

基于 iOS 的慢性病跟踪客户端^①

周 桐¹, 元沐南², 赵 赫^{2,3}, 王卫东³, 张中贤³, 马祖长³

¹(安徽大学, 合肥 230601)

²(中国科学院大学, 合肥 230039)

³(中国科学院 合肥物质科学研究院, 合肥 230031)

摘 要: 本文设计的慢性病跟踪客户端是以 Apple 公司的 iOS 系统为平台, 通过基于 iOS 系统的智能化移动终端设备从健康云端下载科学运动处方, 这些科学运动处方是根据用户在医院体测数据和健康问卷调查的信息综合计算生成而来。并通过可穿戴设备监测用户执行运动处方时的生理数据, 结合 Apple 移动设备自带的协处理器获取用户的基础运动数据来跟踪和评估用户运动处方的执行强度和进度情况, 从而达到科学有效地进行慢性病管理的目的。

关键词: iOS; 运动处方; 心率监测; 运动数据; 慢性病管理

Chronic Disease Tracking Client Based on iOS

ZHOU Tong¹, YUAN Mu-Nan², ZHAO He^{2,3}, WANG Wei-Dong³, ZHANG Zhong-Xian³, MA Zu-Chang³

¹(Anhui University, Hefei 230601, China)

²(University of Science and Technology of China, Hefei 230039, China)

³(Hefei Institute of Physical Science, the Chinese Academy of Sciences, Hefei 230031, China)

Abstract: In this paper, based on iOS system as the platform, the chronic disease tracking client is applied to the intelligent mobile terminal equipment that can download the scientific exercise prescriptions from the health cloud. These exercise prescriptions are generated by results of hospital physical tests and questionnaire survey data. And using a wearable device, the client can obtain user's physiological data via Bluetooth 4.0 protocols, and acquire user's motion data combined with apple mobile device built-in coprocessor, so as to achieve the purpose of chronic disease intervention scientifically and effectively.

Key words: iOS; exercise prescription; heart rate monitor; exercise data; chronic disease management

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、体力活动不足、环境污染、精神压力等一系列健康风险因素的综合作用下, 慢病发病率持续增长, 已成为人类健康的主要威胁^[1]。据卫生部等 15 个部门联合发布的《中国慢性病防治工作规划(2012-2015 年)》显示, 我国现有确诊慢性病患者 2.6 亿人, 慢性病导致的死亡已经占到我国总死亡的 85%, 城乡人口肥胖率持续增加, 身体机能和素质水平有下降趋势^[2]。与此同时, 随着国民生活水平的提高, 人们不仅仅只关注衣食住行这些生活基本

问题, 对管理自身健康的需求不断地增加, 并逐渐意识到应更早的介入对慢性病的预防和管理, 不能在疾病到来时才进行应对。

传统的慢性病管理系统大多是基于 Web 形式^[3], 以 B/S 架构为主体, 使得用户慢性病干预的所有环节必须在医院内配合医生来完成, 束缚了用户的双脚并导致在院外进行的慢性病管理活动不能及时有效地体现在慢性病管理的进程中, 从而降低了用户的积极性。除此之外, 市场上虽然有很多运动跟踪的 App, 比如 Nike+, 咕咚, 小米运动等, 但是大多数 App 仅起到运

① 基金项目: 安徽省科技重大专项计划项目(15czz02072); 中国科学院科技服务网络计划(STS 计划)(KFJ-SW-ST-161); 安徽省科技重大专项计划(15czz02019)

收稿时间: 2015-12-18; 收到修改稿时间: 2016-03-01 [doi:10.15888/j.cnki.csa.005319]

动监测和记录的功能,没有对用户的慢性病进行实质性地跟踪、干预和管理,从而降低了健康管理的有效性和科学性。

本文提出的慢性病跟踪客户端是以 Apple 公司的 iOS 系统为平台,采用基于 RESTful(Representational State Transfer) 软件架构风格的 Web Service,并以 JSON(JavaScript Object Notation)为数据交换格式,获取并上传用户的健康数据、个人信息和基础运动数据,并下载健康云数据端上的科学运动处方,这些科学运动处方是根据用户在医院体检和填写问卷的数据综合计算生成的;并使用可穿戴设备,通过蓝牙 4.0 协议获取用户运动时的实时心率数据,结合 Apple 移动设备自带的协处理器获取用户的基础运动数据来跟踪和评估用户运动处方的执行强度和进度情况,从而保证慢性病管理的科学性。结合移动终端设备携带方便、监测灵活的特点,从而解放用户的双腿,打破了时间和地点的界限,把管理从医院内安全、有效地移动到用户的日常生活当中,从而保证了慢性病管理的灵活性。

1 系统概述

1.1 技术背景

iOS 系统由苹果公司开发,并广泛应用于包括 iPhone、iTouch 和 iPad 等移动终端设备上,它从 Mac OS X 衍生而来,基于 Darwin 操作系统,随着设备不断地更新越来越受到消费者的青睐。据著名互联网流量监测机构 Net Applications 发布的 2014 年数据显示 iOS 市场占有率约为 45%,由此可见 iOS 移动终端设备有着庞大的用户使用基础。iOS 的系统架构分为四个层次:核心操作系统层(Core OS layer)、核心服务层(Core Services layer)、媒体层(Media layer)和可触摸层(Cocoa Touch layer)。如图 1 所示。

从图中可以看出位于 iOS 系统架构最下面的一层核心操作系统层,它包括内存管理、文件系统、电源管理以及一些其他的操作系统任务,可以直接和硬件设备进行交互。第二层是核心服务层,我们可以通过它来访问 iOS 的一些服务。第三层是媒体层,通过它我们可以在应用程序中使用各种媒体文件,进行音频与视频的录制,图形的绘制,以及制作基础的动画效果。最上面一层是可触摸层,这一层为我们的应用程序开发提供了各种有用的框架,并且大部分与用户界面有关,本质上来说它负责用户在 iOS 设备上的触摸

交互操作^[4]。本系统通过 iOS 自带的 Core Motion 框架获取用户的基础运动数据;通过 Core Bluetooth 框架获取可穿戴设备采集的用户心率数据,这些框架都是在 iOS 系统架构中的可触层。



图 1 iOS 的系统架构

云计算是一种新型计算模式,将大量计算资源、存储资源与软件资源链接在一起,形成巨大规模的共享虚拟 IT 资源池^[5]。在本系统中,健康云端的服务器利用其强大的存储和计算能力将基础数据源的相关数据整合处理,提供数据构建,为终端按需传递数据,实现运动管理目标的推理,运动处方的生成,以及保存用户大数据量的实时心率数据和基础运动数据,为用户复杂的查询提供有效的保障。

RESTful 是 Roy Fielding 提出的一个描述互联系统架构风格的名词^[6]。Web 本质上由各种各样的资源组成,资源由 URI 唯一标识。浏览器(或者任何其它类似于浏览器的应用程序)将展示出该资源的一种表现方式,或者一种表现状态。如果用户在该页面中定向到指向其它资源的链接,则将访问该资源,并表现出它的状态。这意味着客户端应用程序随着每个资源表现状态的不同而发生状态转移,也即所谓 REST。本系统采用基于 RESTful 软件架构风格的 Web Service,来获取和上传用户的个人基本信息、用户基础数据以及下载科学运动处方。

1.2 系统构架

本系统由健康云数据端模块、健康云服务(Web Service)模块以及基于 iOS 的智能化移动终端设备构成。健康云数据端模块采用 MySQL 数据库用于保存用户的个人基本信息和用户健康数据,以及用户的基础运动数据,并为用户的运动处方推理提供数据源。

健康云服务获取健康云数据端模块提供的用户数

据通过云计算和推理,生成用户的科学运动处方,并保存在健康云数据端模块中;基于 iOS 的智能化移动终端设备和健康云数据端模块不直接与健康云数据端模块中的 MySQL 数据库进行交互,而是通过 Web Service 间接与 MySQL 数据交互,通过 Web Service 获取结果数据进行操作和展示,并通过 Web Service 向健康云数据端模块中的 MySQL 数据库存储数据,从而实现数据的分布式处理,降低客户端和远程数据库的耦合度。

用户通过基于 iOS 的智能化移动终端设备下载生成在健康云端的科学运动处方,并根据运动处方进行运动和管理,通过可穿戴设备采集运动时实时心率,来评估用户处方的执行情况;通过 iOS 设备采集用户的基础运动数据,并通过 Web Service 将用户的心率数据和基础运动数据上传到健康云数据端模块,以使用户自查,和医生监测用户执行运动处方的强度和执行情况。

系统的架构如图 2 所示。

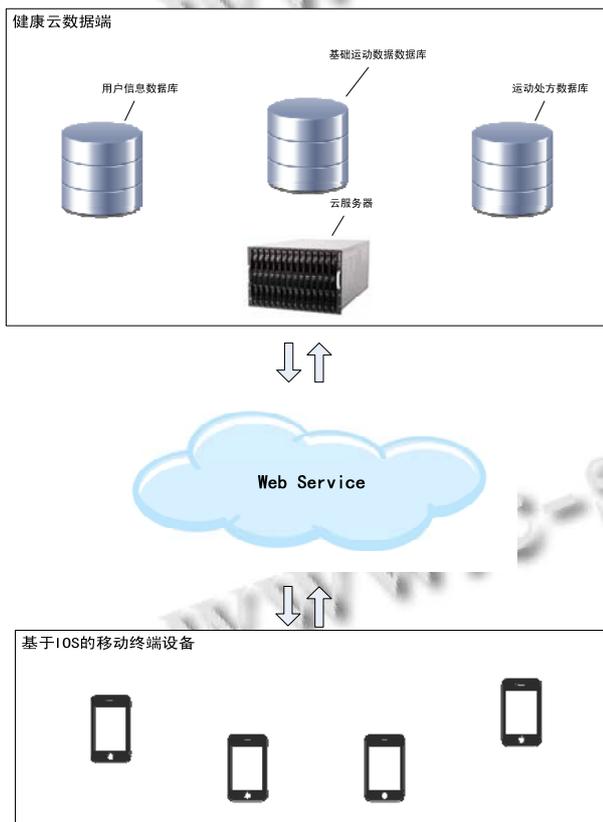


图 2 基于 iOS 慢性病跟踪客户端的系统架构图

1.3 系统流程及主要功能

系统流程如图 3 所示。

(1) 登录

慢性病跟踪客户端启动后,在欢迎和介绍页面之后,用户需要进行登录.在网络连接的情况下,点击登录按钮时,通过 Web Service 获取用户存储在健康云数据端的信息并和输入的密码进行验证;在网络未连接的情况给出相应的提示信息.用户名和密码通过验证则登录成功,否则给出登录失败的提示信息。

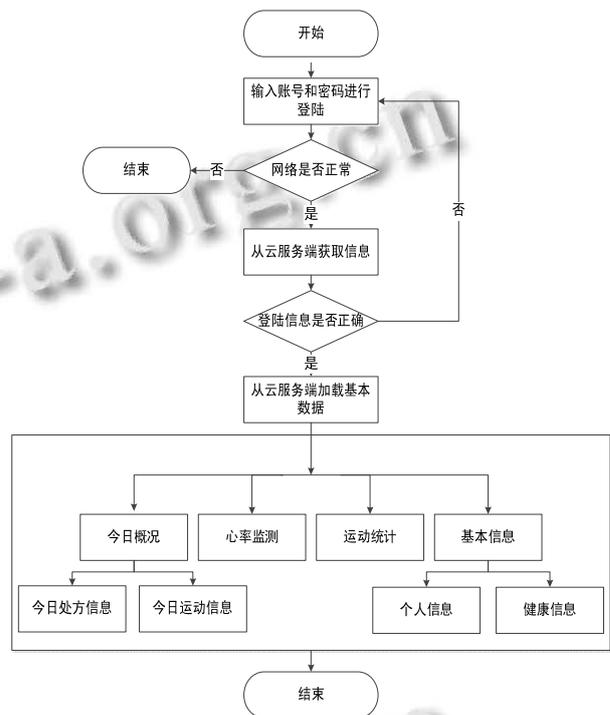


图 3 基于 iOS 慢性病跟踪客户端的系统流程图

(2) 今日运动概况

用户登录成功后进入今日运动概况界面,用于显示用户今日需要执行的运动处方、今日监测的心率数据以及今日各时段行走步数的统计数据.方便用户直观地了解今日所需要进行的慢性管理活动以及活动的完成情况,以便其合理地安排运动,系统今日概况模块界面如图 4 所示。

(3) 心率监测

心率监测模块用户佩戴可穿戴设备,通过蓝牙 4.0 协议采集用户运动时的实时心率,并显示在 iOS 移动设备终端上.除此之外,实时运动心率用于计算有效运动的时间来衡量运动处方的运动项目执行情况.用户具体使用时,适宜用户佩戴可穿戴设备,通过传输协议与移动终端设备进行交互,采集用户执行运动处方时的实时心率数据,并在终端设备上显示心率轨迹,并标出运动处方中的运动强度心率范围和有效的运动时间,供用户

运动时进行参考;并实时记录和上传用户运动时的实时心率数据,以便用户可以查看自己的历史心率趋势。



图4 系统今日概况模块界面

(4) 运动统计

运动统计模块用于采集用户每天使用系统时行走步数、所爬的楼层、移动的距离和消耗的卡路里数,以及展示用户历史的行走步数等相关的健康数据。用户可以设置每天行走的目标数,如果用户每天达到所设置的行走目标数,客户端会推送消息给用户。除此之外,用户还可以按日、周、月、年等条件查看用户历史的健康数据,包括历史的行走的步数、所爬楼层的总数、移动的总公里数和活动所消耗的卡路里数。

(5) 个人数据

个人数据模块主要显示和修改个人的基本信息,以及查看自己的健康数据。个人数据包括用户的头像、姓名、性别、生日等重要信息;健康数据包括用户的体型、身高体重、体脂率、BMI(用户身体质量指数)、心脏指数、骨密度、肺机能等(这些基本数据是用户通过体检、问卷等方式获得,并存储在健康云数据端)。用户可以通过智能化移动终端查看自己基础的健康数据,了解自己的健康指数,为执行运动处方提供动力,个人数据界面如图5所示。

2 系统关键技术实现

2.1 运动处方的获取与展示

本系统今日概况模块的运动处方单元通过基于



图5 个人数据界面

RESTful 软件构架风格的 Web Service 以 JSON 数据格式从健康云数据端获取。运动处方包括热身项目、主项目和整理项目;热身项目指在任何主项目之前,以较轻的活动量,先行活动肢体,为随后更为强烈的身体活动做准备,约 5-10 分钟的慢跑或全身运动;主项目的项目选择包括耐力训练项目、抗阻训练项目,耐力项目由功率车骑行、慢跑、步行、篮球、水中走跑、体操、游泳等子项目构成;阻抗训练项目由俯卧撑、仰卧曲臂伸等子项目构成;整理项目指任何主项目之后,使人体由紧张状态过度到安静状态的约 5 分钟的拉伸运动;

在具体实现时使用 GitHub 上第三方开源库 AFNetworking,通过加锁将异步的网络请求变成同步请求来完成 Web Service 的调用,并通过 GET 方法和用户参数获取数据,或者封装成 JSON 对象通过 POST 方法提交数据至健康云数据端。

以下是具体实现的部分 Swift 代码:

```
let manager = AFHTTPRequestOperationManager(); //
实例化一个 AFNetworking 对象用于获取服务
manager.GET(url,parameters: nil,success: { // 成功获取
Restful 服务
(operation:AFHTTPRequestOperation!, responseObject:
AnyObject!) in
    getResult = responseObject as! NSDictionary!;
lock.lock();lock.signal();lock.unlock();} //通知子线程
failure: { //获取 Restful 服务失败
```

```

(operation:AFHTTPRequestOperation?, error: NSError!)
in
    lock.lock();lock.signal();lock.unlock(); //通知子线程
};
lock.lock();lock.wait();lock.unlock(); //子线程等待(完成同步请求)
return getResult; //返回 get 的 json 对象

```

2.2 心率采集功能的实现

蓝牙 4.0 协议是蓝牙 3.0+HS 规范的补充,专门面向对成本和功耗都有较高要求的无线方案,可广泛应用于卫生保健、体育健身、家庭娱乐、安全保障等诸多领域。蓝牙 4.0 协议最重要的特性之一是提出了低功耗的 BLE 工作模式,实现了省电、极低的运行和待机功耗,并且成本低、跨厂商互操作性、3 毫秒延迟、100 米超长距离、AES-128 加密等诸多特色,可以用于计步器、心率检测器、智能仪表、传感器物联网等众多领域^[7]。

iOS 移动终端设备与可穿戴设备的蓝牙配对过程如图 6 所示^[8]。

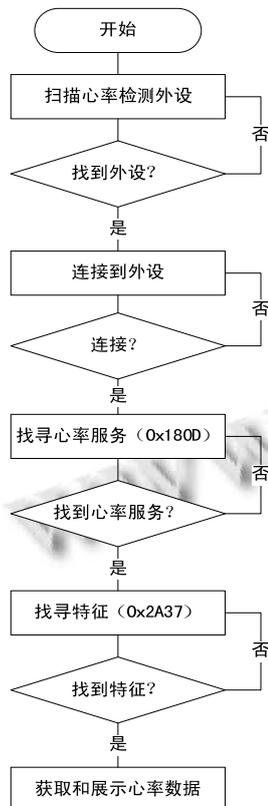


图 6 iOS 终端设备与可穿戴设备的蓝牙配对流程图

iOS 移动终端设备在采集用户运动时的实时心率

的同时,计算用户有效运动时间以此来评估用户运动时的强度以此来衡量运动处方的执行情况,用户有效运动时间计算算法伪代码如下:

Begin

- 1) 设保存一分钟内每秒的心率值的数组为 Hr[60]; 设合格小时间段个数 validCount=0; 设连续不合格小时间段个数 invalidCount = 0; 设有效运动时间 HrTime = 0;
- 2) 保存这一秒的心率值在心率数组 Hr 中;
- 3) If Hr 数组中有 60 个心率值, 开始统计有效运动时间;
- 4) 否则, 跳转至 2;
- 5) If 每分钟有 80%的心率值大于有效心率值, 不合格清零 invalidCount = 0, 合格 validCount++;
- 6) 否则, invalidCount++; If invalidCount >= 3, 不合格清零 invalidCount = 0, 合格清零 validCount = 0; 这一分钟的心率数组清零, 跳转至 2;
- 7) 否则, 继续计算下一分钟的心率值, 这一分钟的心率数组清零, 跳转至 2;
- 8) If validCount >= 10 统计这 10 分钟为有效运动时间 HrTime+10;
- 9) 否则, 继续计算下一分钟的心率值, 这一分钟的心率数组清零, 跳转至 2;

End

用户在获取运动心率的同时在有网络的情况下将用户的实时运动心率上传至健康云数据端; 在没有网络的情况下, 先将用户的心率保存在本地, 然后在有网络的情况下再将用户的心率数据上传至健康云数据端, 以使用户查看自己的历史心率数据。

2.3 运动数据统计功能的实现

运动统计数据是从 iOS 移动终端设备自带的协处理器中获取。通过 iOS 的 Core Motion 框架可以从设备的协处理器中获取用户运动时的相关数据, 比如步数、行走的距离、所爬的楼层^[9], 并通过行走的距离和用户的体重可以计算出消耗的卡路里^[10], 界面如图 7 所示。

以下是具体实现的部分 Swift 代码:

```

If CMMotionActivityManager.isActivityAvailable() {
self.pedometer.queryPedometerDataFromDate(startDate,
toDate: endDate) { // 根据开始时间和截止时间获取用户运动数据
if CMPedometer.isStepCountingAvailable() {

```

```

        stepInfos.steps = "\(data!.numberOfSteps)"; //
    获取步数
    }
    if CMPedometer.isDistanceAvailable() {
        stepInfos.distance = "\(((data!.distance as!
    Double)/1000)"; // 获取移动距离
        stepInfos.calories = "\(weight * (data!.distance
    as! Double) * 0.01036 / 1000)"; // 获取消耗的卡路里
    }
    if CMPedometer.isFloorCountingAvailable() {
        stepInfos.floors
    ="\(Int(data!.floorsAscended!)+Int(data!.floorsDescende
    d!))"; // 获取爬的楼数
    }
    }
}

```

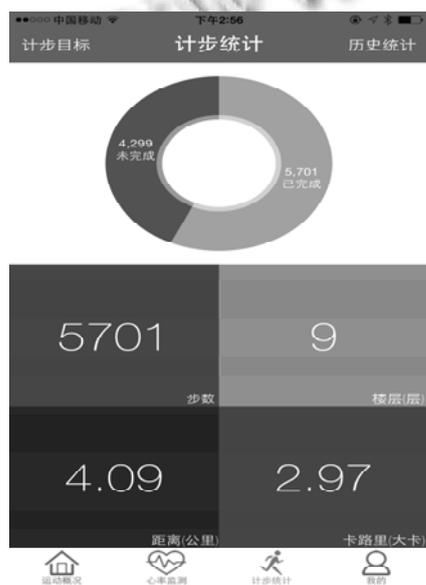


图7 运动数据统计模块界面

3 结语与展望

随着互联网科技的迅猛发展和智能手机的普及,虽然人类越来越依赖于智能化移动终端设备,但是也给慢性病管理提供了一个新的机遇。通过本文设计的慢性病跟踪客户端,借助于当前市场上非常流行的Apple公司的iOS移动终端设备,用户可以随时随地地通过设备下载并查看今日的运动处方。这些运动处方是根据用户体检数据和健康问卷信息推理得来的,并根据科学的运动处方合理安排运动的强度和时

间,并在运动时获取用户的实时心率数据以及记录用户基础运动数据,使用户对自己的处方执行情况以及日常的运动情况有一个直观的了解,为慢性病管理的科学性提供了保障。除此之外,用户还可以查看保存在健康云端的健康数据,了解自身的健康状况,大大解放了用户的双脚,使用户更方便也更愿意地进行慢性病的干预和管理,提高了用户管理慢性病的积极性。

下一阶段的工作准备建立从用户健康数据采集到健康云数据平台再到智能移动终端设备闭环式的新型慢性病干预管理体系,评估干预的效果,合理地调整慢性病的运动处方和管理目标。从用户健康数据采集入手,根据用户的健康数据结合云计算和云服务制定个性化的运动处方服务,用户可以通过智能化的移动终端设备下载获取个性化的运动处方,并进行执行。在慢性病干预的全过程中可以实时监测用户的运动数据和处方的执行情况,并根据处方相应的情况智能化调整运动处方和预警用户的运动风险,以使用户使用基于iOS慢性病跟踪客户端更加安全和有效的对慢性病进行管理。

参考文献

- 1 黄新,张开金,包思敏.部分国家慢性病医疗保障政策分析及对我国的启示.中国卫生政策研究,2011,4(3):23-27.
- 2 徐航,周桐,马祖长,周多奇.网络化健康体征综合测评系统的研制.生物医学工程研究,2013,32(4):217-223.
- 3 段凯.基于Web的慢性病监测管理系统的设计与实现[学位论文].大连:大连理工大学,2010.
- 4 关东升.iOS开发指南:从零基础到App Store上架.北京:人民邮电出版社,2013.
- 5 冯登国,张敏,张妍,徐震.云计算安全研究.软件学报,2011,22(1):71-83.
- 6 Fielding RT. Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures[Thesis]. University of California Irvine, 2000.
- 7 王鑫.基于BLE和iOS平台的健康管理系统的设计与实现[学位论文].西安:西安电子科技大学,2014.
- 8 Liu GC, Yu HY. Design and implementation of a bluetooth 4.0-based heart rate. International Conference on Communications, Circuits & Systems. 2013, 2. 112-115.
- 9 Nutting J, Olsson F,等.精通iOS开发.第6版.北京:人民邮电出版社,2014.
- 10 汲康.基于iOS的娱乐计步软件“HEALTHY-PIG”的设计与实现.北京:北京邮电大学,2012.