

# 面向智慧医疗的家庭健康跟踪系统<sup>①</sup>

谢 勇<sup>1,2</sup>, 林小强<sup>1</sup>, 陈旭辉<sup>1,2</sup>, 胡建强<sup>1,2</sup>, 杜明威<sup>1</sup>, 李 祥<sup>1</sup>, 柳旭辉<sup>1</sup>

<sup>1</sup>(厦门理工学院 计算机与信息工程学院, 厦门 361024)

<sup>2</sup>(厦门理工学院 物联网应用技术福建省高校重点实验室, 厦门 361024)

**摘 要:** 智慧医疗是物联网的重点应用领域, 家庭健康跟踪系统是实现智慧医疗的重要组成部分. 本文在开源硬件平台 Raspberry Pi 和 Arduino 的基础之上, 设计和实现了一款家庭健康跟踪系统. 该系统利用 Arduino 实现健康生理信息的采集、集成和蓝牙传输, 在 Raspberry Pi 平台上利用 QT 实现健康状况的分析, 并最终在 LCD 屏幕上实现健康状况的可视化. 最后, 通过原型系统实现和测试, 证明了该系统的可行性和有用性. 本文设计的家庭健康跟踪系统具备操作简单、可扩展性强和成本低等特点, 可为智慧医疗的全面实现提供基础.

**关键词:** 智慧医疗; 物联网; 树莓派; Arduino; QT

## Home Health Tracking System for Smart Healthcare

XIE Yong<sup>1,2</sup>, LIN Xiao-Qiang<sup>1</sup>, CHEN Xu-Hui<sup>1,2</sup>, HU Jiang-Qiang<sup>1,2</sup>, DU Ming-Wei<sup>1</sup>, LI Xiang<sup>1</sup>, LIU Xu-Hui<sup>1</sup>

<sup>1</sup>(College of Computer and Information Engineering, Xiamen University of Technology, Xiamen 361024, China)

<sup>2</sup>(Key Laboratory for Application Technologies of Internet-of-Things of Fujian's Universities, Xiamen University of Technology, Xiamen 361024, China)

**Abstract:** Smart Healthcare is one of the key application fields for the Internet-of-Thing technologies, and home health tracking system is an important component for the realization of it. Based on the open source hardware platform Raspberry Pi and Arduino, this paper designs and implements a home healthcare tracking system. It uses Arduino to collect the physical health data from sensors and transmit the data with Bluetooth, then the collected data is analyzed in QT on the Raspberry Pi platform. Finally, the analyzed health status result is visualized in an LCD screen. We verified the feasibility and effectiveness of the system through the implementation of a prototype system and the extensive test based on it. The home healthcare tracking system is simple to use, extensible and of low cost, which is the solid basis for the realization of smart healthcare.

**Key words:** smart healthcare system; internet-of-things; Raspberry Pi; Arduino; QT

近年来, 经济的快速发展促进了人们物质生活水平的极大提高, 但是由于一些不良生活习惯而引发的各种慢性疾病却给社会和家庭带来了极大的经济压力和心理负担. 然而慢性疾病并非不可预防, 通过人体日常生理健康信息的实时采集和分析, 可对慢性疾病的发生进行提前预警, 并针对日常生活中的一些不良习惯作出提醒, 从而有效降低慢性疾病的发病率<sup>[1,2]</sup>. 因此, 本文利用开源硬件平台树莓派(Raspberry Pi)和 Arduino<sup>[3]</sup>, 并通过集成传感器和蓝牙等物联网技术,

设计和实现一款家庭健康跟踪系统来实现上述目标.

## 1 系统的总体设计

### 1.1 系统的组成

本文基于开源硬件平台, 并利用传感器、无线网络、嵌入式等物联网技术来实现一个借助于脉搏、血氧等生理信息的实时采集来实现家庭成员身体健康状况的分析、预警和可视化等智能化服务的家庭健康跟踪系统. 该系统的结构如图 1 所示<sup>[4,5]</sup>.

① 基金项目:国家自然科学基金(61502405);福建省教育厅中青年骨干教师教育科研项目(JA15368);厦门市科技计划项目(3502Z20133033,3502Z20131158,3502Z20143031)

收稿时间:2015-09-19;收到修改稿时间:2015-12-02 [doi:10.15888/j.cnki.csa.005204]

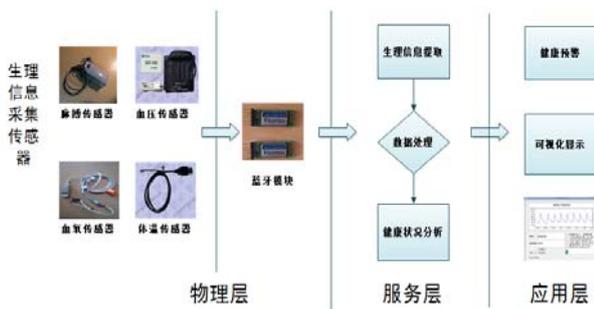


图 1 家庭健康跟踪系统的结构图

该系统主要包括以下几个关键组成部分:

① 物理层的生理信息采集传感器: 主要用于实现人体脉搏、血氧饱和度、血压, 体温等生理信息的采集, 所采集的数据经 Arduino 集成后通过蓝牙传输给中心处理网关。

② 服务层的中心处理网关: 网关将对所采集的生理信息进行特征提取、健康状况分析和预警等, 本项目采用开源硬件平台 Raspberry Pi 作为网关的基础平台。

③ 应用层主要包括三个组成部分, 一个是 LCD 液晶屏幕, 用于实现身体健康状况分析结果的实时可视化和历史统计数据的可可视化。另一个是语音模块, 主要根据健康状况分析结果、物理环境信息和生活习性等信息融合的结果提供智能化语音提醒服务。最后为指纹模块, 用于不同成员登入系统。

### 1.2 系统的功能模块

本系统按照功能可划分为 9 个模块, 其中以 Arduino 平台为中心的模块主要有: 数据采集模块、数据传送模块; 以树莓派为中心的模块主要有: 登录模块、数据接收模块、数据分析和预警模块、绘图模块、数据库文件模块、数据存储模块、历史数据模块等。各个模块之间的数据交互关系如图 2 所示。



图 2 家庭健康跟踪系统的数据流图

① 数据采集模块: 通过指夹式血氧板读取脉搏信号值, 并将其转换成血氧值和脉搏率等生理信息数据。

② 数据传送模块: 把生理信息数据按照给定的格式进行打包, 并通过蓝牙模块传输到系统服务层的网关(树莓派)。数据包的格式如表 1 所示。

表 1 数据包格式

| Byte1 | Byte2          | Byte3          | Byte4      | Byte5 |
|-------|----------------|----------------|------------|-------|
| 包头    | 脉搏信号值<br>高 8 位 | 脉搏信号值<br>低 8 位 | 峰值点+棒<br>图 | 校验和   |

③ 登录模块: 本系统通过指纹识别的方式来验证用户的身份, 如果当前用户的指纹已经存储在数据库中则正常登录系统, 否则提示录入指纹进行用户注册。

④ 数据接收模块: 服务端网关通过蓝牙接收数据, 并根据通讯协议校验数据包的正确性。若数据包校验通过, 则拆分数据包, 提取生理信息数据, 把数据传递给数据分析预警模块和数据存储模块, 绘图模块。否则, 丢弃该数据包, 并向采集端发送数据丢失信息。

⑤ 数据分析和预警模块: 根据数据接收模块传递过来的数据进行健康状况分析, 若健康指标超出合理范围, 就通过语音模块进行语音预警提示。该部分算法的伪代码如下所示:

```

if(nData_Bpm > 100 && nCountTime_bpm > 5)
{
    QString SendPortMesg2 = "<G>某一时刻脉搏率大于 100,脉搏率过速症状,需要注意";
    this->PortSendData(SendPortMesg2);// 语音提示脉搏率过大
    nCountTime_bpm = 0;
}
else if(nData_Bpm < 60 && nCountTime_bpm > 5)
{
    QString SendPortMesg3 = "<G>某一时刻脉搏率小于 60,心率过缓症状,需要注意";
    this->PortSendData(SendPortMesg3);// 语音提示脉搏率过慢
    nCountTime_bpm = 0;
}
if(nData_Spo2 < 94 && nCountTime_spo2 > 5)
{
    String SendPortMesg4 = "<G>某一时刻,血氧饱和度低于 94, 供氧不足症状, 需要注意 ";
    this->PortSendData(SendPortMesg4);// 语音提示脉搏率过快
    nCountTime_spo2 = 0;
}
    
```

⑥ 绘图模块: 根据数据接收模块传递过来的数据绘制可实时描述健康状况的曲线图。该部分的伪代

码如下,

```

void Draw_Graph_Singal(int y)
{
    ui->Signal->graph(0)->addData(d_X_Signal,double(y));
    ui->Signal->rescaleAxes();
    ui->Signal->xAxis->setRange(d_X_Signal_Before,
d_MAX_X_Signal);
    ui->Signal->yAxis->setRange(0, 10000);
    ui->Signal->yAxis->rescale(true);
    ui->Signal->replot();
    ui->Signal->show(); //显示界面的初始化
    d_X_Signal += 0.001; //1ms 一个数据
    if(d_X_Signal >= d_MAX_X_Signal) //x 轴变化
    {
        //ui->Signal->graph(0)->clearData();//清除前面
的数据,防止 ui 界面卡死
        d_X_Signal_Before = d_MAX_X_Signal;
        d_MAX_X_Signal += 0.6;
    }
}

```

⑦ 数据库文件模块: 构建本地数据库文件来存储用户信息. 如图 3 所示是本系统的数据库文件结构图.

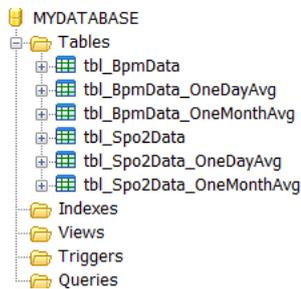


图 3 数据库文件结构

⑧ 数据存储模块: 把数据接收模块传递过来的数据按“时间, 数据”格式存入本地的数据库文件之中.

⑨ 历史数据模块: 可以按照日、周、月、年四种方式显示历史数据. 历史数据模块需要的数据来源于本地的数据库文件. 显示每周历史数据的伪代码如下:

```

//选择从当天开始一周的数据
query.exec(QString("SELECT Bpm_onedayavg,Time
FROM tbl_BpmData_OneDayAvg WHERE
Time>=%1ANDTime<=%2").arg(OneDayMid_s-6*8640
0).arg(OneDayMid_s));
while (query.next())
{
    qvecd_DataBpm_DayForWeek.append(
query.value(0).toDouble());
    qvecd_Datetime_X_Bpm_DayForWeek.

```

```

append(query.value(1).toDouble());
}
qvecd_DataBpm_DayForMonth.clear();
qvecd_Datetime_X_Bpm_DayForMonth.clear();

```

### 2 软件界面设计

由于 QT 开发环境具备跨平台、可移植性强和简便高效等特点, 本文将在 QT 环境下进行系统软件的设计和实现. 如图 4 是系统的登录界面, 当用户把手指放在指纹传感器上时, 界面的正中间会显示出用户的指纹, 若指纹存在系统中, 则登入系统. 否则提示不存在进行录入指纹或者退出.



图 4 系统登录界面

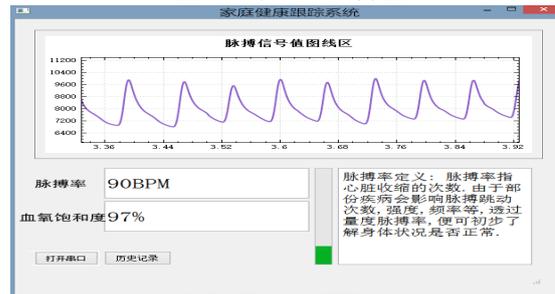


图 5 健康状况显示主界面

图 5 是健康状况显示主界面, 其中正上方是图线区, 显示测量过程中的脉搏信号值曲线; 左边是显示脉搏率和血氧饱和度的方框图; 右边可以显示一些有关的健康知识等.

### 3 系统运行与功能测试

图 6 是本文实现的家庭健康跟踪系统的物理原型系统. 该系统的测试过程如下: 在保证各部件连接正常, 同时蓝牙模块正常工作的情况下运行 Raspberry Pi, 打开 Raspberry Pi 中的软件, 出现登陆界面, 用户通过指纹传感器进行登陆. 登录成功后, 系统会进行语音提示. 这时用户将手指夹在指夹式血氧板传感器上, 传感器测量的血氧值和脉搏率传输到 Arduino 中, Arduino 对数据进行初步的加工并打包通过蓝牙模块

发送至 Raspberry Pi. Raspberry Pi 在接收数据后, 软件对数据进行最终的处理, 若数值不在合理范围内系统会自动进行语音提示. 同时, 在 Raspberry Pi 中以图表的形式把血氧值和脉搏率展现给用户, 同时将数据存储在以该用户注册时产生的 ID 为文件名的数据库中.



图 6 家庭健康跟踪系统的物理原型系统

经过反复的测试, Arduino 和 Raspberry Pi 之间的数据传输以及传感器和 Arduino 之间的数据传输均能够实时、准确的完成. 图 7 和图 8 对应某次测试过程中, 脉搏率数值点的变化和数据库中存储的对应数据. 图 9 显示的最近一周脉搏平均值的数据变化曲线, 图 10 显示的是数据库中对应存储的数据.

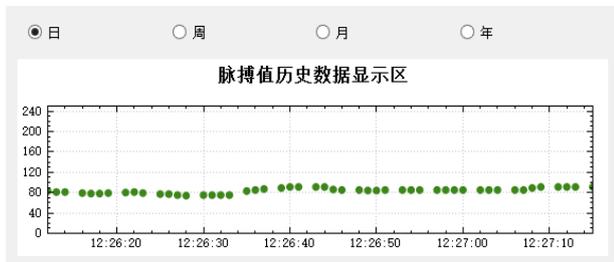


图 7 某次测量的脉搏值

| Bpm | Time       |
|-----|------------|
| 86  | 1419162891 |
| 86  | 1419162893 |
| 86  | 1419162894 |
| 87  | 1419162895 |
| 87  | 1419162896 |
| 87  | 1419162898 |
| 87  | 1419162899 |
| 93  | 1419162900 |
| 93  | 1419162902 |
| 95  | 1419162903 |
| 97  | 1419162904 |
| 101 | 1419162905 |
| 102 | 1419162907 |
| 101 | 1419162908 |
| 101 | 1419162909 |

图 8 数据库中存储的某次脉搏测量的数据



图 9 最近一周每天的脉搏平均值

| Bpm_onedayavg | Time       |
|---------------|------------|
| 83.53         | 1419134400 |
| 72.1915       | 1419220800 |
| 82.27         | 1419307200 |
| 72.4426       | 1419393600 |
| 74.759        | 1419480000 |
| 74.608        | 1419566400 |
| 78.3803       | 1419652800 |
| 76.5455       | 1419739200 |
| 79.8345       | 1419912000 |
| 71.9167       | 1419998400 |
| 63.931        | 1420084800 |
| 87.8455       | 1425787200 |
| 63.649        | 1427688000 |
| 78.5862       | 1427774400 |
| 82.25         | 1427860800 |

图 10 数据库中存储的每天脉搏的平均值

#### 4 结语

本文在开源平台 Raspberry Pi 和 Arduino 的基础上, 设计和实现了一款家庭健康跟踪系统. 该系统具备健康生理数据采集、传输和分析的功能, 并通过可视化技术将健康状态分析结果实时展示给用户. 同时, 该系统还依据健康指标的阈值, 可对潜在的健康问题进行预警. 因此, 该系统可让用户足不出户便知道自己的身体健康状况. 通过原型系统实现和测试, 验证了该系统设计的可行性和有效性. 面向家庭的健康跟踪系统是智慧医疗的重要组成部分, 该系统的设计可为智慧医疗的实现提供基础.

#### 参考文献

- 1 李建功,唐雄燕.智慧医疗应用技术特点及发展趋势.医学信息学杂志,2013,34(6):1-7.
- 2 倪明选,张黔,谭浩宇,罗吴蔓,汤小溪.智慧医疗-从物联网到云计算.中国科学,2013,43(4):515-528.
- 3 Dennis AK,云汗译.Raspberry Pi+Arduino 智能家居入门.北京:科学出版社,2015.
- 4 刑丹,姚俊明.面向医疗行业物联网:概念、架构及关键技术研究.物联网技术,2014,11(11):49-52.
- 5 武琼,陈敏.智慧医疗的体系架构及关键技术.中国数字医学,2013,8(8):98-100.