

基于移动智能计算的高血压管理系统

乔秋婷 刘勇国 朱彤昆

杨长虹 万永红 张雪峰

(电子科技大学信息与软件工程学院 成都 610054) (四川省疾病预防控制中心 成都 610041)

朱 斌

靳 祥

(成都市慢性病医院 成都 610083) (成都欢康科技有限公司 成都 610041)

〔摘要〕 建立基于移动智能计算的高血压管理系统, 介绍其总体结构、功能实现, 用户端实现体征采集与监控、行为监控、风险评估和紧急救助等功能, 医生端实现辅助医生开展诊疗服务。系统能帮助用户了解身体状况并进行自我调整, 协助医生及时掌握患者病情进展并进行健康指导, 达到辅助医患开展高血压个性化管理的目标。

〔关键词〕 移动智能计算; 高血压管理; 计算机辅助决策

〔中图分类号〕 R-056 〔文献标识码〕 A 〔DOI〕 10.3969/j.issn.1673-6036.2017.10.007

Hypertension Management System Based on Mobile Intelligent Computation QIAO Qiu-ting, LIU Yong-guo, ZHU Tong-kun, School of Information and Software Engineering, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 610054, China; YANG Chang-hong, WAN Yong-hong, ZHANG Xue-feng, Sichuan Center for Disease Control and Prevention, Chengdu 610041, China; ZHU Bin, Chengdu Chronic Diseases Hospital, Chengdu 610083, China; JIN Xiang, Chengdu Huankang Technology Co. Ltd., Chengdu 610041, China

〔Abstract〕 In this paper, a hypertension management system based on mobile intelligent computation is built, introduces its overall architecture and function realization. The user side can implement collection and monitoring of body signs, behavior monitoring, hypertension riskassessment and emergence help, etc. In addition, the doctor side can assist the doctor in diagnosis service. With the help of this system, the user can know his/her physical status and make self-adjustment in time, and the doctor can quickly track the progress of the patient and provide health guidance. As a result, the personalized hypertension management for both the doctor and the patient can be achieved.

〔Keywords〕 Mobile intelligent computation; Hypertension management; Computer-aided decision

1 引言

〔收稿日期〕 2017-06-19

〔作者简介〕 乔秋婷, 硕士, 发表论文 1 篇; 通讯作者: 刘勇国。

高血压是常见心血管疾病, 可引起心力衰竭、脑卒中、心肌梗死和慢性肾脏病等并发症, 不仅有较高致残致死率, 而且严重消耗医疗资源, 给患

者、家庭和社会造成沉重负担。中国目前有约 2 亿高血压患者,且以每年 1 千万的速度递增,60 岁以上中老年人高血压患病率为 49% ~ 66.9%,比 60 岁以下成年人高 1 倍^[1]。调查显示,我国每年心血管病死亡人数约 300 万,与高血压有关的死亡者约占一半。2003 - 2014 年高血压患病率、知晓率、治疗率和控制率分析结果显示高血压患者的患病率、知晓率、治疗率和控制率分别为 57.2%、57.7%、48.7%、13.3%^[2]。防控高血压是防治心血管疾病和保证中老年人群身心健康的重要内容,作好高血压疾病的预防、监控和治疗刻不容缓。

高血压病程长、治愈率低、复发率高,需要预防、保健、治疗和康复等多种卫生服务,将高血压监控、管理与救助落实到社区和家庭是高血压管理的现实有效途径^[3]。现阶段高血压管理存在居民血压管理意识淡薄,随访服务投入不足等问题。上海市浦东新区建立覆盖全区 45 家社区卫生医院的统一社区卫生服务中心信息系统,为慢性病防治工作提供保障^[4]。上海市浦东新区三林社区卫生服务中心建立基于物联网和移动通信技术的社区高血压监控系统,实现血压管理、监控预警、数据分析与查询和定制短信等功能^[5]。陈龙锋将分类器集成方法应用于上下文推理和决策,通过风险因素等信息决策患者当前血压控制等级,患者或其监护人能够实时了解血压控制状况^[6]。巩沐歌和温有奎将本体论、知识库与高血压知识相结合,构建基于本体的高血压智能推理知识库,为高血压诊断建立共享、可复用的诊断知识系统,此系统具有医生端辅助决策功能^[7]。本文实现基于智能移动计算的高血压管理系统,通过移动智能设备,医生能够及时了解用户血压管理状况,纠正用户不良生活方式;用户能够及时了解自身病情进展并调整生活方式,养成健康行为习惯,出现危险状况时能够获得紧急救助,预防和延缓高血压并发症的发生,降低病死病残率,提高生活质量。系统在生活方式多方面监控和引导、危险情况多渠道预警和救助,随诊服务多角度辅助决

策,为中老年人群高血压防控提供全方位服务。

2 总体架构

随着医疗信息化发展,传统的高血压人工管理模式无法满足患者需求,构建医患辅助高血压管理决策模型,缓解高血压管理的医患沟通困难势在必行。本文的高血压管理系统架构,见图 1,系统分为用户端、医生端和服务端,用户端采用 JDK + Eclipse + SDK + ADT 搭建 Android 用户开发环境,医生端采用 Visual Studio 2013 开发;服务端采用 WCF 架构,数据库采用 MySQL 数据库。系统通过脉搏波传感器和蓝牙模块实时采集并串口传输数据到用户端,用户端通过阈值法实时监控用户体征数据。用户端通过内嵌三轴线性加速度传感器、三轴加速度传感器和陀螺仪采集加速度和角速度数据实现运动行为监控,通过血压、心率体征数据的变化趋势实现饮食和情绪行为监控。用户端用户体征和行为监控数据定时传输到服务端,服务端一方面将监控数据传输到医生端,另一方面实现风险因素提取、疾病诊断和风险评估等,将风险值和评估信息反馈到用户端和医生端,医生可方便高效了解用户实时信息,及时给予建议并制定健康指导方案。医生健康指导方案通过服务端传输到用户端,用户能够及时开展生活方式调整。当高血压风险值持续上升且达到阈值时,系统将为用户提供家属和路人救助服务。

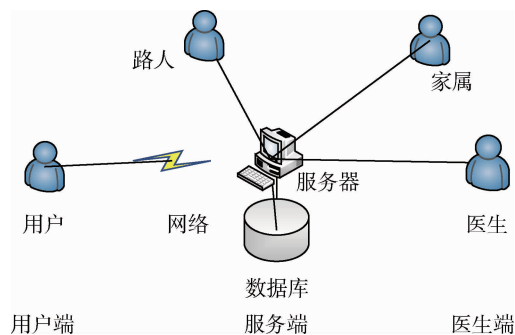


图 1 系统总体架构

3 功能实现

3.1 体征采集与监控

血压监测是医生对高血压患者制定降压治疗方案的重要依据, 血压的良好控制可避免并延缓并发症发生, 延长患者寿命。系统体征采集监控流程, 见图 2。通过 PulseSensor 传感器、Arduino 开发板和 MB-15 蓝牙模块采集脉搏波和心率数据并以串口方式传输到用户端, 心率数据在用户监控界面上实时显示。系统采用极值法提取脉搏波信号特征点(主动脉瓣开放点、收缩期最高压力点、主动脉扩张降压点、左心室舒张期开始点、反潮波起点、反潮波最高压力点), 通过特征点识别主波上升斜率 S 、脉动周期时间 T 、收缩期时间 T_1 、收缩期时间比 T_1/T 等特征参数, 引入逐步回归分析方法计算血压(收缩压 SBP 和舒张压 DBP)与特征参数间关系, 用户端根据公式(1)和(2)实现无创血压连续测量, 将测量数据定时传输到服务端并转送至医生端。当体征数据超过阈值时, 系统实时监控到异常发生并向用户预警。

$$SBP = 113.57 - 0.002 \times S \quad (1)$$

$$DBP = 54.512 - 39.745(T_1/T) + 58.512 \times T \quad (2)$$

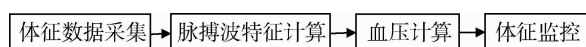


图2 用户体征采集流程

3.2 行为监控

运动、饮食、心情和睡眠是影响高血压的主要行为因素, 监测用户行为方式有助于高血压管理。高血压行为监控从饮食、运动、心情等方面考虑, 因论文篇幅限制此处介绍运动监控流程, 见图 3。运动监控环节识别用户坐、站立、躺、走路、跑步、上楼和下楼 7 种动作, 用户端通过内置三轴线性加速度传感器、三轴加速度传感器和陀螺仪对用户每项运动采集 30 秒加速度和陀螺仪数据, 获得合线性加速度、合加速度和合角速度等特征量, 以此为输入特征通过模板匹配法构建用户个性化运动

模型。用户端周期性监控用户运动曲线, 通过动态时间规整算法评估运动序列与用户运动模型间相似度以识别用户运动类型, 结合心率血压分析用户当前是否处于异常状态, 将异常信息保存到服务端并向用户预警。图 4 显示为运动监控的状态、风险、行为历史风险等信息。

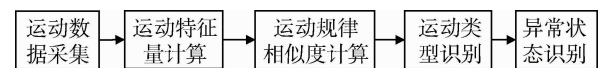


图3 运动监控流程



图4 运动监控界面

3.3 风险评估

高血压风险评估环节通过特征选择提取高血压主要风险因素作为输入, 建立分类诊断模型识别用户是否患有高血压, 对患者评估其疾病风险程度, 对高危人群评估其可能患病风险, 风险评估流程, 见图 5。高血压风险因素分为可改变因素和不可改变因素, 主要包括性别、年龄、身体质量指数、收缩压、舒张压、家族史、个人病史、甘油三酸脂、高密度脂蛋白胆固醇、低密度脂蛋白胆固醇、心率、运动、吸烟、喝酒、盐、油、情绪、教育、居住地、抑郁压力、职业、教育、收入等 30 多个风险因素。系统服务端采用遗传算法和朴素贝叶斯算法实现高血压风险因素提取, 通过加权投票分类集成算法建立高血压诊断模型^[6], 采用最小二乘法建立高血压单因素风险评估模型。由于高血压由多种

风险因素引发,通过单因素风险评估模型构建多因素风险评估模型^[8]。用户端个人信息、血压心率体征和高血压行为监控信息传输到服务端,通过服务端模型分析用户是否患高血压、单风险因素贡献度和疾病风险值/患病风险值。服务端将评估结果反馈到用户端和医生端,用户端根据风险值进行风险预警并展示风险历史信息。医生端显示风险历史信息及风险因素贡献度,见图6,方便医生根据用户风险因素开展针对性高血压管理和诊疗。

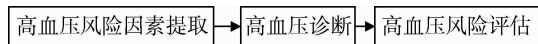


图5 高血压风险评估流程

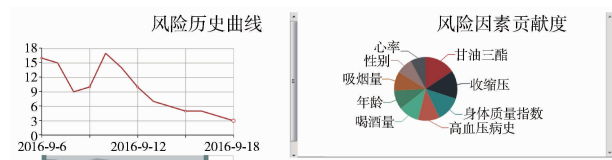


图6 医生端高血压风险评估界面

3.4 医嘱推荐

医嘱管理在高血压管理中关系到患者院外的自我管理效果,我们通过高血压文献建立患者症状-医生医嘱关系数据集,以症状为样本特征,医嘱为标签,服务端基于多标签分类算法建立医嘱推荐模型,构建流程,见图7。系统将多标签问题转换为

多个两分类问题,采用朴素贝叶斯算法训练二分类医嘱推荐模型,根据患者症状计算医嘱标签分类结果并通过阈值法进行医嘱推荐。通过医嘱推荐模型产生饮食、运动和心情推荐信息。医生端根据医嘱相似度评估推送关联医嘱信息供医生选择和调整,用户端可查询医嘱信息。

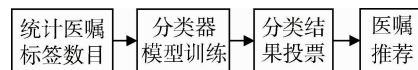


图7 医嘱推荐模型流程

3.5 紧急救助

当用户高血压风险超过阈值且持续上升时,系统视用户处于危险状况并在用户端发布预警信息。若用户出现跌倒且高血压风险持续上升情形,用户端将对用户开展家属和路人救助服务,见图8。家人救助方面,用户端自动开启蓝牙,获取用户当前位置并确认周边医院,同时向用户家属手机发送消息,通知家属用户当前发病位置和附近医院、血压、心率和风险等信息,当用户到达医院时,可向医生提供用户血压、心率、行为监控历史信息和高血压风险等信息,辅助医生开展诊疗服务。路人救助方面,用户端将此时用户位置和用户最近医院、风险等信息发送至服务端,服务端接收信息并向附近具备该应用服务的用户发送救助信息和施救措施,协助施救者开展救助行为。



图8 用户救助界面

4 结语

高血压管理需要医患高效联动机制和管理模式, 基于监控、诊断、风险评估和紧急救助等模型构建基于智能移动计算的高血压监控系统, 实现病前预防、病中控制和危险救助。用户端通过日常行为监控改善其不良生活方式, 危机情况可得到多方救助, 降低伤残率; 医生通过医生端实时了解用户身体状况和日常生活习惯, 引导其调整生活方式。该系统能够辅助医生开展高血压管理决策, 辅助用户健康指导, 缓解高血压管理的困难, 实现医患高血压个性化管理。

参考文献

- 1 蹇在金. 说说老年高血压的特点 [J]. 保健医苑, 2013, (10): 24-25.
- 11 Danquah G, Mittal V, Solh M, et al. Effect of Internet Use on Patients Surgical Outcomes [J]. Int Surg, 2007, (92): 339-343.
- 12 Shaozhuang Ma, Xuehu Xu. Doctor-patient Relationships (DPR) in China [J]. Journal of Health Organization and Management, 2017, 31 (1): 110-124.
- 13 周亮, 周瑞敏. 医患关系影响因素调查 [J]. 中国循证医学杂志, 2007, 7 (11): 778-781.
- 14 徐志杰, 许炳章. 从博弈论视角观察网络医疗健康资源的使用对医患关系的影响 [J]. 中国卫生产业, 2015, 12 (29): 1-4.
- 15 朱跃州, 万配. 基于结构方程模型的医护人员忠诚度对患者满意度影响研究 [J]. 中华医院管理杂志, 2017,

- 2 刘佩, 李殿江. 中国成人高血压年龄别患病率、知晓率、治疗率和控制率 [J]. 中国循环杂志, 2014, 29 (8): 6.
- 3 韦红卫, 冯献湘. 我国社区高血压管理研究进展 [J]. 医学综述, 2013, 19 (14): 2574-2576.
- 4 夏春霞, 陈晓玲, 刘艳, 等. 上海市浦东新区社区卫生服务中心中药房配置现况调查 [J]. 中国中医药信息杂志, 2015, 22 (11): 10-12.
- 5 宋卫华. 健康教育对社区原发性高血压患者服药依从性的调查分析 [J]. 中国初级卫生保健, 2015, 29 (8): 59-60.
- 6 陈龙锋. 基于上下文感知的 WeHealth 无线物联网智能服务研究 [D]. 北京: 北京邮电大学, 2013.
- 7 巩沐歌, 温有奎. 基于本体的高血压疾病诊断知识库 [J]. 情报杂志, 2010, 29 (S1): 169-172.
- 8 Sangi M, Win KT, Shirvani F, et al. Applying a Novel Combination of Techniques to Develop a Predictive Model for Diabetes Complications [J]. PLOS One, 2015, 10 (4): e0121569.
- 16 Nunnally J C. Psychometric Theory [M]. New York: McGraw-Hill, 1978.
- 17 Joresko G K, Sorbo M D. LISREL 8: Structural Equation Modeling with the SIMPLIS Command Language [M]. NJ: Erlba UM, 1993.
- 18 朱效永. 信息不对称下的我国医患关系博弈分析 [J]. 对外经贸, 2012, (12): 129.
- 19 Priya Nambisan. Information Seeking and Social Support in Online Health Communities: impact on patients' perceived empathy [J]. J Am Med Inform Assoc, 2011, (18): 298-304.

(上接第 7 页)