分析，训练出驾驶员的数据模型。该模型由 Android 客户端下载后，可作为在 Android 客户端上进行实时数据分析的判断依据，检测驾驶员的身体指标是否正常。数据管理平台由管理员操作，可方便地维护数据库中的各类信息；还可提供接口，使用户能够以图表的方式直观地查看历史数据的趋势分析。

基于 Android 的客户端部分是整个系统的核心，安装于车载中控系统上。它作为桥梁连通嵌入式系统和云服务器，同时还兼备与驾驶员的交互功能。Android 端通过蓝牙连接嵌入式系统，实现数据的实时采集与显示功能；同时，与服务器通过互联网建立 HTTP 连

接，下载最新的用户数据模型，并利用模型对采集到的数据进行异常分析，将分析完成的最新数据上传至服务器，并通过语音播报的方式将结果反馈给驾驶员。同时，客户端还具备应急与快速拨号、用户信息管理等辅助功能。

3. 系统结构设计

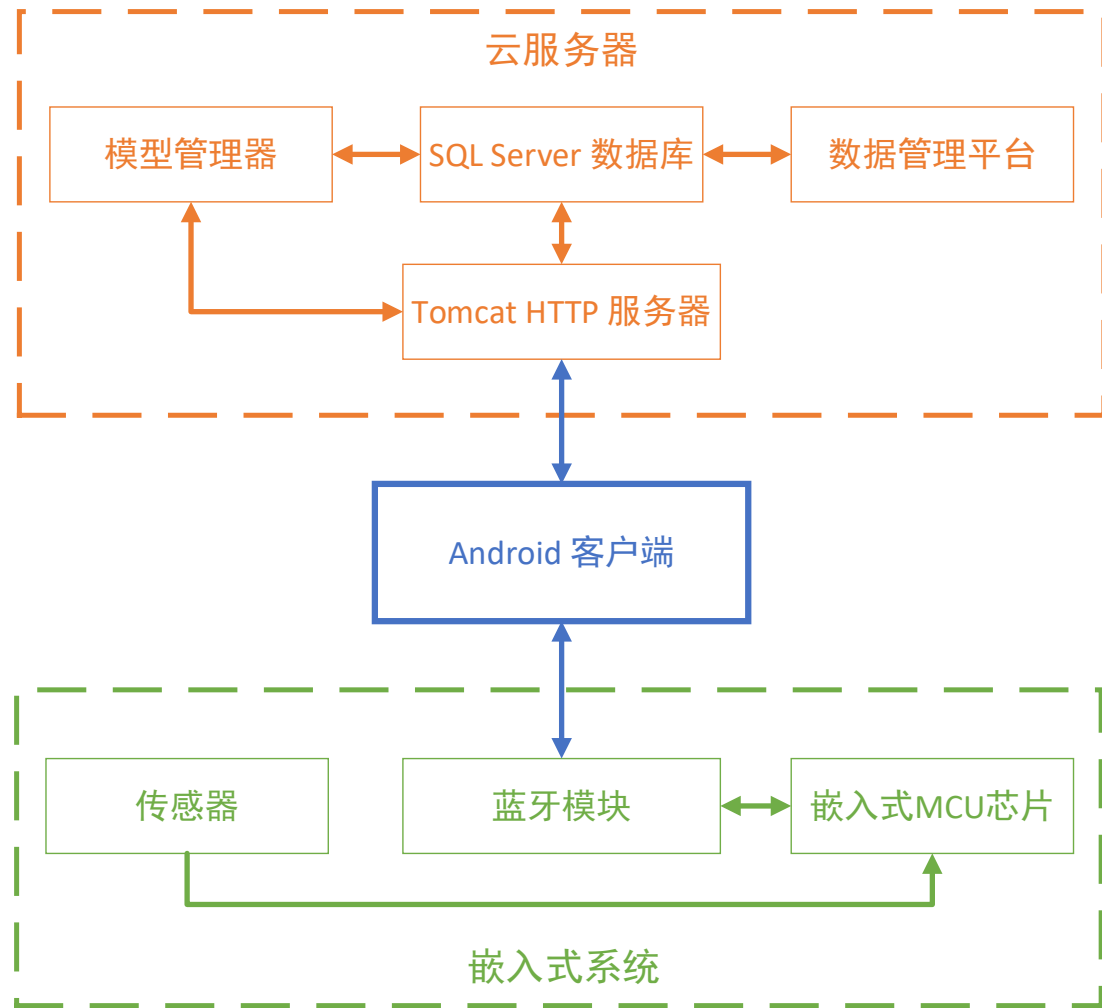


图 3-1 系统结构设计图

3.1. 嵌入式系统设计

3.1.1. 嵌入式系统结构

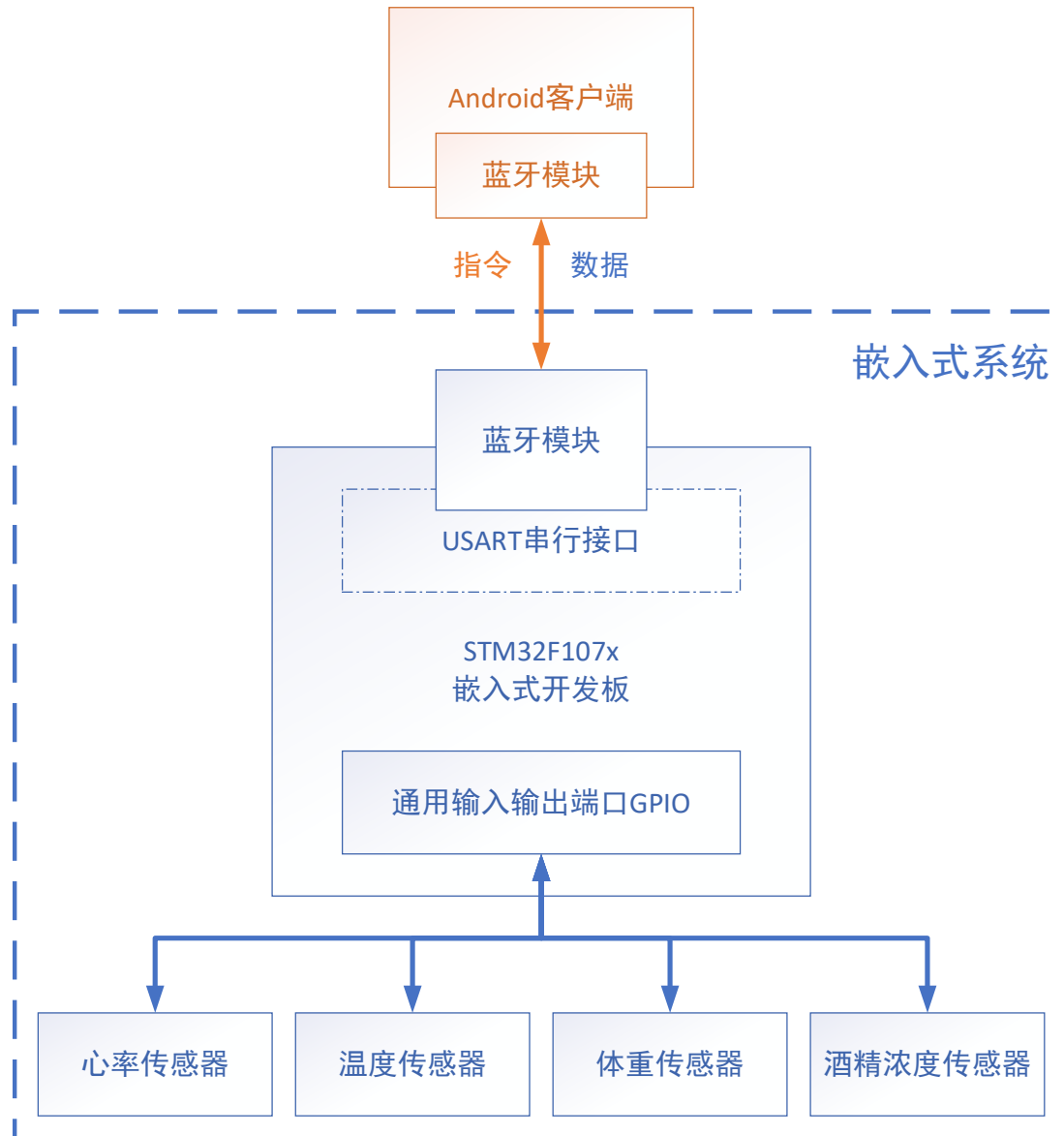


图 3-2 嵌入式系统设计图

✧ 数据采集模块

✧ 数据处理模块

✧ 数据加密模块

✧ USART 串行接口及蓝牙通信模块

3.1.2. 嵌入式系统功能

- 通过传感器采集用户的身体健康数据
- 通过蓝牙模块接收并处理 Android 客户端发来的数据采集请求
- 将用户的健康数据封装为蓝牙通信帧，并进行加密
- 通过蓝牙模块向 Android 客户端回传包含健康数据的通信帧

3.2. Android 客户端设计

3.2.1. ANDROID 客户端结构

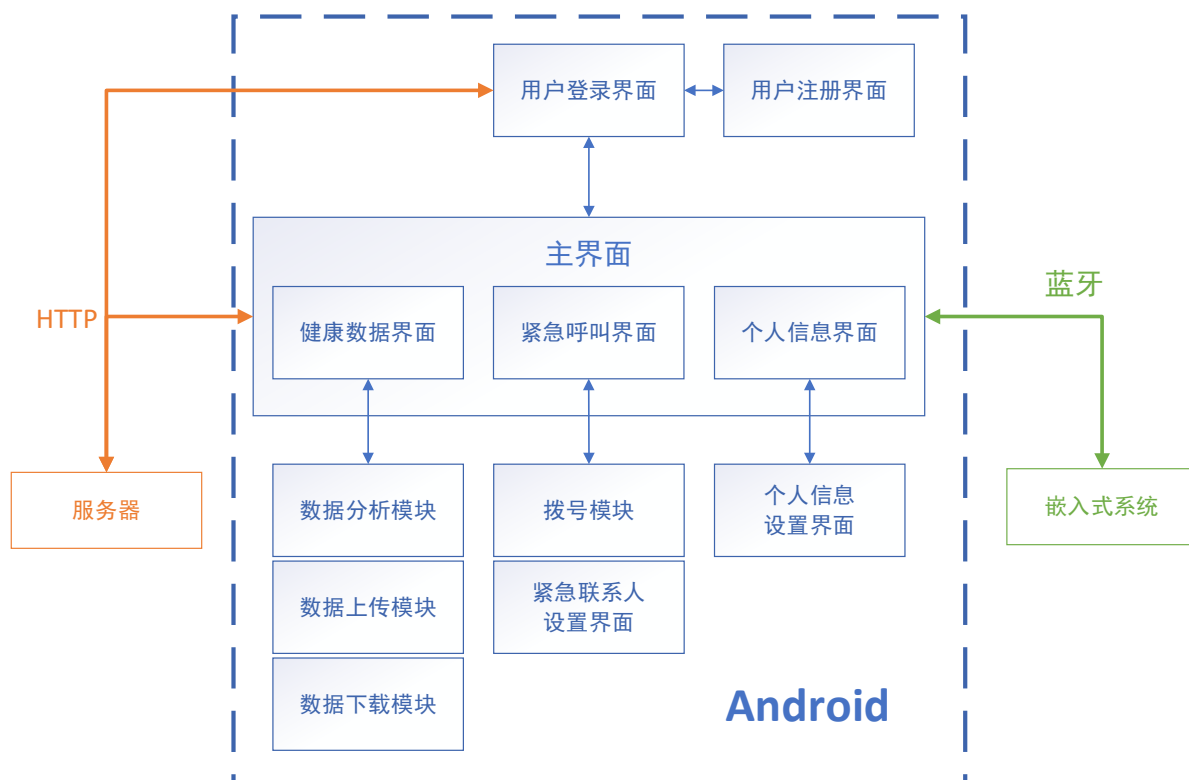


图 3-3 Android 客户端设计图

✧ 健康数据界面、紧急呼叫界面、信息管理界面

✧ LibSVM 支持向量机数据分析模块

✧ 数据采集模块、数据上传模块、数据下载模块

3.2.2. ANDROID 客户端名称及 LOGO

- LOGO:



- 应用名称：CARe©
- 寓意：CAR 代表这是一款车载应用，CARe 的英语单词 care 是“注意”、“关心”的意思——正如这款应用的设计功能一样，它能够时刻“关心”驾驶员的身体指标，提升行车安全。

3.2.3. ANDROID 客户端主要功能

- 与嵌入式系统通过蓝牙建立数据通信，获取硬件采集到的健康数据
- 使用 LibSVM 分类器，对获取到的健康数据进行数据分析
- 向服务器发送 HTTP 请求，获取、提交健康数据及用户信息
 - 与用户进行交互
 - 使用户能够从视觉、听觉上实时了解自己的身体状况
 - 使用户能够迅速拨打预设的紧急电话
 - 使用户能够维护自己的信息及健康数据模型

3.3. 数据库设计

3.3.1. 数据库主要功能

- 实现和保证数据的持久化和安全性

3.4. Tomcat HTTP 服务器设计

3.4.1. 服务器结构

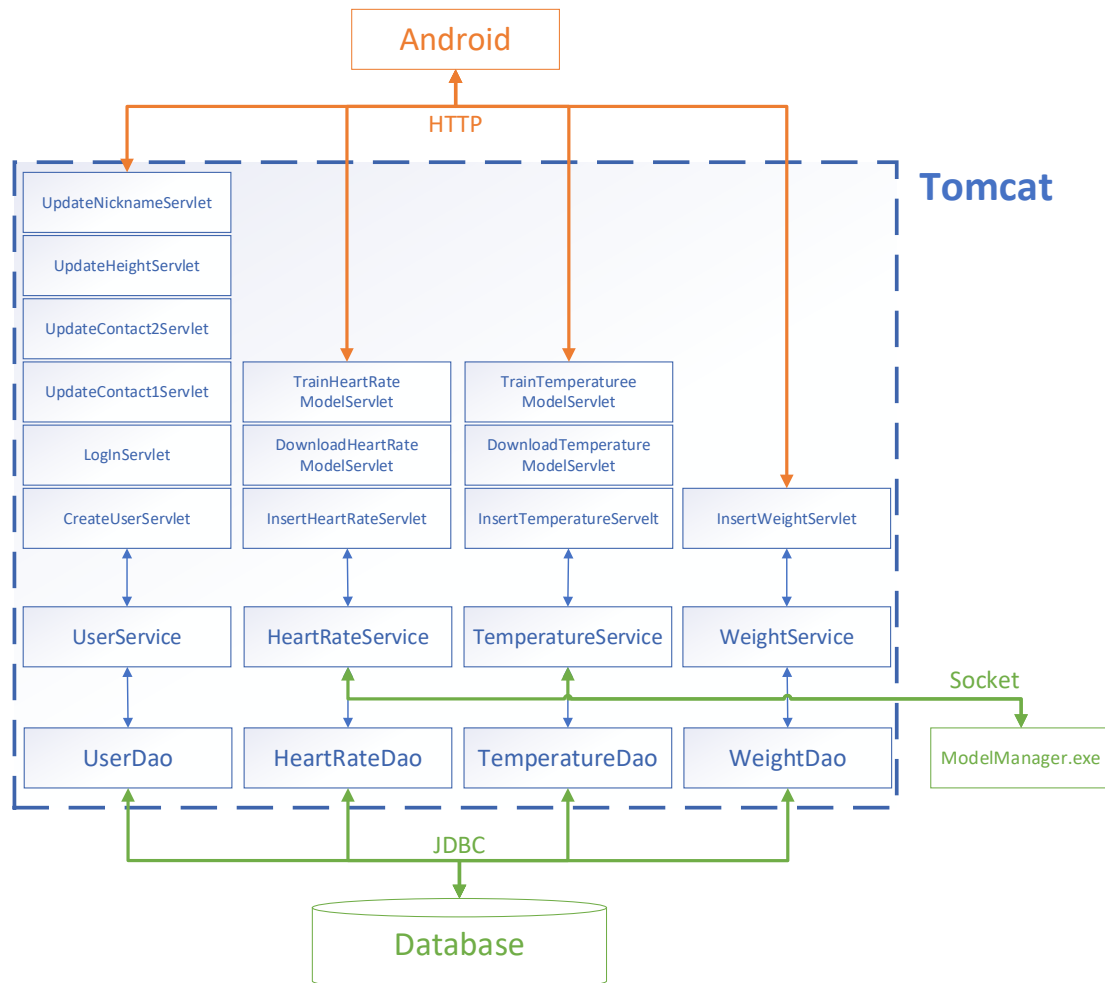


图 3-4 Tomcat HTTP 服务器设计图

(自底层向上层)

- ✧ 原型模块 (JavaBean)
- ✧ 数据访问模块 (Data Access Object)
- ✧ 服务模块 (Service)
- ✧ Servlet 模块
- ✧ 工具模块 (Utility)

3.4.2. 服务器功能

- 接收 Android 客户端的 HTTP 请求
- 调用 API 对 HTTP 请求做相对应的处理——
 - 读写数据库（SQL Server 进程）
 - 操作数据模型（模型管理器进程（ModelManager.exe））
- 对 Android 客户端发送 HTTP 响应

3.5. ModelManager 模型管理器设计

3.5.1. 模型管理器设计结构

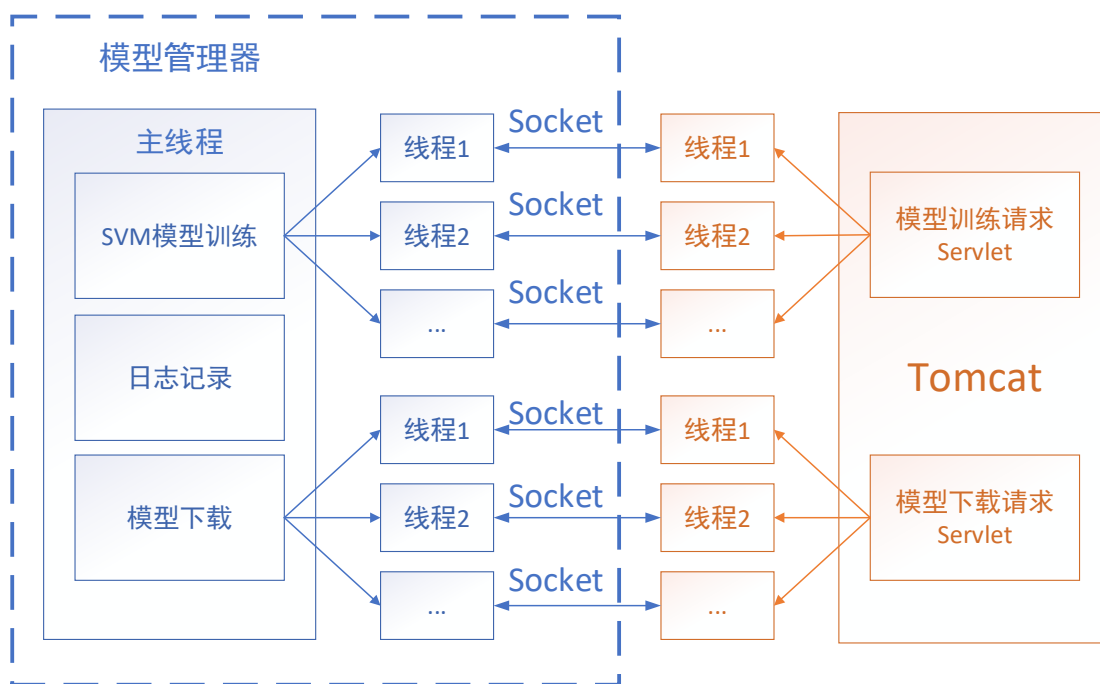


图 3-5 模型管理器设计图

- ✧ Socket 通信模块
- ✧ SVM 模型训练模块
- ✧ 模型下载模块
- ✧ 日志记录模块

3.5.2. 模型管理器功能

◆ 模型训练与管理功能

用户每次驾车结束后，Android 客户端会向模型管理器发起一次模型训练的请求。此时模型管理器会将该用户此次驾车所产生的数据从数据库中提取出来送入模型训练模块进行训练，并将训练结果以文件形式存储在模型管理器所管理的文件目录下，同时更新数据库中的模型版本号；当下一次用户驾车启动时，Android 客户端向模型管理器发起模型下载请求，模型管理器根据请求用户的 ID 找到文件目录下对应的模型，返回到 Android 端。

◆ 日志记录功能

模型管理器对于每一次 Socket 通信都会将整个操作流程完整地记录在运行日志当中，方便系统出现异常时的检查或者非法操作时的追踪。

3.5.3. LIBSVM 支持向量机

SVM (Support Vector Machine) 简单的说是一个分类器，并且是二类分类器。SVM 作为传统机器学习的一个非常重要的分类算法，是一种通用的前馈网络类型，最早由 Vladimir N.Vapnik 和 Alexey Ya.Chervonenkis 在 1963 年提出，目前的版本 (soft margin) 由 Corinna Cortes 和 Vapnik 在 1993 年提出，1995 年发表。深度学习出现之前 (2012 年)，SVM 被认为是机器学习中近十几年最成功表现最好的算法。

SVM 擅长小样本分类问题，在本应用中十分适合。我们采用的 LibSVM 是台湾大学林智仁 (Lin Chih-Jen) 教授等开发设计的一个简单、易于使用和快速有效的 SVM 模式识别与回归的软件包，该软件对 SVM 所涉及的参数调节相对比较少，提供了很多的默认参数，利用这些默认参数可以解决很多问题。

简单来说，SVM 的分类思想就是给定给一个包含正例和反例的样本集合，寻找一个超平面来对样本根据正例和反例进行分割，并且尽最大努力使分开的两个类别有最大间隔，这样才使得分隔具有更高的可信度，而且对于未知的新样本才有很好的分类预测能力和泛化能力。

为了寻找这样的分隔，需要找到两个和这个超平面平行和距离相等的超平面，在这两个超平面上的样本点也就是理论上离分隔超平面最近的点，是它们的存在决定了这两个超平面的位置，支撑起了分界线，它们就是所谓的支持向

量，这也正是支持向量机（SVM）名字的由来。通过这两个超平面可以自然地得到间隔的计算方法，然后只需要最大化这个间隔即可。

3.6. 基于 Web 的数据管理平台设计

3.6.1. 数据管理平台功能

- 用户信息管理
- 用户数据管理
- 向用户开放接口，采用图表的形式直观显示用户健康数据

4. 系统实现及测试

4.1 嵌入式系统实现

4.1.1. 开发人员

陆鸿

宗华

4.1.2. 编译及运行环境

- 编程语言：C & CMSIS 固件库
- 编译环境：MDK-ARM Professional (Version 5.18)
- 运行环境：基于 ARM 内核的 STM32F107VCT6 最小系统及外围拓展模块

4.1.3. 模块实现

4.1.3.1 数据采集模块

利用板上的通用输入输出端口（GPIO）连接相关传感器，并从各传感器中采集到对应的模拟量或数字量。对采集到的原始数据进行简单滤波和标度变换后，将得到的带量纲的测量值向上层模块传输。

4.1.3.1.1. 心率传感器（指尖触碰式）

利用板载的 ADC 对心率传感器的模拟量进行 A/D 转换，对得到的数字量进行滤波，最终得到稳定准确的心率数值。（单位：BPM）

GPIO 端口号	功能
PA3	配置为模拟输入
VCC	VCC
GND	GND

表 4-1-3-1 心率传感器端口映射表

函数名称	函数返回值类型	功能
ADC_Configuration	u32	配置 ADC
Read_HeartBD_Data	void	读取心率数据函数
HeartBeatAverage	void	均值滤波函数
Read_ADC1_MultiChannel	int	读入 ADC 数值

表 4-1-3-2 心率传感器函数表

4.1.3.1.2. 温度传感器（指尖触碰式）

利用温度传感器的功能函数驱动传感器，并从中读取原始温度数据。对数据进行滤波和标度变换，最终得到温度数字量。（精度：0.01 摄氏度）

GPIO 端口号	功能
PB0	温度传感器输入输出引脚
VCC	电源
GND	地线

表 4-1-3-3 温度传感器端口映射表

函数名称	函数返回值	功能
DS18B20_IO_OUT(void)	void	向传感器端口输出数据
DS18B20_IO_IN (void)	void	从传感器端口读入数据
DS18B20_Init(void)	uint8_t	初始化传感器
DS18B20_Get_Temp(void)	short	获取温度
DS18B20_Start(void)	void	传感器开始工作
DS18B20_Write_Byte(u8 dat)	u8	向传感器写入字节
DS18B20_Read_Byte(void)	u8	从传感器读出字节
DS18B20_Read_Bit(void)	u8	从传感器读出 1 位
DS18B20_Check(void)	u8	传感器数据检验函数
DS18B20_Rst(void)	void	传感器重置

表 4-1-3-4 温度传感器函数表

4.1.3.1.3. 体重传感器（压力式）

通过 GPIOD 的 6 号端口接收体重传感器的数据。在传感器初始化时，接收一次测量值作为毛重。接下来实际测量时，将测量值减去毛重，作为用户体重的真实测量值。

GPIO 端口号	功能
PD5	HC711_SCK
PD6	HX711_DOUT
VCC	电源
GND	地线

表 4-1-3-5 体重传感器端口映射表

函数名称	返回值类型	功能
HX711_Read(void)	u32	从传感器读取数据
Eliminate_Error(void)	void	去除毛重
Get_Weight(void)	void	获取体重数据

表 4-1-3-6 体重传感器函数表

4.1.3.1.4. 酒精浓度传感器（吹气式）

酒精浓度传感器利用硬件上的旋钮调节检测阈值（设定为 20mg/100ml）。通过 GPIOC 的 7 号端口可以直接读取传感器所测得的数字量。低电平表示酒精浓度高于阈值；高电平表示酒精浓度低于阈值。

GPIO 端口号	功能
PC7	数据端口
VCC	电源
GND	地线

表 4-1-3-7 酒精浓度传感器端口映射表

4.1.3.2 数据处理模块

对于获取的原始数据进行简单的滤波处理，筛选出符合先验知识与分布规律的数据；将数据进行标度变换，转换到对应的量纲；将数据封装为与 Android 客户端约定好的格式的帧。

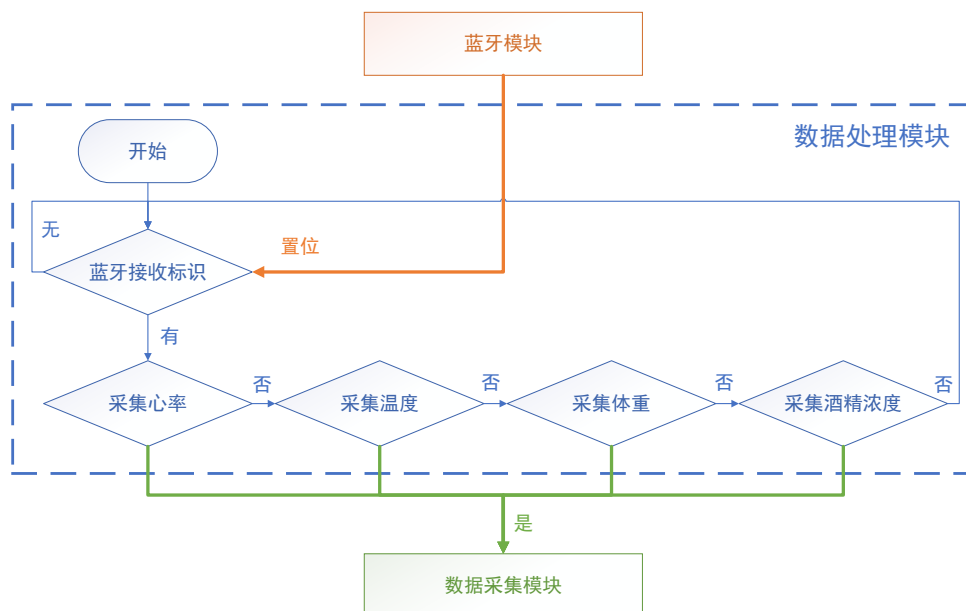


图 4-1-1 数据处理模块程序流程图

4.1.3.3 数据加密模块

利用轻量级的加密算法对通信帧进行加密。

[\(关于加密算法细节，详见安全性章节\)](#)

4.1.3.4 USART 及蓝牙通信模块

蓝牙模块连接 USART 模块，在 USART 模块中进行数据的收发处理。

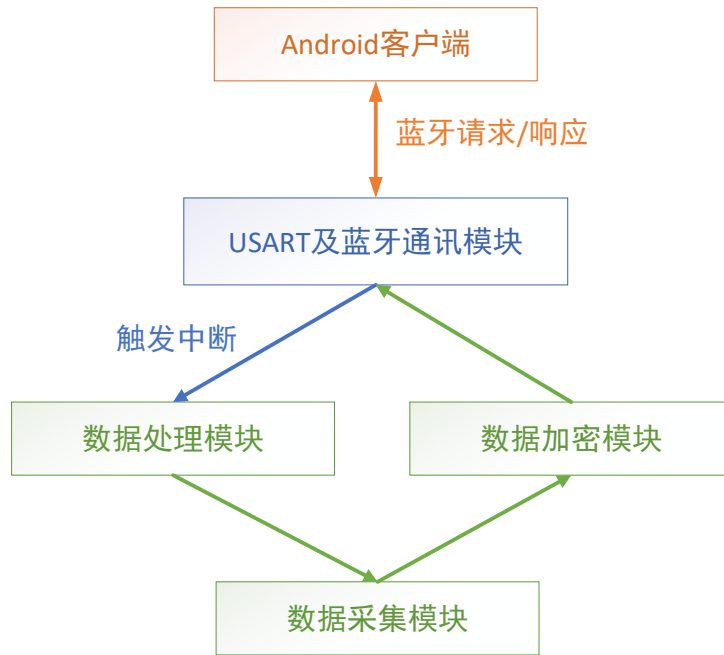


图 4-1-2 USART 及蓝牙通信模块程序流程图

接收数据时，Android 的一次请求触发了 USART 串行接口的接收中断。在中断服务函数中，调用库函数对数据进行接收。接收完毕后，根据接收到的指令判断要采集的数据，并将对应的标识位置位。在数据处理模块中，若检测到标识位则完成相应功能。

发送数据时，将加密后的蓝牙通信帧通过移位的方式循环发送。

蓝牙通信帧的格式如下：

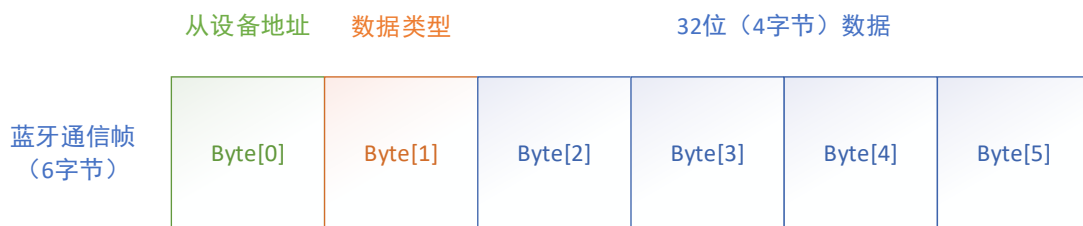



图 4-1-3 蓝牙通信帧示意图

- BYTE [0]: 从设备地址
- BYTE [1]: 采集的数据类型 (心率/温度/体重/酒精浓度)
- BYTE [2] —— BYTE [5]: 32 位数据

4.2 Android 客户端实现

4.2.1. 开发人员

 张靖棠

4.2.2. 开发及运行环境

- 编程语言
 - Android XML
 - Java
- 开发环境
 - Android Studio 3.1.2 built on April 14, 2018
 - JDK 1.8.0_162-release-1024-b02 amd64
 - Windows 10
- 运行环境
 - 最低版本: Android 4.0 (IceCreamSandwich) API 14
 - 编译版本: Android 8.0 (Oreo) API 26
 - 目标版本: Android 8.0 (Oreo) API 26

4.2.3. 界面与布局文件

界面名称	界面功能	界面布局文件
LogInActivity	用户登录	activity_log_in.xml
RegisterActivity	用户注册	activity_register.xml
CreateEMERContactActivity	添加紧急联系人信息	activity_update_emercontact.xml
UpdateEMERContactActivity	修改紧急联系人信息	activity_update_emercontact.xml
UpdateHeightActivity	修改用户身高	activity_update_height.xml
UpdateNicknameActivity	修改用户昵称	activity_update_nickname.xml
AboutActivity	与 App 有关的信息展示	activity_about.xml
FeedbackActivity	用户意见反馈界面	activity_feedback.xml
MainActivity	主界面	activity_main.xml
BodyDataFragment	主界面子模块 健康数据界面	fragment_body_data.xml
EmergencyCallFragment	主界面子模块 紧急呼叫界面	fragment_emergency_call.xml

MineSettingFragment	主界面子模块 个人信息界面	fragment_mine_setting.xml
---------------------	---------------	---------------------------

表 4-2-3-1 界面与布局文件映射表

4.2.4. 工具模块

(实现于包 cn.zjt.iot.oncar.android.Util 中)

4.2.4.1. BluetoothChatUtil.java (蓝牙通信工具类)

- ✓ 开源代码，经过我们的修改，满足该应用需求
- 启动蓝牙进行设备搜寻、配对
- 使用蓝牙接收、发送信息
- 实时监控蓝牙状态
- 蓝牙通信帧经过加密算法处理——详见安全性章节

API	简述	返回值类型
getInstance	单例模式 获取类对象	BluetoothChatUtil
registerHandler	注册蓝牙监听器	void
unregisterHandler	注销蓝牙监听器	void
connect	连接蓝牙设备	synchronized void
connected	开始维护蓝牙连接	synchronized void
disconnect	断开蓝牙连接	synchronized void
write	通过蓝牙发送字节流	void
getState	获取蓝牙状态	int
STATE_NONE	蓝牙空闲状态	int
STATE_LISTEN	蓝牙监听状态	int
STATE_CONNECTING	蓝牙正在连接状态	int
STATE_CONNECTED	蓝牙连接状态	int
STATE_CONNECT_FAILURE	蓝牙连接失败状态	int
STATE_CHANGE	蓝牙状态改变	int
MESSAGE_READ	蓝牙接收信息	int
MESSAGE_WRITE	蓝牙发送信息	int
MESSAGE_DISCONNECTED	蓝牙连接断开	int

表 4-2-4-1 蓝牙通信工具类 API 表

4.2.4.2. SecurityUtil.java (网络通信加密工具类)

- 对通过 HTTP 发送的字符串加密

- 对通过 HTTP 接收的字符串解密
- 采用对称加密算法 AES——详见安全性章节

API	简述	返回值类型
Encode	对输入的字符串加密	String
Decode	对输入的字符串解密	String

表 4-2-4-2 网络通信加密工具类 API 表

4.2.4.3. GetScreenSizeUtil.java (获取设备屏幕尺寸工具类)

- 使 UI 控件的尺寸根据设备屏幕尺寸自适应

API	简述	返回值类型
GetScreenHeight	获取屏幕高度	int
GetScreenWidth	获取屏幕宽度	int

表 4-2-4-3 获取设备屏幕尺寸工具类 API 表

4.2.4.4. CleanLeakUtil.java (销毁持有引用工具类)

- ✓ 开源代码
- 销毁输入法管理器持有的引用，防止销毁界面时产生内存泄漏

API	简述	返回值类型
fixInputMethodManagerLeak	销毁持有引用	void

表 4-2-4-4 销毁持有引用工具类 API 表

4.2.4.5. ConstArgument.java (常量定义类)

- 定义客户端内使用到的所有常量

4.2.4.6. ConstDefinition.java (服务器操作状态定义类)

- 定义了服务器操作返回的状态码

4.2.5. 本地功能模块

(实现于包 cn.zjt.iot.oncar.android.Thread.LocalThread 中)

4.2.5.1. BluetoothDiscoveryThread.java (蓝牙设备搜寻子线程)

- 每隔一段时间检查蓝牙连接状态

- 如果蓝牙处于非连接状态，则调用设备搜索函数进行设备搜寻
- 该线程一直存活，直到蓝牙处于连接状态

4.2.5.2. BluetoothConnectionCheckThread.java (蓝牙连接状态子线程)

- 每隔一段时间检查蓝牙连接状态
- 该线程一直存活，直到蓝牙处于连接状态

4.2.5.3. CollectHeartRateThread.java (心率采集子线程)

- 该线程每隔指定时间被唤醒
- 如果检测到蓝牙处于已连接状态，则通过蓝牙发送一条心率采集指令
- 嵌入式系统的蓝牙模块在收到指令后，会将一条心率记录通过蓝牙传回

4.2.5.4. CollectTemperatureThread.java (温度采集子线程)

- 该线程每隔指定时间被唤醒
- 如果检测到蓝牙处于已连接状态，则通过蓝牙发送一条温度采集指令
- 嵌入式系统的蓝牙模块在收到指令后，会将一条温度记录通过蓝牙传回

4.2.5.5. CollectWeightThread.java (体重采集子线程)

- 如果检测到蓝牙处于已连接状态，则通过蓝牙发送一条体重采集指令
- 嵌入式系统的蓝牙模块在收到指令后，会将一条体重数据通过蓝牙传回
- 该线程存活直至一条体重数据被 Android 成功接收

4.2.5.6. CollectAlcoholThread.java (酒精浓度采集子线程)

- 如果检测到蓝牙处于已连接状态，则发送一条酒精浓度采集指令
- 嵌入式系统的蓝牙模块在收到指令后，将一条酒精浓度数据通过传回
- 该线程存活直至一条酒精浓度数据被 Android 成功接收

4.2.5.7. AnalyseHeartRateThread.java (心率数据分析子线程)

- 调用 LibSVM 分类器，对一组心率数据进行分析

4.2.5.8. AnalyseTemperatureThread.java (温度数据分析子线程)

- 调用 LibSVM 分类器，对一组温度数据进行分析

4.2.5.9. HeartRateDisplayThread.java (心率动画显示子线程)

- 根据传入的心率数值，改变心率显示动画的休眠周期
- 使主线程的心率动画与心率数值同步

4.2.5.10. svm_predict.java (LibSVM 分类器 数据分析模块)

- ✓ 开源代码
- 从 Android 设备的文件系统中读取模型文件
- 使用模型中的参数和支持向量 (Support Vector) 对输入数据进行分析
- 返回分析结果

4.2.6. 网络功能模块

(实现于包 cn.zjt.iot.oncar.android.Thread.NetThread 中)

4.2.6.1. LogInThread.java (用户登录子线程)

- 功能：提交用户名和密码，完成登录功能
- 访问目标：LogInServlet
- 访问方式：HTTP POST

JSON 键	数据类型	简述
username	String	用户名
password	String	密码

表 4-2-6-1 用户登录子线程数据包格式表

4.2.6.2. RegisterThread.java (用户注册子线程)

- 功能：提交用户注册信息，完成注册功能
- 访问目标：CreateUserServlet
- 访问方式：HTTP POST

JSON 键	数据类型	简述
username	String	用户名
password	String	密码
nickname	String	用户昵称
EMERcontact_1	String	1 号紧急联系人 (可选)
EMERcontact_2	String	2 号紧急联系人 (可选)
height	int	用户身高 (可选)

表 4-2-6-2 用户注册子线程数据包格式表

4.2.6.3. UpdateNicknameThread.java (修改用户昵称子线程)

- 功能：提交修改后的用户昵称
- 访问目标：UpdateNicknameServlet
- 访问方式：HTTP POST

JSON 键	数据类型	简述
id	int	用户 ID
nickname	String	修改后的用户昵称

表 4-2-6-3 修改用户昵称子线程数据包格式表

4.2.6.4. UpdateHeightThread.java (修改用户身高子线程)

- 功能：提交修改后的用户身高
- 访问目标：UpdateHeightServlet
- 访问方式：HTTP POST

JSON 键	数据类型	简述
id	int	用户 ID
height	int	修改后的用户身高

表 4-2-6-4 修改用户身高子线程数据包格式表

4.2.6.5. UpdateEMERContact1Thread.java (修改 1 号联系人子线程)

- 功能：提交修改后的 1 号紧急联系人的联系方式
- 访问目标：UpdateContact1Servlet
- 访问方式：HTTP POST

JSON 键	数据类型	简述
--------	------	----

id	int	用户 ID
EMERcontact_1	String	修改后的 1 号紧急联系人

表 4-2-6-5 修改 1 号联系人子线程数据包格式表

4.2.6.6. UpdateEMERContact2Thread.java (修改 2 号联系人子线程)

- 功能：提交修改后的 2 号紧急联系人的联系方式
- 访问目标：UpdateContact2Servlet
- 访问方式：HTTP POST

JSON 键	数据类型	简述
id	int	用户 ID
EMERcontact_1	String	修改后的 2 号紧急联系人

表 4-2-6-6 修改 2 号联系人子线程数据包格式表

4.2.6.7. UploadHeartRateThread.java (上传心率数据子线程)

- 功能：上传采集并分析完毕的心率数据，写入服务器数据库中
- 访问目标：InsertHeartRateServlet
- 访问方式：HTTP POST

JSON 键	数据类型	简述
id	int	用户 ID
heartrate	String	格式化后的心率数据

表 4-2-6-7 上传心率数据子线程数据包格式表

4.2.6.8. UploadTemperatureThread.java (上传温度数据子线程)

- 功能：上传采集并分析完毕的温度数据，写入服务器数据库中
- 访问目标：InsertTemperatureServlet
- 访问方式：HTTP POST

JSON 键	数据类型	简述
id	int	用户 ID
temperature	float	格式化后的温度数据

表 4-2-6-8 上传温度数据子线程数据包格式表

4.2.6.9. UploadWeightThread.java (上传体重数据子线程)

- 功能：上传采集的体重数据，写入服务器数据库中
- 访问目标：InsertWeightServlet
- 访问方式：HTTP POST

JSON 键	数据类型	简述
id	int	用户 ID
weight	float	经过单位转换的体重数据

表 4-2-6-9 上传体重数据子线程数据包格式表

4.2.6.10.DownloadHeartRateModelThread.java（下载心率模型子线程）

- 功能：下载最新版本的心率模型，并保存到设备的文件系统中
(若网络状态差，则间隔一段时间后重新请求下载，直至模型下载完成)
- 访问目标：DownloadHeartRateModelServlet
- 访问方式：HTTP GET（附加参数：用户 ID）

4.2.6.11.DownloadTemperatureModelThread.java（下载温度模型子线程）

- 功能：下载最新版本的温度模型，并保存到设备的文件系统中
(若网络状态差，则间隔一段时间后重新请求下载，直至模型下载完成)
- 访问目标：DownloadTemperatureModelServlet
- 访问方式：HTTP GET（附加参数：用户 ID）

4.2.6.12.TrainHeartRateModelThread.java（训练心率模型子线程）

- 功能：向模型管理器发送指令，要求其对用户心率模型进行训练
- 访问目标：TrainHeartRateModelServlet
- 访问方式：HTTP GET（附加参数：用户 ID）

4.2.6.13.TrainTemperatureModelThread.java（训练温度模型子线程）

- 功能：向模型管理器发送指令，要求其对用户温度模型进行训练
- 访问目标：TrainTemperatureModelServlet

- 访问方式：HTTP GET（附加参数：用户 ID）

4.2.7. 界面模块

（实现于包 cn.zjt.iot.oncar.android.Activity 中）

4.2.7.1. LoginActivity.java（用户登录界面）

- 界面左侧为 Android 客户端的 LOGO
- 界面右上侧有两个输入框，用于输入用户名和密码
- 界面右下侧的三个按钮分别可以进入注册界面、进入主界面和退出应用



图 4-2-1 用户登录界面

函数列表	类型	功能
onCreate	方法（重写）	创建并显示界面
onDestroy	方法（重写）	销毁界面并回收内存
InitViews	方法	初始化界面中的控件
OpenBluetooth	方法	询问用户是否开启蓝牙
SetButtonEvents	方法	设置按钮监听器
LogInHandler	Handler	设置登录状态监听器

表 4-2-7-1 用户登录界面函数表

4.2.7.2. RegisterActivity.java（用户注册界面）

- 界面顶部工具条的两个按钮，分别用于返回上一级和提交注册信息
- 滑动界面部分有六个输入框，用于填写注册信息



图 4-2-2 用户注册界面

函数列表	类型	功能
onCreate	方法（重写）	创建并显示界面
onDestroy	方法（重写）	销毁界面并回收内存
InitViews	方法	初始化界面中的控件
ButtonEvents	方法	设置按钮监听器
RegisterHandler	Handler	设置注册状态监听器

表 4-2-7-2 用户注册界面函数表

4.2.7.3. CreateEMERContactActivity.java（添加紧急联系人界面）

- 界面顶部工具条有两个按钮，分别用于返回上一级和提交注册信息
- 界面下侧有一个输入框，用于填写紧急联系人的联系方式

函数列表	类型	功能
onCreate	方法（重写）	创建并显示界面
onDestroy	方法（重写）	销毁界面并回收内存
InitViews	方法	初始化界面中的控件
SetButtonEvents	方法	设置按钮监听器
UpdateContactHandler	Handler	设置创建联系人状态监听器

表 4-2-7-3 添加紧急联系人界面函数表

4.2.7.4. UpdateEMERContactActivity.java（修改紧急联系人界面）

- 界面顶部工具条有两个按钮，分别用于返回上一级和提交注册信息
- 界面下侧有一个输入框，用于填写紧急联系人的联系方式

- 输入框中默认显示目前正在修改的紧急联系人的联系方式



图 4-2-3 修改紧急联系人界面

函数列表	类型	功能
onCreate	方法（重写）	创建并显示界面
onDestroy	方法（重写）	销毁界面并回收内存
InitViews	方法	初始化界面中的控件
SetButtonEvents	方法	设置按钮监听器
UpdateContactHandler	Handler	设置更新联系人状态监听器

表 4-2-7-4 修改紧急联系人界面函数表

4.2.7.5. UpdateHeightActivity.java（修改用户身高界面）

- 界面顶部工具条有两个按钮，分别用于返回上一级和提交注册信息
- 界面下侧有一个身高选择器，用于选择用户的身高数值（单位：厘米）
- 身高选择器默认选择用户的当前身高



图 4-2-4 修改用户身高界面

函数列表	类型	功能
onCreate	方法（重写）	创建并显示界面
onDestroy	方法（重写）	销毁界面并回收内存
InitViews	方法	初始化界面中的控件
InitNumberPicker	方法	初始化身高选择器
SetButtonsEvents	方法	设置按钮监听器
UpdateHeightHandler	Handler	设置更新身高状态监听器

表 4-2-7-5 修改用户身高界面函数表

4.2.7.6. UpdyateNicknameActivity.java（修改用户昵称界面）

- 界面顶部工具条有两个按钮，分别用于返回上一级和提交注册信息
- 界面下侧有一个输入框，用于填写用户的新昵称
- 输入框中默认显示用户目前的昵称



图 4-2-5 修改用户昵称界面

函数列表	类型	功能
onCreate	方法（重写）	创建并显示界面
onDestroy	方法（重写）	销毁界面并回收内存
InitViews	方法	初始化界面中的控件
InitializeEditText	方法	初始化昵称输入框
SetButtonEvents	方法	设置按钮监听器
UpdateNickNameHandler	Handler	设置更新昵称状态监听器

表 4-2-7-6 修改用户昵称界面函数表

4.2.7.7. AboutActivity.java (“关于”界面)

- 界面顶部工具条有一个按钮，用于返回上一级
- 滑动界面部分显示本应用相关的开发信息

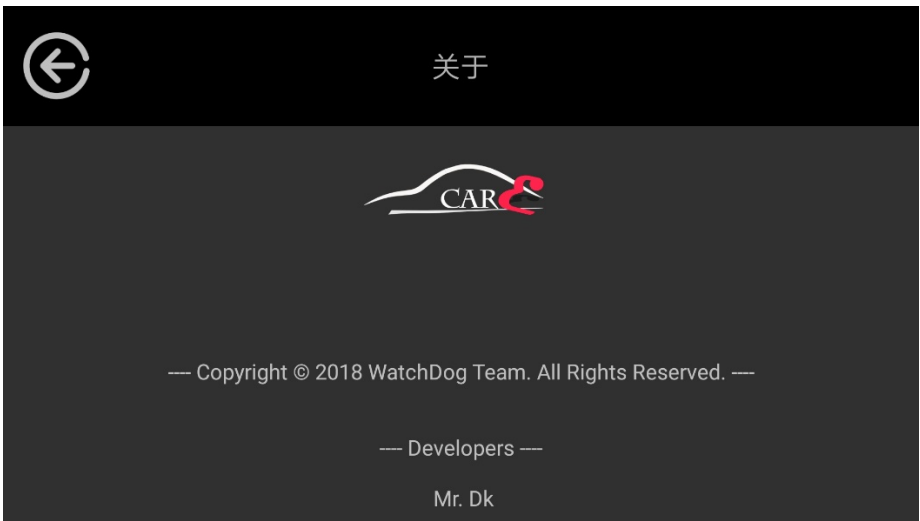


图 4-2-6 “关于”界面

函数列表	类型	功能
onCreate	方法（重写）	创建并显示界面
onDestroy	方法（重写）	销毁界面并回收内存
FindViews	方法	初始化界面中的控件
SetButtonEvent	方法	设置按钮监听器

表 4-2-7-7 “关于”界面函数表

4.2.7.8. FeedbackActivity.java（用户反馈界面）

- 界面顶部工具条有一个按钮，用于返回上一级
- 滑动界面部分显示用户反馈方式

函数列表	类型	功能
onCreate	方法（重写）	创建并显示界面
onDestroy	方法（重写）	销毁界面并回收内存
FindViews	方法	初始化界面中的控件
SetButtonEvent	方法	设置按钮监听器

表 4-2-7-8 用户反馈界面函数表

4.2.7.9. MainActivity.java（主界面）

- 界面顶部为状态条，从右到左依次为：
电池电量、蓝牙连接状态、体检状态
- 界面中部为可滑动的子界面容器，
内含身体数据、紧急呼叫、个人信息子界面
- 界面底部为三个子界面的切换按钮，可点击按钮代替滑动切换子界面

函数列表	类型	功能
onCreate	方法（重写）	创建并显示界面
onDestroy	方法（重写）	销毁界面并回收内存
onActivityResult	方法（重写）	从其余界面返回时的回调函数
InitViews	方法	初始化界面中的控件
InitTTS	方法	初始化语音播报模块
InitIntentFilter	方法	初始化系统广播过滤器
InitBluetooth	方法	初始化蓝牙通信模块
GenerateTopBar	方法	生成主界面顶部的工具条

GeneteViewPager	方法	生成主界面中部的三个子模块
GeneteButtonList	方法	生成主界面底部的子模块切换按钮
SelectBodyDataFragment	方法	身体数据子模块按钮的点击事件
SelectEmergencyCallFragment	方法	紧急呼叫子模块按钮的点击事件
SelectMineSettingFragment	方法	个人信息子模块按钮的点击事件
broadcastReceiver	BroadcastReceiver	系统广播收听器

表 4-2-7-9 主界面函数表

(主界面子模块 实现于 包 cn.zjt.iot.oncar.android.Fragment 中)

4.2.7.10. BodyDateFragment.java (主界面 – 身体数据子界面)

- 子界面中有四个小窗口，分别显示心率、温度、体重、酒精浓度
- 该界面维护以上四项健康数据的采集子线程、分析子线程、上传子线程
- 该界面维护心率、温度的模型下载子线程与模型训练子线程
- 该界面维护心率显示动画子线程
- 该界面维护顶部工具栏中的蓝牙连接状态图标和体检状态图标
- 该界面实现顶部工具栏中的上车体检流程

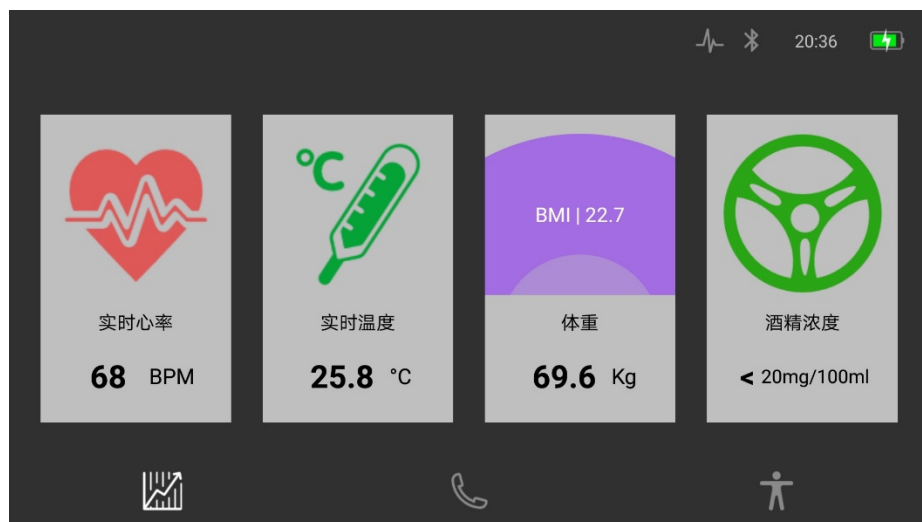


图 4-2-7-1 身体数据子界面 (1)



图 4-2-7-2 身体数据子界面（2）

函数列表	类型	功能
onCreateView	方法（重写）	创建并显示界面
onDestroyView	方法（重写）	销毁界面并回收内存
onActivityResult	方法（重写）	从其余界面返回时的回调函数
setSpeechSynthesizer	方法	设置主界面传来的语音播报对象
setUser	方法	设置主界面传来的用户原型对象
setBluetoothChatUtil	方法	设置主界面传来的蓝牙通信对象
RegisterBluetoothHandler	方法	注册蓝牙通信监听器
InitView	方法	初始化界面上的控件
InitHeartRateViewAnimation	方法	初始化心率显示动画
InitWorkingThreads	方法	初始化所有工作子线程
StartBodyTest	方法	开始体检流程
StartRealTimeCollection	方法	启动实时数据采集子线程
DealWithHeartRate	方法	处理采集到的心率
DealWithTemperature	方法	处理采集到的温度
DealWithWeight	方法	处理采集到的体重
DealWithAlcohol	方法	处理采集到的酒精浓度
SetBMI	方法	根据身高、体重计算 BMI 指数
checkBluetoothStateHandler	Handler	蓝牙状态监听器
blueToothHandler	Handler	蓝牙通信监听器
heartRateDisplayHandler	Handler	心率动画监听器
UploadHeartRateHandler	Handler	心率上传监听器
UploadTemperatureHandler	Handler	温度上传监听器
UploadWeightHandler	Handler	体重上传监听器
AnalyseHeartRateHandler	Handler	心率分析监听器

表 4-2-7-10 身体数据子界面函数表

4.2.7.11. EmergencyCallFragment.java（主界面 – 紧急呼叫子界面）

- 该界面左半部分为紧急呼叫菜单栏，点击其中某一条目即可拨打电话
- 用户可点击添加条目添加紧急联系人，或长按条目修改紧急联系人
- 该界面右半部分为拨号键盘，可以输入电话号码后直接启动拨号

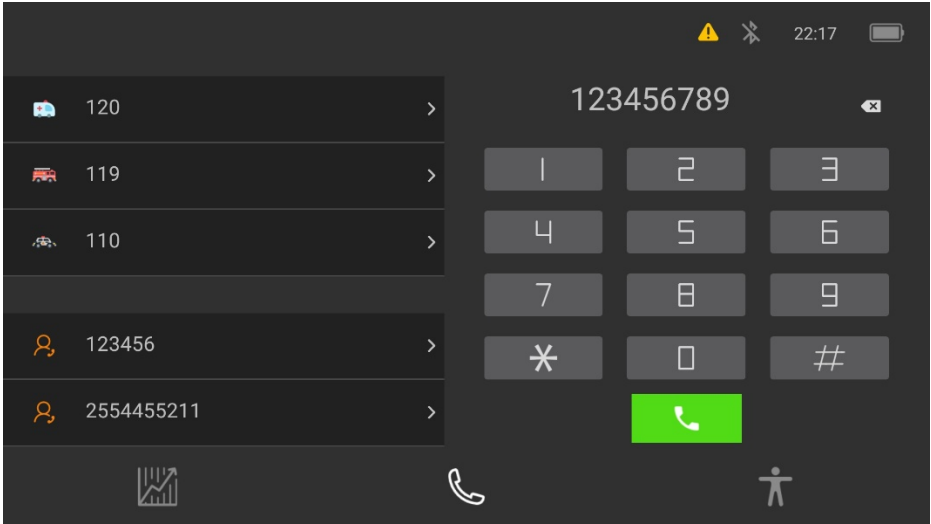


图 4-2-8 紧急呼叫子界面

函数列表	类型	功能
onCreateView	方法（重写）	创建并显示界面
onDestroyView	方法（重写）	销毁界面并回收内存
onActivityResult	方法（重写）	从其余界面返回时的回调函数
setUser	方法	设置主界面传来的用户原型对象
InitViews	方法	初始化界面中的控件
InitializeSOSListView	方法	初始化 SOS 呼叫列表
InitializeEMERListView	方法	初始化紧急联系人列表
DataIntoListView	方法	将数据加入列表
PhoneNumberListeners	方法	拨号键盘监听器
ListViewListeners	方法	列表点击监听器

表 4-2-7-11 紧急呼叫子界面函数表

4.2.7.12. MineSettingFragment.java（主界面 – 个人信息子界面）

- 该界面右上侧的菜单栏可进入用户信息修改界面以及 APP 相关的界面
- 该界面右下侧的菜单栏可注销（切换）账号



图 4-2-9 个人信息子界面

函数列表	类型	功能
onCreateView	方法（重写）	创建并显示界面
onDestroyView	方法（重写）	销毁界面并回收内存
onActivityResult	方法（重写）	从其余界面返回时的回调函数
setUser	方法	设置主界面传来的用户原型对象
InitView	方法	初始化界面中的控件
InitListViewMenu	方法	初始化菜单列表
InitListViewLogOut	方法	初始化注销列表
SetOnItemClickListener	方法	设置列表中每一项的监听器

表 4-2-7-12 个人信息子界面函数表

4.2.8. 开源代码使用说明

4.2.8.1. 蓝牙通信工具类

✓ 来源：CSDN

4.2.8.2. 销毁持有引用工具类

✓ 来源：CSDN

<https://blog.csdn.net/qq402164452/article/details/54378688>

4.2.8.3. LibSVM 分类器 数据分析模块

✓ 来源：<https://www.csie.ntu.edu.tw/~cjlin/libsvm/>

4.2.8.4. 科大讯飞 TTS 语音播报接口

✓ 来源: http://www.xfyun.cn/services/online_tts

4.3 Tomcat HTTP 服务器实现

4.3.1. 开发人员

张靖棠

4.3.2. 开发及运行环境

- 编程语言: Java
- OS: Windows Server 2016
- JDK 1.8_162
- Tomcat 8.5.24
- Eclipse Oxygen April 2018

4.3.3. 模块详细功能及实现

4.3.3.1. 原型模块 (JavaBean)

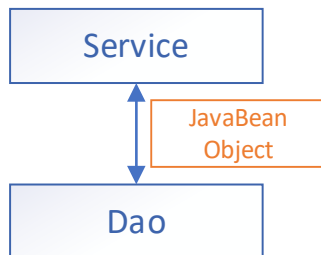


图 4-3-1 原型模块示意图

(实现于包 `cn.zjt.iot.oncar.server.bean` 中)

功能:

- 对数据库的各表的字段进行抽象和封装, 形成原型类
- 每一个类属性均有 `public` 的 `Get` 和 `Set` 方法
- 原型类的对象将作为上层函数传递数据的基本单位

4.3.3.1.1. User.java (用户原型类)

属性	数据类型	解释
User_id	int	用户 ID
User_name	String	用户名
User_nickname	String	用户昵称
User_password	String	用户密码
User_EMERcontact_1	String	1 号紧急联系人
User_EMERcontact_2	String	2 号紧急联系人
User_height	int	用户身高
User_model_version	int	模型版本号

表 4-3-3-1-1 用户原型类属性表

4.3.3.1.2. HeartRateGroup.java (心率记录原型类)

属性	数据类型	解释
HeartRate_time	long	心率记录时间
HeartRate_record	String	心率记录

表 4-3-3-1-2 心率记录原型类属性表

4.3.3.1.3. Temperature.java (温度记录原型类)

属性	数据类型	解释
Temperature_time	long	温度记录时间
Temperature_value	String	温度记录

表 4-3-3-1-3 温度记录原型类属性表

4.3.3.1.4. Weight.java (体重记录原型类)

属性	数据类型	解释
Weight_time	long	体重记录时间
Weight_value	float	体重记录

表 4-3-3-1-4 体重记录原型类属性表

4.3.3.2. 数据访问模块 (Data Access Object)

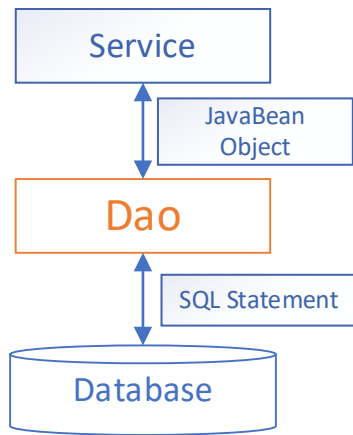


图 4-3-2 数据访问模块示意图

(实现于包 cn.zjt.iot.oncar.server.dao 中)

功能：

- 对数据库中各表的增、删、改、查的操作的 SQL 语句进行封装
- 向 Service 层提供公共 API 操作数据库

4.3.3.2.1. UserDao.java (用户数据操纵类)

函数名	返回值数据类型	功能
QueryAllUser	List<User>	返回所有用户
QueryUserByID	User	根据用户 ID 查询用户
QueryUserByUsername	User	根据用户名查询用户 (登录)
CreateUser	User	创建用户记录 (注册) 同时创建该用户的心率记录表、 温度记录表、体重记录表
RemoveUser	User	删除用户记录、 同时删除该用户的心率记录表、 温度记录表、体重记录表
UpdateUserByID	User	更新用户所有字段
UpdateUserNickNameByID	User	更改用户昵称
UpdateUserPasswordByID	User	更改用户密码
UpdateUserHeightByID	User	更改用户身高
UpdateUser_EMERcontact1_ByID	User	更改 1 号紧急联系人
UpdateUser_EMERcontact2_ByID	User	更改 2 号紧急联系人

表 4-3-3-2-1 用户数据操纵类函数表

4.3.3.2.2. HeartRateDao.java (心率记录数据操纵类)

函数名	返回值数据类型	功能
-----	---------	----

HeartRateDao	构造函数	传入用户 ID
QueryAllHeartRate	List<HeartRateGroup>	查询所有心率记录
InsertHeartRate	boolean	插入一条心率记录
ClearAllHeartRate	boolean	清空所有心率记录

表 4-3-3-2-2 心率记录数据操纵类函数表

4.3.3.2.3. TemperatureDao.java (温度记录数据操纵类)

函数名	返回值数据类型	功能
TemperatureDao	构造函数	传入用户 ID
QueryAllTemperature	List<Temperature>	查询所有温度记录
InsertTemperature	boolean	插入一条温度记录
ClearAllTemperature	boolean	清空所有温度记录

表 4-3-3-2-3 温度记录数据操纵类函数表

4.3.3.2.4. WeightDao.java (体重记录数据操纵类)

函数名	返回值数据类型	功能
WeightDao	构造函数	传入用户 ID
QueryAllWeight	List<Weight>	查询所有体重记录
InsertWeight	boolean	插入一条体重记录
ClearAllWeight	boolean	清空所有体重记录

表 4-3-3-2-4 体重记录数据操纵类函数表

4.3.3.3. 服务模块 (Service)

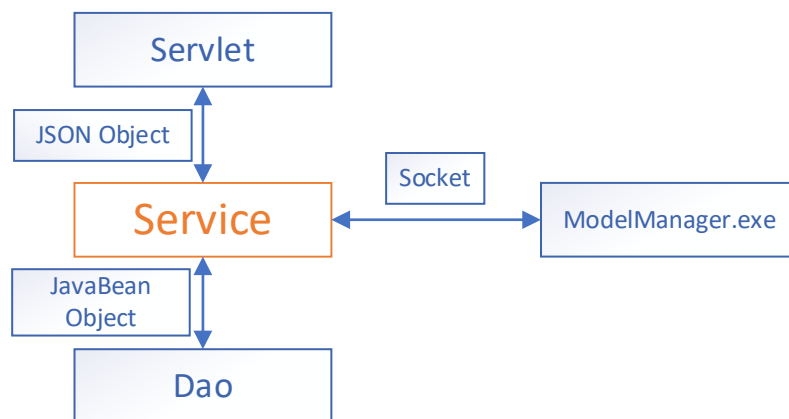


图 4-3-3 服务模块示意图

(实现于 包 cn.zjt.iot.oncar.server.service 中)

功能：

- 解析 Servlet 层接收到的 JSON 对象
 - 调用 Dao 层的 API，对数据库进行操作
 - 与模型管理器建立一个本地的 Socket 连接，对模型管理器进行操作
- 向 Servlet 层返回带有业务逻辑结果的 JSON 对象

4.3.3.3.1. UserService.java（用户业务类）

函数名	数据来源	功能
CreateUserService	数据库	用户注册
LogInService	数据库	用户登录
UpdateUserHeightService	数据库	更改用户身高
UpdateUserNickNameService	数据库	更改用户昵称
UpdateUserPasswordService	数据库	更改用户密码
UpdateUser_EMERcontact_1_Service	数据库	更改 1 号紧急联系人
UpdateUser_EMERcontact_2_Service	数据库	更改 2 号紧急联系人

表 4-3-3-3-1 用户业务类函数表

4.3.3.3.2. HeartRateService.java（心率记录业务类）

函数名	数据来源	功能
InsertHeartRateService	数据库	插入心率记录
ClearHeartRateService	数据库	清空心率记录
TrainHeartRateModelService	模型管理器	训练心率模型
DownloadHeartRateModelService	模型管理器	下载心率模型

表 4-3-3-3-2 心率记录业务类函数表

4.3.3.3.3. TemperatureService.java（温度记录业务类）

函数名	数据来源	功能
InsertTemperatureService	数据库	插入温度记录
ClearTemperatureService	数据库	清空温度记录
TrainTemperatureModelService	模型管理器	训练温度模型
DownloadTemperatureModelService	模型管理器	下载温度模型

表 4-3-3-3-3 温度记录业务类函数表

4.3.3.3.4. WeightService.java（体重记录业务类）

函数名	数据来源	功能
InsertWeightService	数据库	插入体重记录

ClearWeightService	数据库	清空体重记录
--------------------	-----	--------

表 4-3-3-3-4 体重记录业务类函数表

4.3.3.4. Servlet 模块

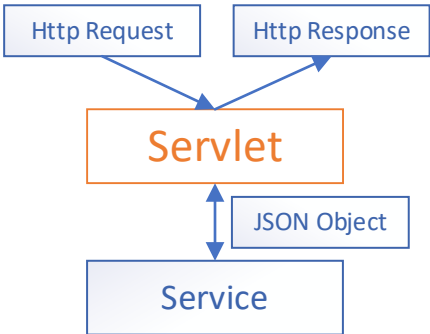


图 4-3-4 Servlet 模块示意图

(实现于 包 cn.zjt.iot.oncar.server.servlet 中)

功能：

- 处理 HTTP 的请求与响应
- 调用 Service 层的 API 实现具体的业务逻辑

Servlet	请求方式	服务来源	功能
CreateUserServlet	HTTP Post	UserService	用户注册
LogInServlet	HTTP Post	UserService	用户登录
UpdateHeightServlet	HTTP Post	UserService	更改用户身高
UpdateNicknameServlet	HTTP Post	UserService	更改用户昵称
UpdateContact1Servlet	HTTP Post	UserService	更改 1 号紧急联系人
UpdateContact2Servlet	HTTP Post	UserService	更改 2 号紧急联系人
InsertHeartRateServlet	HTTP Post	HeartRateService	插入心率记录
DownloadHeartRateModelServlet	HTTP Get	HeartRateService	下载心率模型
TrainHeartRateModelServlet	HTTP Get	HeartRateService	训练心率模型
InsertTemperatureServlet	HTTP Post	TemperatureService	插入温度记录
DownloadTemperatureServlet	HTTP Get	TemperatureService	下载温度模型
TrainTemperatureServlet	HTTP Get	TemperatureService	训练温度模型
InsertWeightServlet	HTTP Post	WeightService	插入体重记录

表 4-3-3-4 Servlet 表

4.3.3.5. 工具模块 (Utility)

(实现于 包 `cn.zjt.iot.oncar.server.util` 中)

4.3.3.5.1. DatabaseUtil.java (数据库连接封装类)

- 封装了数据库连接函数，用于在 Dao 中直接调用
- 定义数据库操作发生异常时的不同状态码，用于返回操作异常

4.3.3.5.2. SecurityUtil.java (数据加解密封装类)

- 封装了 AES 加解密算法的函数，在网络通信前后直接调用

[\(详见“安全性”章节\)](#)

4.3.3.5.3. ConstDefinition.java (全局常量定义类)

- 定义了服务器地址、端口号、超时时间、模型操作命令等常量

4.4 数据库实现

4.4.1. 版本及运行环境

- Windows Server 2016
- Microsoft SQL Server 2016

4.4.2. 表定义与说明

4.4.2.1. oncar_user (用户表)

- 存储用户的基本信息

列名	数据类型	约束	解释
id	int	主键、自增长、非空	ID
username	varchar(16)	非空	用户名 (登录)
password	varchar(32)	加密、非空	密码
nickname	varchar(32)	非空	昵称 (语音播报称呼)
EMERcontact_1	varchar(16)	/	1 号紧急联系人联系方式
EMERcontact_2	varchar(16)	/	2 号紧急联系人联系方式
height	int	/	身高
model_version	int	非空	最新数据模型版本

表 4-4-2-1 用户表

4.4.2.2. heart_rate_id (心率记录表, id 为任意用户编号)

- 存储编号为 id 的用户的心率记录

列名	数据类型	约束	解释
id	bigint	主键	插入记录时的服务器时间
heartrate	varchar(64)	非空	格式化的心率记录

表 4-4-2-2 心率记录表

4.4.2.3. temperature_id (温度记录表, id 为任意用户编号)

- 存储编号为 id 的用户的温度记录

列名	数据类型	约束	解释
id	bigint	主键	插入记录时的服务器时间
temperature	float	非空	格式化的温度记录

表 4-4-2-3 温度记录表

4.4.2.4. weight_id (体重记录表, id 为任意用户标号)

- 存储编号为 id 的用户的体重记录

列名	数据类型	约束	解释
id	bigint	主键	插入记录时的服务器时间
weight	float	非空	格式化的体重记录

表 4-4-2-4 体重记录表

4.5 模型管理器 (ModelManager) 实现

4.5.1. 开发人员

- 宗华

4.5.2. 开发及运行环境

- 编程语言: C/C++
- Visual Studio 2017
- x86 平台

4.5.3. 模块实现

4.5.3.1. Socket 通信模块

- 响应 Tomcat 的并发 Socket 请求
- 多线程的请求响应

主线程负责监听来自 Tomcat 的 Socket 请求。请求到达时，主线程立刻设置好参数创建子线程，然后重新回到监听状态，响应效率高。

在子线程中，通过 Socket 解析数据包，并决定启动模型训练模块或模型下载模块。运行结束后，向 Tomcat 返回应答或模型文件，并关闭 Socket。

4.5.3.2. 模型训练模块

当子线程解析的数据包为模型训练请求时，先根据数据包中的用户信息，到数据库中查询对应用户是否为**第一次**模型训练请求。由于用户的第一次训练只有正样本，需要通过模拟一定量的负样本来加强 SVM 的准确性。

若数据库中 oncar_user 表中的模型版本号（model_version）字段为 0，则说明用户第一次进行模型请求训练。根据已有的正样本数据，加入正负偏置，模拟得到一定量的负样本数据。

将待训练的数据写入指定文件夹，然后启动 svm_train.exe。该程序会自动将数据导入进行训练，并将训练结果模型输出到指定的文件中。子线程等待该程序结束后，更新数据库相应用户的模型版本字段。

4.5.3.3. 模型下载模块

当子线程解析的数据包为模型下载请求时，根据用户信息，在文件系统中找到对应的模型，通过 Socket 以字节流的方式返回给 Tomcat。

4.5.3.4. 日志记录模块

从模型管理器主线程启动开始，日志便开始记录。从监听到 Socket 请求、处理、结束，都会有对应的信息写入日志文件中；对于执行过程中出现的异常（数据库查询错误、文件操作错误等），也会记录在日志文件中。这

些记录可以方便在模型管理器进程出现故障时进行检查，出现非法访问时进行追踪。

4.5.4. 模块实现

4.5.4.1. 函数列表

函数列表	参数类型	简述
Server_Thread	LPVOID	解析参数 lpParam、接收数据包、分配任务
Model_Ret	LPVOID	读取模型、通过 Socket 返回模型
Model_Train	LPVOID	从数据库读取数据、训练模型
SetTrainData	LPVOID	为初始用户建立模拟数据

表 4-5-4-1 模块函数列表

4.5.4.2. Class DataBase （数据库操作类）

类成员变量	变量类型
OnCar	vector<oncar>
HeartRate	vector<heartrate>
Weight	vector<weight>
Temperature	vector<temperature>
strConnect	_bstr_t
Version	int

表 4-5-4-2-1 数据库操作类 类成员变量表

类成员函数	参数	参数类型	函数描述
DataBase	StrConnect	_bstr_t	构造函数 初始化 strConnect
~DataBase	/	/	析构函数
DB_Select_UserInfo	bstrSQL	_bstr_t	查询用户信息
DB_Select_TempInfo	bstrSQL	_bstr_t	查询温度数据
DB_Select_HeartInfo	bstrSQL	_bstr_t	查询心跳数据
DB_Select_WeightInfo	bstrSQL	_bstr_t	查询体重数据
DB_Select_Version	bstrSQL	_bstr_t	查询模型版本号
DB_Update	bstrSQL	_bstr_t	更新数据
DB_Delete	bstrSQL	_bstr_t	删除数据
DB_Insert	bstrSQL	_bstr_t	插入数据
DB_NewTable	bstrSQL	_bstr_t	新建表
DB_DeleteTable	bstrSQL	_bstr_t	删除表
DB_ReturnOnCar	/	/	返回成员变量 OnCar

DB_ReturnTemp	/	/	返回成员变量 Temperature
DB_ReturnHeartRate	/	/	返回成员变量 Heartrate
DB_ReturnWeight	/	/	返回成员变量 Weight
DB_ReturnVersion	/	/	返回成员变量 Version

表 4-5-4-2-2 数据库操作类 类成员函数表

4.5.4.3. Class sClient (Socket 操作基础类)

类成员变量	变量类型
sclient	SOCKET

表 4-5-4-3-1 Socket 操作基础类 类成员变量表

类成员函数	参数 1	参数 类型 1	参数 2	参数 类型 2	函数描述
sClient	/	/	/	/	构造函数
~sClient	/	/	/	/	析构函数
WDrecv	recvbuf	string *	recv_size	int	从 Tomcat 接收数据
WDsend	sendbuf	const char *	send_size	int	发送数据到 Tomcat
WDclose	/	/	/	/	关闭 Socket 通信
WDassign	client	SOCKET	/	/	给成员变量 sclient 赋值
WDvalid	/	/	/	/	返回 成员变量 sclient

表 4-5-4-3-2 Socket 操作基础类 类成员函数表

4.5.4.4. Class WDSocket (Socket 操作继承类)

类成员变量	变量类型
server_port	int
sockfd	SOCKET
server_addr	SOCKADDR_IN
client_addr	SOCKADDR_IN

表 4-5-4-4-1 Socket 操作继承类 类成员变量表

类成员函数	参数	参数类型	函数描述
WDSocket	/	/	默认构造函数
WDSocket	port	int	带端口号的构造函数
~WDSocket	/	/	析构函数
WDsa_init	/	/	网络环境初始化
WDsocket	/	/	初始化 Socket
WDbind	/	/	绑定 Socket
WDlisten	listen_size	int	监听端口
WDaccept	/	/	接收 Socket 连接
WDgetclient	/	/	获取连接的客户端信息
WDgetfd	/	/	获取成员变量 sockfd

表 4-5-4-4-2 Socket 操作继承类 类成员函数表


4.5.5. 开源代码使用说明

4.5.5.1. svm_train.exe (LibSVM 分类器 模型训练模块)

✓ 来源: <https://www.csie.ntu.edu.tw/~cjlin/libsvm/>

4.6 数据管理平台实现

4.6.1. 开发人员

 陆鸿

4.6.2. 开发及运行环境

- 编程语言: C#
- Visual Studio 2017
- .NET & 浏览器

4.6.3. 主要页面与功能

4.6.3.1. 登录页面

- 通过固定分配的账号与密码登录管理平台, 若错误则登录失败

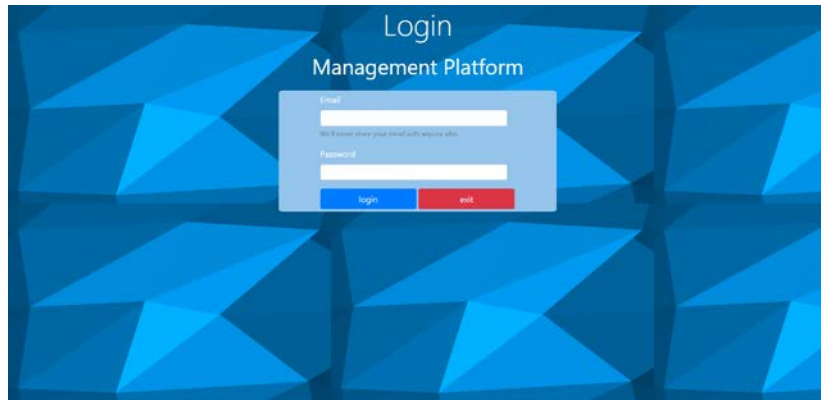


图 4-6-1 登录页面

4.6.3.2. 用户信息管理页面

- 向管理员提供删除用户与查看用户健康数据的权限
- 如果一个用户的活跃度小于设定阈值，那么管理员有权限删除用户
- 界面左侧提供显示全部用户和按条件查询用户两种方式

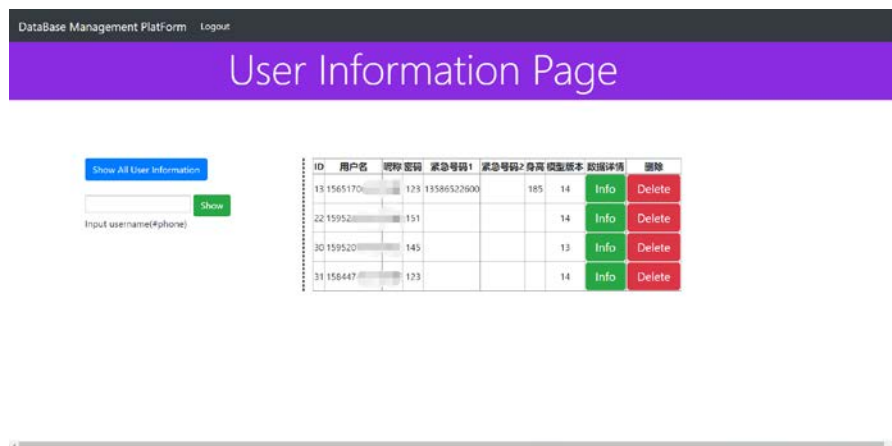


图 4-6-2 用户信息管理页面

4.6.3.3. 用户数据展示页面

- 该页面用于显示用户的健康数据，包括心率、温度和体重
- 页面左侧提供图和表两种展示方式可供选择

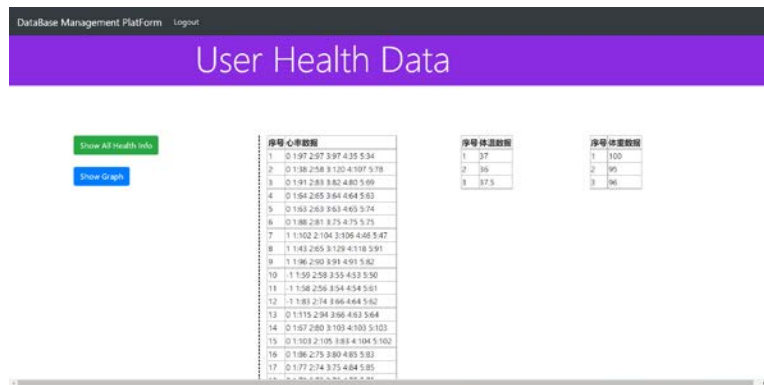


图 4-6-3-1 用户数据展示页面 (1)

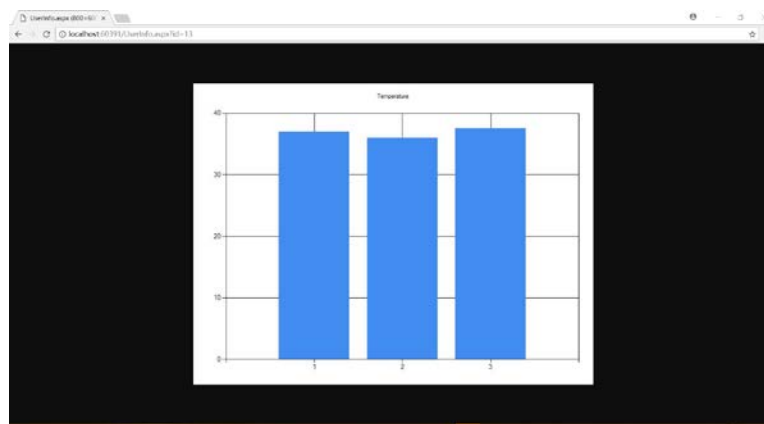


图 4-6-3-2 用户数据展示页面 (2)

5. 安全性部分

5.1. 蓝牙通信安全

蓝牙通信是一种无线通信方式，可能存在例如重放攻击等各种安全隐患

因此，需要对蓝牙通信帧进行加密，从而保证用户的数据与隐私安全

设计时考虑了应用场景的两大特点：

- ◆ 通信实时性要求高，采用过于繁琐的加密方式有可能过于耗时，影响效率
- ◆ 破解密钥需要获得大量数据，由于车辆在不断移动，只需保证短时间内密文不被破解，攻击者便无法继续获得数据

综合这两大特点，我们采用了一种基于密钥的循环移位加密算法：

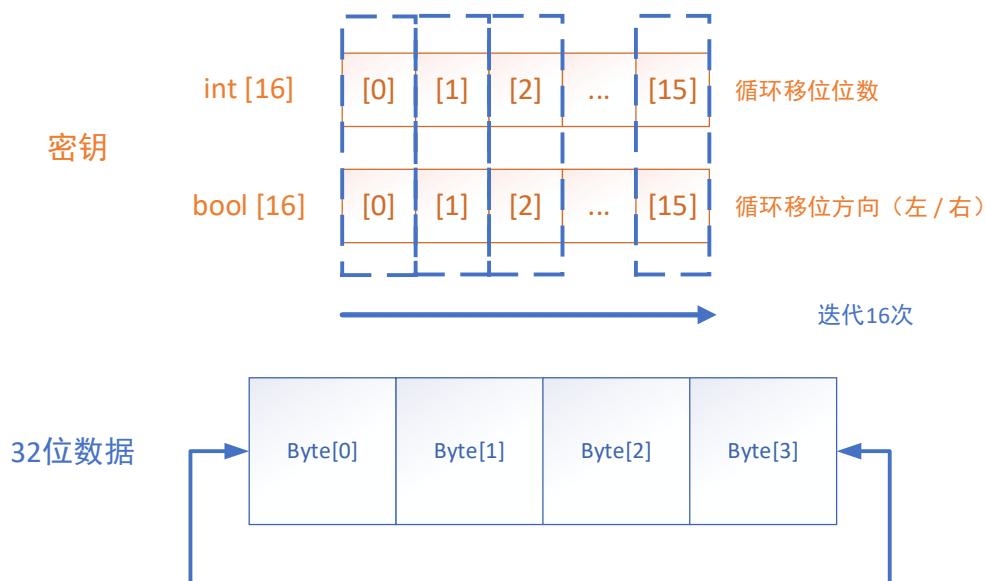


图 5-1 循环移位加密算法

- ◆ 密钥由 16 个 int 型和 16 个 bool 型的数据组成
- ◆ 数组的长度代表加密算法的迭代次数（最终算法将迭代 16 次）
- ◆ int 型的数组指示每次迭代过程中对 32 位数据循环移位的位数
- ◆ bool 型的数组指示每次迭代过程中数据循环移位的方向（向左 / 向右）

5.2. 网络安全

在我们的应用中，网络环境具有高并发性的特点，且 Android 端的运算能力没有 PC 那么强大。因此，在**技术成熟、安全性高**的原则上，加密算法应满足**加解密速度快、效率高**的需求。最终我们选用了**对称加密算法**中安全性较高的 AES（Advanced Encryption Standard）算法。该算法由美国国家标准与技术研究院（NIST）发布，用于替代原先流行的 DES 算法。

- ◆ 加解密效率与开销优于非对称加密算法
- ◆ 安全性优于其余传统的加密算法
- ◆ 密钥长度设定为 128 位
- ◆ 密钥由进行网络通信的 Android 客户端和 Tomcat 之间共享，提前约定

6. 运行流程检查

- ✓ 确认嵌入式处理器连接电源并已复位
- ✓ 确认各传感器接线正确且有效
- ✓ 确认 USART 串行接口及蓝牙模块工作正常
- ✓ 确认云服务器上的 Tomcat 已运行并监听 8080 端口
- ✓ 确认云服务器上的模型管理器已运行并监听 8900 端口
- ✓ 确认云服务器上的 SQL Server 数据库处于运行状态
- ✓ 确认 Android 客户端具有使用蓝牙及拨号的权限
- ✓ 确认 Android 设备的蓝牙已经打开
- ✓ 确认 Android 设备能够连接到互联网
- 用户在 Android 客户端上开始使用，详细使用流程请参考附件中的视频

7. 开发周期

- 2018 年 3 月 报名立项、项目规划、需求分析
- 2018 年 4 月 编写基本代码、调试
- 2018 年 5 月 修复漏洞、编写核心代码、调整需求、重构项目
- 2018 年 6 月 修复漏洞、文档撰写、视频拍摄与制作、准备提交作品
- 2018 年 7 月——8 月 重构代码、性能优化

文档撰写：张靖棠

最后更新日期：2018.8.24