

基于智能移动设备的慢性病管理服务系统开发^{*}

石荣辉 李志芳

(海南医学院医学信息学院 海口 571199)

〔摘要〕 针对高血压和糖尿病等慢性病患者的个性化服务需求, 开发基于智能终端设备的家庭自助健康管理系统, 介绍系统架构、各终端功能及其数据通信等关键技术, 该系统可为患者及家庭成员提供实时、有效的疾病预防知识以及有针对性的在线医疗。

〔关键词〕 智能移动设备; 慢性病; 智慧医疗

〔中图分类号〕 R-056 〔文献标识码〕 A 〔DOI〕 10.3969/j.issn.1673-6036.2017.06.003

Development of Chronic Disease Management Service System Based on Smart Mobile Equipment SHI Rong-hui, LI Zhi-fang, School of Medical Information, Hainan Medical University, Haikou 571199, China

〔Abstract〕 According to the personalized service needs of patients with hypertension, diabetes and other chronic diseases, the paper develops a family self-service health management system based on intelligent terminal devices, introduces the system architecture, functions of each terminal, data communication and other key technologies. This system is able to provide patients and family members with real-time and effective disease prevention knowledge and targeted online medical treatment.

〔Keywords〕 Intelligent mobile device; Chronic diseases; Smart medicine

1 引言

随着全球化、工业化和城市化进程的加快, 人类生活方式快速转变, 在营养过剩、体力劳动不足、环境污染、精神压力等一系列健康风险因素的综合作用下, 慢性病已成为人类健康的主要威胁。在我国目前高血压患者人数已超过 2 亿人, 每年新增患病人数 1 000 万左右, 但高血压知晓率仅为

46.5%^[1]; 糖尿病患者人数高达 1.14 亿, 全世界每 3~4 个糖尿病患者中就有 1 个来自我国^[2]。

慢性病是可以预防和控制疾病。随着我国社会经济的快速发展和社会生活质量的提升, 人们的健康意识得到了提高, 健康维护、健康管理的理念越来越深入人心。同时随着智能移动设备的普及, 基于手机智能终端的移动医疗服务也越来越受到人们的青睐。本文针对高血压和糖尿病等慢性病患者的个性化服务需求, 开发了基于物联网的家庭移动智能医疗慢性病管理服务系统, 该系统可以利用家庭无线医疗终端设备和智能手机, 实时获取患者的各项生理指标, 通过阿里远程云数据库为患者建立个人健康信息电子档案, 定期给出高血压、糖尿病等慢性病的健康风险评估报告, 以及饮食、运动、

〔修回日期〕 2017-03-30

〔作者简介〕 石荣辉, 本科生; 通讯作者: 李志芳, 副教授。

〔基金项目〕 2016 国家级创新创业训练计划项目 (项目编号: 201611810055)。

用药等科学合理的个性化指导，帮助患者科学治疗和预防高血压、糖尿病等需要持续关注的慢性病。

2 系统设计

2.1 架构

本系统基于物联网技术，利用安卓手机平台和阿里云数据库技术，设计并实现慢性病的家庭自我管理。系统主要由生理参数采集端、家庭移动设备端、专家健康服务系统端组成，其系统架构，见图 1。本系统采用 JAVA 语言，利用 Android Studio 开发工具进行家庭移动设备端 APP 及专家健康服务 APP 开发，使用 VS 2013 部署服务器，建立 Web 应用程序接口提供基于 HTTP 请求的服务，数据库采用阿里云的 SQL Server2008 虚拟数据库。

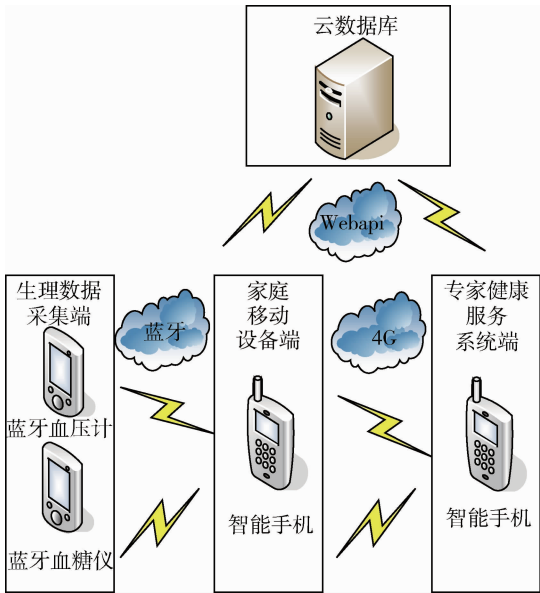


图 1 系统架构

2.2 功能

该系统可以实现如下功能：（1）患者将生理数据采集端采集的数据通过蓝牙上传到其智能手机端（或者通过普通设备采集，手动录入），手机 APP 可记录并生成连续动态的血压、血糖数据图表，以及其他个性化数据记录，如饮食、睡眠、运动、用药等。（2）患者通过智能手机 APP 将数据上传云数据库。（3）家庭其他成员可以使用帐号登录系统

APP，查看使用者相关数据记录。（4）患者可以发送咨询请求给专家健康系统服务端，在线医生从云数据库获取其各项数据，回答患者咨询及问诊，给出有针对性的用药及生活方式指导等。

3 系统实现

3.1 生理数据采集端

3.1.1 功能介绍 系统的生理数据采集端测量设备，采用永诺牌 BP826 蓝牙血压计和 GLM - 76 蓝牙血糖仪，均采用台湾智能芯片技术，能准确测量血压、血糖。此类智能蓝牙设备的硬件由传感器模块和蓝牙模块组成，一方面可以利用蓝牙无线传输数据，避免有线传输的弊端，便于患者随时测量血糖、血压数据并动态传输到智能手机端；另一方面目前该类蓝牙设备技术已实现自动检测有效测量数据的功能，避免记录无效测量数据，自动播放语音指导患者快速掌握设备的使用，减少医生排除无效测量数据的工作量。

3.1.2 蓝牙数据传输技术 家庭智能端手机 APP 通过扫描发现蓝牙数据采集设备，系统设计利用蓝牙 4.0 技术，将数据上传到家庭智能手机端。当两个终端设备建立连接后，读取蓝牙数据采集设备提供的的应用数据，首先进行 GATT 数据服务发现，给出想要发现的主服务的 UUID，只有主服务 UUID 匹配，才能获得 GATT 数据服务^[4]。设备之间的数据传输流程，见图 2。

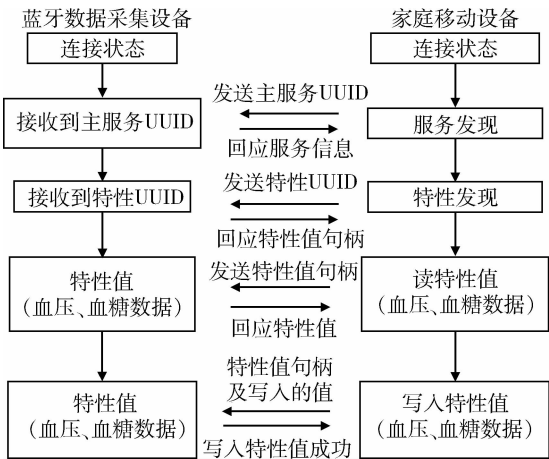


图 2 数据传输流程

3.1.1.3 蓝牙医疗产品通信数据格式 蓝牙通信中用到的 UUID 主要有两个：(1) 0xFFF4 - - - - - - - Notify, 血压计上传数据特性。(2) 0xFFF1 - - - - - - - Write/Read, 血压计命令特性。血压计在测试中产生的数据通过 0xFFF4 的 UUID 上传数据, 具体的数据格式, 见表 1。

表 1 蓝牙通信数据格式

序号	字节定义	内容
1	开始位	0xFFFE
2	长度码	除开始位外的所有字节的长度
3	校验和	8 位校验和
4	命令码	8 位命令
5	数据	要传送的数据

3.1.1.4 蓝牙数据传输实现

(1) 关键概念。Generic Attribute Profile (GATT): 通过低功耗蓝牙 (BLE) 连接, 读写属性类小数据的 Profile 通用规范。现在所有的 BLE 应用 Profile 都是基于 GATT 的。Attribute Protocol (ATT): GATT 是基于 ATT Protocol 的。ATT 针对 BLE 设备做了专门的优化, 具体就是在传输过程中使用尽量少的数据。每个属性都有唯一的 UUID, 属性将以特性值与服务 (Characteristics and Services) 的形式传输。Characteristic: 一个 Characteristic 的定义包含了 Characteristic 本身、数值以及描述 (Descriptor) 的声明。Characteristic 是完成 BLE 具体功能的基本单位。Descriptor: 定义了 Characteristic 中数据的具体含义。Service: 完成一个特定功能的数据和行为集合。在 GATT 中, 一个 Service 可能包含 Service 引用以及强制或者可选的 Characteristic。

(2) 关键代码。使用蓝牙首先要在 Android-Manifest. xml 中声明 BLUETOOTH 权限, 扫描设备或者操作蓝牙设置, 还需要 BLUETOOTH_ ADMIN 权限:

```
<uses-permission android:name="android.permission.BLUETOOTH">
<uses-permission android:name="android.permission.BLUETOOTH_ADMIN">
```

在使用蓝牙 BLE 之前, 需要确认安卓设备是否

支持蓝牙 BLE, 另外还需要确认蓝牙是否打开。如果发现不支持蓝牙 BLE, 则不能使用 BLE 相关的功能; 如果支持蓝牙 BLE, 但是蓝牙没打开, 则需要打开蓝牙。打开蓝牙的步骤如下: ①获取 BluetoothAdapter。BluetoothAdapter 是安卓系统中所有蓝牙操作都需要的, 其对应本地安卓设备的蓝牙模块, 在整个系统中 BluetoothAdapter 是单例的。当获取到它的实例之后, 就能进行相关的蓝牙操作。获取 BluetoothAdapter 代码示例如下:

```
final BluetoothManager bluetoothManager =
    (BluetoothManager) getSystemService (Context. BLUETOOTH_SERVICE);
mBluetoothAdapter = bluetoothManager. getAdapter ();
这里通过 getSystemService 获取 BluetoothManager, 再通过 BluetoothManager 获取 BluetoothAdapter。BluetoothManager 在安卓 4.3 以上支持 (API level 18)。②判断是否支持蓝牙并打开蓝牙。如果没打开, 需要让患者打开蓝牙:
private BluetoothAdapter mBluetoothAdapter;
if (mBluetoothAdapter == null || ! mBluetoothAdapter. isEnabled ()) {
    Intent enableBtIntent = new Intent (BluetoothAdapter.ACTION_REQUEST_ENABLE);
    startActivityForResult (enableBtIntent, REQUEST_ENABLE_BT);
}
```

(3) 搜索 BLE 设备。通过调用 BluetoothAdapter 的 startLeScan () 搜索 BLE 设备。调用此方法时需要传入 BluetoothAdapter. LeScanCallback 参数。需要实现 BluetoothAdapter. LeScanCallback 接口, BLE 设备的搜索结果将通过这个 callback 返回。

(4) 获取 Service 和 Characteristic。①通过查询低功耗蓝牙 (BLE) 的数据手册可以得到所需要的 UUID。②获取 Service 和 Characteristic 的 UUID, 就可以对蓝牙发送数据, 关键代码如下:

```
mNotifyGattService = mBluetoothLeService. getSupportedGattServices (UUID. fromString (" 0000ffe5 - 0000 - 1000 - 8000 - 00805f9b34fb")); //通过主服务 UUID, 获得主服务
characteristic = mNotifyGattService. getCharacteristic (UUID. fromString (" 0000ffe9 - 0000 - 1000 - 8000 -
```

```
00805f9b34fb"))); //获得服务对应的特性
readMnottyGattService = mBluetoothLeService. getSupport-
edGattServices (UUID. fromString (" 0000ffe0 - 0000 - 1000
- 8000 - 00805f9b34fb"))); //获得读数据服务
readCharacteristic = readMnottyGattService. getCharacteris-
tic (UUID. fromString (" 0000ffe4 - 0000 - 1000 - 8000 -
00805f9b34fb"))); //获得读数据服务对应的特性
③得到这两个 Service 和 Characteristic 就可以向蓝牙
发送读取蓝牙设备数据，关键代码如下：
private void read () {
mBluetoothLeService. readCharacteristic ( readCharacteris-
tic); //读取相应的特性值
mBluetoothLeService. setCharacteristicNotification ( read-
Characteristic, true); //readCharacteristic 的数据发生变化，
发出通知
}
```

3.2 家庭移动设备端

3.2.1 功能介绍 家庭移动设备端是一个针对高血压、糖尿病等慢性病患病群体疾病特点设计的基于安卓平台手机 APP，包括如下功能。（1）主界面，见图 3，可添加智能蓝牙医疗设备。（2）资讯功能。资讯平台提供高血压和糖尿病等慢性病的普及基础知识、健康自测以及各类慢性病的诊断治疗等相关资讯。（3）测量功能。包括：①可以接收智能血压计、血糖测量数据，对异常数据（即非正常范围）进行预警提示。②形成个性化健康数据存储到移动设备进行长期管理，方便对患者血压、血糖数据进行长期个性化跟踪，生成动态图表，见图 4。③处理蓝牙设备传回的数据，计算平均血压、血糖，给患者简单的饮食、运动、用药等指导建议。同时根据历史数据，对患者近期的血压、血糖等生理特征进行统计，基于数据进行发病趋势预测。④测量完成后手机 APP 自动上传血压或血糖数据到阿里云数据库，便于健康数据信息共享，供家庭其他成员和专业医生查看。（4）咨询功能。患者遇到日常疾病问题时，可选择对线上专家进行普通提问或一对一咨询，见图 5。当患者选择普通提问时，系统中的所有医生可对患者提出的问题进行回复；当患者选择一对一咨询时，只有患者选择的特定医生才能回复患

者提出的问题，满足不同患者的个性化需求。



图 3 家庭移动设备端主界面



图 4 历史数据界面



图 5 患者咨询界面

3.2.2 数据通信技术 本系统采用 ASP.NET Web API 建立接口, 实现数据同步。ASP.NET Web API 是一种框架, 用于构建可以访问多种客户端 (包括浏览器和移动设备) 的 HTTP 服务。是在 .NET Framework 上构建 RESTful 应用程序的理想平台。Web API 包含 4 种标准的请求: GET、POST、PUT 和 DELETE^[5]。这些请求分别对应如下几个基本操作项。(1) GET: 得到数据列表 (默认), 或者得到一条实体数据。(2) POST: 添加服务端的一条记录, 记录实体的 Form 对象。(3) PUT: 添加或修改服务端的一条记录, 记录实体的 Form 对象, 记录主键以 GET 方式进行传输。(4) DELETE: 删除服务端的一条记录。本系统采用 Asp.Net + SqlServer + Ajax 架构, 在阿里云端虚拟服务器与家庭移动设备端、专家健康服务系统端进行数据传输和同步。家庭移动设备端和专家健康服务系统端通过访问在阿里虚拟云服务器上建立的 Web API 接口, 将生理数据采集端采集的血压血糖记录、患者咨询问题、专家回复等数据上传到阿里云数据库。

由于家庭移动设备端和专家健康服务系统端访问服务器端是一种异构程序访问机制, 前二者与服务器之间传输的数据格式不同, 因此需要考虑数据的兼容性, 对数据进行封装。常用的封装格式有 json 和 xml 两种。json 简单易用, 在读写时耗费资源也较少, 可以基本满足大部分数据的封装要求^[6]。系统中患者提问、血压血糖记录、医生回复等数据通过 Web API 接口上传到服务器。手机客户端数据同步时, 服务器返回 json 格式数据, 手机客户端进行数据解析后将数据呈现给患者。

3.3 专家健康服务系统端

专家健康服务系统端是连接患者与医生的咨询平台, 用于连接家庭移动设备端和专业医院的医生。专业医院的医生在手机上注册, 经过管理员审

核后成为专家服务系统的在线医生。平台在线医生登录专家服务端系统 APP, 可查看患者日常的血压、血糖等记录信息以及患者咨询信息, 有针对性地对患者提出的问题进行解答, 同时为患者提供用药、饮食、运动等指导建议, 更好地帮助患者有效管理血压、血糖。

4 结语

基于智能移动设备的慢性病管理服务系统, 作为智慧医疗中家庭自助健康监控系统的一部分, 可以方便慢性病患者或潜在患者参与自身健康及疾病状况管理过程, 增强患者在疾病治疗过程中的管理角色, 同时又方便专业医生对潜在患者或患者进行慢性病知识普及、跟踪疾病治疗和康复过程。系统进一步的研究方向是, 扩展个人健康信息数据类型, 如通过智能手环采集心率、运动、睡眠数据等, 建立较完整、规范的个人健康信息记录, 方便专业医生做出更准确的判断, 提供更有效的治疗方案。

参考文献

- 1 中国新闻网. 全国高血压患者逾 2 亿, 半数人不知自己患病 [EB/OL]. [2016 - 10 - 09]. <http://www.chinanews.com/life/2016/10-09/8024933.shtml>.
- 2 中国广播网. 中国糖尿病患者人数高达 1.14 亿 [EB/OL]. [2016 - 11 - 15]. <http://health.sina.com.cn/news/2013-11-15/0729113231.shtml>.
- 3 黄敏, 张珣. 基于蓝牙 4.0 心电监护系统的研究 [J]. 物联网技术, 2015, (1): 30 - 31, 35.
- 4 严雪英. 基于 HTML5 移动驾考学习管理系统的设计与实现 [D]. 北京: 北京工业大学, 2016.
- 5 张明, 戴友元. 基于 Android 平台的无线智能社区医疗系统设计与实现 [J]. 湖北工业职业技术学院学报, 2015, 28 (3): 103 - 106.