

基于体域网和云平台的远程数字健康系统发展的研究

王明宇¹ 杨吉江¹ 陈昊² 曾强³ 时慧光⁴ 刘耀东⁴

(清华大学信息研究院 北京 100084)¹ (中国人民解放军广州军区广州总医院 广州 510010)²
(中国人民解放军总医院 北京 100853)³ (艾威梯科技(北京)有限公司 北京 100085)⁴

摘要 进入 21 世纪以来,网络技术、移动通讯技术正逐步进入医疗健康服务领域。体域网、宽代移动通信和云平台的结合,使得对大规模人群的各项医学应用成为可能。发展数字化医疗技术,尤其是远程数字医疗技术,越来越被证明是大幅降低医疗和就医成本、改变医疗资源分布以及提高医疗整体水平的重要手段。目前国内外关于体域网采集技术、云计算存储技术、健康综合评估体系、远程医疗与家庭看护模式的研究很多,也提出了许多创新性的理论与模型,但仍然存在诸多问题和难点。其中,在信息技术与医疗相结合的数字化医疗工程应用中,将体域网、云计算等多种高端信息技术集成,逐一解决目前应用中存在的难点,并创新性地建立个人健康信息智能采集与远程服务系统,实现个人健康信息采集和传输的无线智能化、健康信息处理的自动化、健康管理的远程化,从而为国人提供“适时”、“适地”、“无边界”的远程数字健康服务,提高全民医疗健康水平和生活质量,已经成为国内外众多国家医疗改革的重要战略和发展方向。文中对这个领域的发展现状做出了综述和展望,对典型解决方案及应用实例着重进行了分析。

关键词 体域网,云技术,云平台,远程数字医疗

Research on Developing the Telemedicine Based on Body Area Network and Cloud Computing

WANG Ming-yu¹ YANG Ji-jiang¹ CHEN Hao² ZENG Qiang³ SHI Hui-guang⁴ LIU Yao-dong⁴

(Research Institute of Tsinghua University, Beijing 100084, China)¹

(People's Liberation Army Guangzhou General Hospital of Guangzhou Military Command, Guangzhou 510010, China)²

(People's Liberation Army General Hospital, Beijing 100853, China)³

(IVT Technology Inc., Beijing 100085, China)⁴

Abstract In the 21st century, network technology and mobile communication technology are gradually entering the health services field. The combination of body area network, broadband mobile communications and cloud computing makes medical applications for a large population possible. The development of digital medical technology, especially telemedicine, increasingly turns out to be an important method to significantly reduce the costs of health and medical treatment, change the uneven allocation of medical resources, and improve the health care as a whole. There are a lot of researches about body area network technology, cloud computing storage technology, system of health assessment, telemedicine and home-care model at home and abroad, which put forward a number of innovative theories and models. However, there are still many problems and difficulties. In digitalized medical applications that combines information technology and medical care, it becomes a vital strategy and development trend of medical reform in many countries to integrate body area network, cloud computing and other advanced information technologies in order to address the existing problems in applications one by one, and to innovatively establish collection and transmission of personal health information, the automation of health information processing and remote operation of health management. In this way, we can provide telemedicine service “timely” “appropriately” with “no boundaries”, and improve the level of health and medical care and the quality of people's life. This paper provided a general review and outlook of the development in this area and made an analysis of typical solutions and application cases in this area.

Keywords Body area network, Cloud computing, Cloud platform, Telemedicine

1 远程数字化医疗健康系统概述

远程数字化医疗健康系统,通过采用一系列数字化技术和设备,连续、实时地采集患者的生理和病理生理数据,通过网络技术传送到服务器上。医生或健康服务提供商可以实时

监控患者的病情和生理状况,及时做出反馈,使患者不必专程来医院就医,在家里就可以获得方便、快捷的医疗健康服务。

远程数字化医疗健康系统的主要构成以及涉及到的相关技术如图 1 所示。

本文受国家科技支撑计划课题(J2010Z057)资助。

王明宇(1969—),女,博士后,主要研究方向为数字医疗,E-mail:wmingyu@tsinghua.edu.cn。

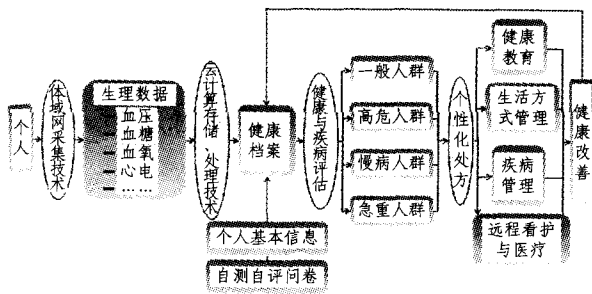


图1 个人健康信息采集与服务系统

1.1 体域网技术

体域网(Body Area Network, BAN)是基于无线传感器网络(WSN)的、由人体上的生理参数收集传感器或移植到人体内的生物传感器共同形成的一个无线网络。它由一套小巧可移动、具有通信功能的传感器和一个身体主站(或称BAN协调器)组成。每一传感器既可佩戴在身上,也可植入体内。协调器是网络的管理器,也是BAN和外部网络(如3GPP, WiFi等)之间的网关,使数据得以安全地传送和交换。BAN不仅是一种新的普适医疗保健、疾病监控和预防的解决方案,还是物联网(Internet of Things)应用于医疗领域的重要感知及组成部分。其目的是提供一个集成硬件、软件和无线通信技术的泛在计算平台,并为普适的健康医疗监控系统的未来发展提供必备的条件^[1]。

为了让BAN成为医疗通信的基本技术,包括医疗技术提供商、医院、保险公司以及工业界在内的各方人士正在开展BAN的研究。其中有:英国帝国理工大学对BAN中情景感知和周围环境感知的研究^[2];美国加州大学和伯克利大学等重点对BAN可穿戴性、可扩展性和资源优化等的研究^[3,4];中国香港中文大学等基于多种通信方式构建混合的BAN,对移动BAN中跟踪和能量感知MAC的研究^[5];此外,还有中国台湾、东南大学以及世界的其他地方,如加拿大、德国、爱尔兰、巴西、比利时和瑞士等国家在BAN对自适应性和可调节性、中间件、信号处理算法、健康及活动监控和网络可靠性等方面的研究。

当前,BAN仍处在初级发展阶段,多数研究都集中在建立系统架构和服务平台上,诸多关键技术的攻关仍面临着严峻的挑战:在用于防止入侵的数据安全和隐私数据保护方面,包括数据安全协议、数据加密算法设计及隐私保护机制等;在用于搭建BAN应用的系统技术方面,包括低能耗的无线通信、体上传感器节点的可穿戴性、传感器的尺寸大小及低能耗问题等^[1]。

1.2 体域网技术在家庭和社区集成和补充

除体域网相关的集中研究外,如何处理家庭和社区环境下的个人健康生理数据采集和服务,也是国内外数字医疗领域的一大热点。相对于体域网更加注重每个人的个体信息集成而言,家庭网和社区网络面向特定的相似群体,能够降低成本、提高效率。在面向家庭网的健康生理数据采集和服务应用中,比较著名的有美国佛罗里达大学的TeCaRob项目^[6]和韩国首尔大学的uHouse项目^[7]。这些先进的应用的共同特点是,希望通过合理、巧妙地在体域网、家庭网环境下布置各种医学传感器,来获取高质量的个人医学生理信息,进而提供各种增值健康服务。不仅如此,全球许多知名的大企业都开始积极进军数字医疗行业,推出了面向个人、社区的各种应

用,如西门子、通用、微软、Google、飞利浦等都在数字医疗或者数字化家庭医疗保健方面投入巨资^[8]。综合这些世界领先的技术和应用范例可以发现,目前它们所采用的信息领域的关键技术主要包括无线网络通信技术、传感器技术、多元信息融合集成技术、WEB技术和数据库技术等。而相应的医学领域的焦点,都集中在面向普通人的健康、保健和疾病看护等有限的传统临床医学的外延方面。

1.3 医疗健康领域中云计算的应用

云计算是虚拟化(virtualization)、效用计算(utility computing)、IaaS(基础设施即服务)、PaaS(平台即服务)、SaaS(软件即服务)等概念混合演进并跃升的结果,也是分布式计算(distributed computing)、网格计算(grid computing)和并行计算(parallel computing)的最新发展阶段。目前,Google, IBM和Microsoft等公司提出了相应的云计算平台。

数字医疗是把现代计算机技术、信息技术应用于整个医疗过程的一种新型的现代化医疗方式,是公共医疗的发展方向和管理目标。相应地,这些IT巨头根据其自身云计算平台给出了相应的数字化医疗解决方案。

Google基于其大规模数据的分布式存储和管理的云计算平台推出了在线个人医疗健康信息管理服务Google Health。IBM和ActiveHealth Management推出新的云计算和临床决策支持解决方案,帮助医疗机构、医院和国家改变提供医疗保健服务的方式,以更低的成本提供更优质的服务。Microsoft则推出了个人及家庭健康管理应用平台HealthVault。这一平台相当于全世界联网的医疗档案系统,主要用于医院和医生之间共享病人的医药信息,提高看病时的工作效率。

云计算为解决我国医疗行业信息系统的可扩展性差、维护困难、系统运行成本高、数据共享困难、使用不方便等问题提供了可能。充分利用云计算技术提供的无缝、集成的计算和协作平台,对所有软、硬医疗资源进行有机融合,实现各种诊疗信息、行政管理信息、保障信息等高度共享和全面协作。

1) 海量健康数据存储与管理

云计算的数据存储系统主要有Google GFS^[18]和Hadoop开发团队开发的开源系统HDFS。为保证高可用、高可靠和经济性,GFS和HDFS都采用分布式存储的方式来存储数据。另外,云计算系统需要同时满足大量用户的需求,并行地为大量用户提供服务。因此,云计算的数据存储技术必须具有高吞吐率和高传输率的特点。云计算的数据存储技术未来的发展将集中在超大规模的数据存储、数据加密和安全性保证以及继续提高I/O速率等方面。

2) 虚拟资源优化管理

虚拟化技术^[19]通过将应用系统的软、硬件隔离开,打破数据中心、服务器、存储、网络和应用中的物理设备之间的划分,来实现计算资源分配与管理的动态化,以提高系统结构的灵活性和灵活性,达到降低成本、改进服务、减少管理风险等目的。

3) 医疗信息的语义分析与搜索

语义分析与搜索^[20]是指搜索引擎(信息处理引擎)的工作不再拘泥于用户输入的请求语句(所给定半结构化或非结构化信息的)所包含的词语,而是透过现象看本质,准确地捕捉到用户所输入语句后面的真正意图,并以此来进行搜索,从

而更准确地向用户返回最符合其需求的搜索结果。知识库是语义搜索引擎进行推理和知识积累的基础和关键,而 Ontology 则是知识库的基础。云计算大部分采用 MapReduce^[21] 的编程模式。现在大部分 IT 厂商提出的“云”计划中采用的编程模型,都是基于 MapReduce 思想开发的编程工具。

4) 基于知识的医疗数据挖掘技术

医疗卫生信息化的迅速普及,为医疗行业积累了海量有价值的信息,有效分析、挖掘这些数据中隐含的信息、知识及模式,可为患者提供更好的诊疗及保健。Linked Open Data^[22] 项目推动了大量领域知识在网上可以获得,这一趋势催生了语义数据挖掘技术,其核心思想是将领域知识嵌入到数据挖掘的过程中来。特别是医疗卫生领域,大量疾病及药物相关的领域概念、实例及相关关系的存在,便于领域内元数据集和知识本体构建,进而建立基于本体的具有智能推理功能的健康信息模型,并将本体健康知识库与健康管理平台中的个人健康数据相结合,实现语义数据挖掘。

1.4 健康综合评价系统

健康综合评价是了解个人、群体和社会健康状况的重要手段,是成功进行健康管理、健康教育和健康促进的基础。1989 年,WHO 将健康的概念调整为“健康应包括身体健康、心理健康、社会适应良好和道德健康”。由此概念可以得出,评价一个人的健康状况需从其身心健康、社会适应、道德健康等几方面进行综合评价,这充分体现了“健康第一”的指导思想,是当前推行素质教育、全面促进身心健康的重要措施,具有相当的现实意义。

目前常用的健康综合评价方法有:综合评分法、层次分析法、综合指数法、TOPSIS 法、模糊综合评价法、综合系数评价法等。在医疗卫生实际工作中,遇到的常常是复杂的状况,所以会同时受到多种因素的影响,因此必须综合考察多个有关因素,选择最合适的方法,以达到最佳的评价效果。

目前国内外许多专家、学者对人群健康的评价做了大量的工作,国内吕少丽、李士雪^[23] 和车吉泊^[24] 等着重在理论上加以探讨;应焱燕^[25] 等进一步讨论了它的运用,这对健康评价指标的推广起到了积极的作用。国外学者也不断加强研究,主要在健康评价指标的开发、特定领域的运用等方面。到目前为止,国内外对跨地域、多病种(急重病、慢性病)群体性健康的健康评价还不是很多,还没有一个很好的综合性健康评价指标得到广泛的应用。

1.5 远程医疗与家庭看护

随着医疗技术长足的进步,国人平均寿命在逐渐增加,间接促使老年人口比例持续上升,导致老龄化社会的来临。各种社会福利、医疗医药技术与社会安全制度的问题逐渐显现,且越来越多的高龄者无法获得妥善适当的照护。

远程医疗与家庭看护相关产业在国外已蓬勃发展,远程医疗监测与因特网、无线通信等产业结合已是重要趋势,高龄化社会形态下非常适合网络/通讯业者提供增值服务^[26]。远程医疗目的是运用资讯/通讯网络,让医疗资源不足的地方分享医疗资源用作紧急的医疗协助^[27,28]。目前,许多国家纷纷寻求将资讯/通讯科技应用于家庭看护的可能性,希望藉由整合无线感测与监控技术应用于医疗看护产业,而降低居家看护人力的需求。远程医疗与家庭看护产业内容涵盖被看护者异常状况紧急通报、用药提醒、远程探视与医疗咨询及居家环

境安全等项目。

随着传输与无线通信技术的进步,自 2000 年代开始,无论是在临床或非临床领域应用,美国远程居家健康看护系统(Telehealth care systems)已呈现蓬勃发展的态势。美国学者^[29]指出,未来医学之发展,将朝向使用各式远程监控技术取代高成本、费时的临床问诊模式。Dixie^[30]则指出,居家环境下的健康监控系统,在安全的前提下,由患者进行自我医疗测试(如血糖、心电图、血压等)不但能整合社会资源,节省往返问诊时间与昂贵医疗费用,藉由日常居家环境中长期、持续性的健康监测,可以及时察觉疾病与生理机能异常征兆。国际知名的「未来人期刊(The Futurist)」在 1996 年预测重大改变人类生活形态的科技产品中,排名第六的便是家庭用的「健康监测系统(Home health monitors)」^[31]。

2 远程数字医疗面临的难题及解决思路

目前,远程数字医疗还面临不少难题,但通过信息技术的快速发展和深入研究,针对这些问题的解决思路和方法不断涌现出来。

2.1 如何构建安全可靠的体域网

体域网技术目前的技术难点包括两个方面(见图 2):

- 一是个人生理信息采集设备必须同时满足下列要求:低功耗,可长时间持续工作;微型化、便携,可穿戴或可植入;高处理能力,可同时处理多生理参数;高准确性、高稳定性;低成本、便于普及;高安全性,保证个人信息安全和隐私保护要求;
- 二是体域网的构建必须同时满足下列要求:采用统一设备接口、通讯协议,以解决多设备、多网络的互联互通性和互操作问题;兼容通用健康交换接口和标准。

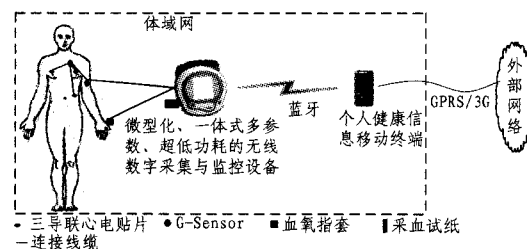


图 2

2010 年,蓝牙技术联盟发布的新一代蓝牙 4.0 无线通讯技术为解决体域网技术难点的第一个方面提供了一条可行之路。蓝牙 4.0 拥有极低的运行和待机功耗,在保证长时间、高稳定性、高准确率通讯的同时,对能耗要求极低,使用一粒纽扣电池可连续工作数年之久。同时还拥有低成本,跨厂商互操作性、3 毫秒低延迟、AES-128 加密、对蓝牙旧标准的向下兼容等诸多特色。

2.2 如何构建基于云计算的个人健康信息系统

基于体域网技术构建的个人生理信息采集系统,将海量的数据通过网络发送到服务器上。如何解决个人海量健康信息处理技术,包括个人健康档案管理云存储体系架构、大规模并发数据处理、医疗云数据处理等问题,是构建个人健康信息管理系统难点。

云计算概念和系统方案提供了这个问题的解决之道(见图 3):

- (1) 在体系架构设计方面,采用典型的层次化服务模型架构,云数据中心平台从 IaaS, PaaS, SaaS 3 个层次提供基于

云计算解决方案的数据存储和管理系统和服务。IaaS 提供数据中基础设施共享和虚拟化服务,基础设施包括各种提供计算和存储能力的硬件资源。PaaS 提供数据管理的平台服务,如安全数据访问、高效数据查询、实时质量监控等。SaaS 提供远程医疗的智能化信息服务,如数据挖掘、智能化数据分析等。

(2) 在基础设施服务方面,IaaS 模型允许用户租用处理、存储、网络等功能和资源,用户可以安装操作系统与应用程序,不用管理和控制后台的云基础架构,但可以通过操作系统和应用程序来控制这些资源。为保证高可用、高可靠和经济性,云计算采用分布式存储来存储数据,采用冗余存储,即为同一份数据存储多个副本的方式来保证存储数据的可靠性。另外,云计算系统需要同时满足大量用户的需求,并行地为大量用户提供服务。因此,云计算的数据存储技术必须具有高吞吐率和高传输率的特点。云计算的数据存储技术主要有谷歌的非开源的 GFS 和 Hadoop 开发团队开发的 GFS 的开源实现 HDFS。通过基于虚拟化技术和虚拟服务器产品(如 VMWare、Xen 等),构建基础设施虚拟化服务平台;并基于云计算体系架构下新型的大规模分布式数据存储技术(如 GFS、BigTable 等)及其开源软件实现系统(如 Hadoop 等),构建云存储平台。实现平台按需、动态的高可扩展性、配置和部署的灵活性、应用的透明性和广泛性。

(3) 在数据管理方面,云计算系统对大数据集进行处理、分析,以向用户提供高效的服务。因此,数据管理技术必须能够高效地管理大数据集。其次,如何在规模巨大的数据中找到特定的数据,也是云计算数据管理技术所必须解决的问题。云计算的特点是对海量的数据存储、读取后进行大量的分析,数据的读操作频率远大于数据的更新频率,云中的数据管理是一种读优化的数据管理。

(4) 在服务质量控制方面,采用服务水平协议(Service Level Agreement, SLA)和实时监测技术。服务质量问题会造成数据错误与丢失、传输延迟甚至整个系统的崩溃,带来难以估量的影响。服务质量(Quality of Services, QoS)和服务水平协议(Service Level Agreement, SLA)是资源服务供、求双方之间的契约,是实现资源协商、动态选择、按需获取的基础。运行时性能监测是开放、动态的云计算环境中服务质量保障的一个重要手段。监测系统在线收集系统的各种运行数据、追踪服务执行过程、监视系统运行时状态变化、验证系统运行是否满足服务水平需求并在不满足时做出响应。实时监测可有效捕获软件的各种动态变化信息,为系统故障检测、诊断和恢复提供依据。针对云资源管理的服务质量控制的需求,研究有效的 SLA 机制,以提高服务的可控性和可预测性;定义监测数据的种类和采集频率,并构建监测频率、监测数据类别的定制、配置和管理工具。

(5) 在智能服务方面,为提高数据的智能化处理和分析能力,引入基于本体的知识表示和推理机制,建立个人健康知识库系统。利用健康管理专家在疾病和健康管理方面的丰富知识,将知识中的核心概念提取成为健康元数据,并分析元数据类型及其相互关系,通过本体建模的方法将其抽象成为本体中的类、属性、实例及类关系,构建具有高可用性的本体模型。可采用 Protege 作为本体构建工具,建立规则的平台可

采用 Protege 中的插件 SWRL Editor。在慢病本体模型基础上,使用语义 Web 规则语言 SWRL(Semantic Web Rule Language)建立健康知识库,采用 Jess 作为系统本体知识的推理引擎。

(6) 在数据分析方面,采用机器学习的方法。通过研究从本体到贝叶斯网络的转化方法 SOBEN(Scenario Ontology to Bayesian Network),针对各种疾病知识的管理要求,研究贝叶斯网络动态生成方法,以适配医学健康本体知识库的丰富和完善。医学健康本体与贝叶斯网络相结合,一方面可以通过本体知识表征医学知识;另一方面通过贝叶斯网络体现智能健康管理引擎的知识学习过程,表征了引擎的静态属性和动态规律。

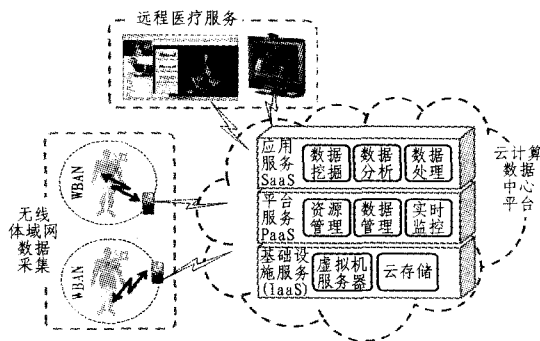


图 3

2.3 如何科学管理个人健康信息及构建服务网络

在成功采集了海量个人数据并存储到个人健康信息系统之后,如何从这些数据里提取有用的信息,并基于这些信息构建面向个人的服务,是远程数字化医疗的又一个重要难题。解决方法有:

(1) 个人健康信息的获取

构建个人健康信息评估系统前,首先要明确能够获取的个人健康信息。例如:通过个人健康信息的获取方式,如体域网采集得到实时、动态的血压、心电、血氧、血糖、体温、能耗(测量时间、数值、变化曲线图)等 6 类个人生理指标;通过云平台构建健康档案,得到个人一般生活方式问卷、平时健康信息、年度体检报告、住院诊疗信息等;通过远程健康服务系统了解到个人实时、动态的临床症状,如躯体症状(头晕、胸痛、头痛、喘息等)的诱因、发作时间、严重程度、持续时间、缓解方式等。

(2) 构建个人健康信息评估系统

建立评估的健康状况入选及诊断标准,例如:根据获取的个人健康信息,按照权威临床诊疗指南制定的标准,入选可预警并可评估风险的个人健康状况,包括生理指标异常状况、3~5种急重疾病病情状况、3~5种慢性疾患患病风险与严重程度状况、个人健康综合状况等。

健康评估方法的确立:常用的健康评价方法有综合评分法、层次分析法、综合指数法、TOPSIS 法、模糊综合评价法、综合系数评价法等。目前为止,国内外还没有一个很好的健康评估方法能够对跨地域、多病种(急重病、慢性病)群体性健康进行评价。一般情况下,需要召集具有丰富的医学知识和诊疗经验的多学科专家,检索并讨论国内外各类健康综合评估方法,标准化处理个人健康信息指标,确立适合国人生理特

征的跨地域、多病种(急重病、慢性病)健康评估方法。

然后,根据拟评估的健康状况和确立的健康评估方法,构建健康评估系统。系统将包括:生理指标异常的分析与判断、急性疾病病情的分析与判断、慢性疾病风险评估、慢性疾病危险分层和个人健康综合评估。

采集的生理指标超过或低于正常生理范围时,系统自动报警,并立即启动反馈确认和分析判断程序。实时、动态地自动收集个人生理指标信息、躯体症状信息,结合平时健康信息,针对生理指标异常报警进行深入分析并做出初步判断。结果若信息采集有差错,警报解除;信息采集无误:属于一过性波动,注意消除诱因,继续观察;属于慢性疾病指标控制不理想,则请求启动专家咨询程序;提示可能新发疾病,则请求启动专家咨询程序;提示有可能发生急性疾病,则请求立即启动急性疾病病情判断程序和就医指导程序。系统将自动分析海量个人健康信息,对个人健康状况进行综合评估,对可能发生的疾病进行智能风险评估与分层,制定出个性化处方,如健康指导、生活方式管理、医疗保健方案等。

(3) 个人健康信息评估系统的测评

构建个人健康信息评估系统后,需要选择一定量的样本人群进行健康体检,建立健康档案,用来评估系统的有效性,检测系统是否能够做到生理指标的异常报警与误报排除、急性疾病病情分析、慢性疾病风险评估与分层,以及个人健康综合评估与个性化处方的制定。

样本来源:可根据需要选择合适范围的、具有代表性的样本人群,例如:有代表性选择样本城市医院体检人群(最好是两个或以上),按体检号随机化抽取,纳入标准:体检人群;排除标准:年龄<18岁者,诊断为传染病及精神性疾病患者,患非重大疾病但需用药维持者,不愿合作者。

样本量计算:个人健康信息评估系统包括了生理、体检信息、生活问卷等指标,包含了生理指标异常、急性疾病病情、慢性疾病风险与分层、个人健康综合等各种评估。各类指标和评估的样本量无法统一,可根据实际需要,将所需样本量按照多因素分析的样本量估算方法,结合计算成本、时间等问题,确定样本数。

统计分析:统计软件可采用 SPSS12.0,统计方法用相关系数法、逐步回归、因子分析、层次分析法等。

测评方法与结果分析、处理:将采集到的样本健康信息(包括体检信息、生活方式信息等)建立健康档案。利用个人健康信息评估系统实时地对生理指标、急性疾病病情、慢病风险等进行评估,并与样本人群实时健康状况进行对照,根据测评结果校正评估方法和指标系数,通过不断修正,最终形成有效的个人健康信息评估系统。

3 典型解决方案及应用实例分析

目前国内较成熟的商用体域网是艾威梯公司推出的扁鹊飞救™远程健康救助系统(见图4)。该系统是一套融合多项世界领先技术与专利,以呼叫中心和网络平台为中心,与急救中心、医疗机构、健康咨询机构等相结合,集监测、定位、呼救于一体的远程健康救助系统。用户每次使用无线血压仪、血氧仪、心电图仪测试得到的数据,都会通过手机自动发送到网站上作为资料存档记录。用户还可以咨询健康相关的问题,更

及时地发现问题,为就医提供参考。

扁鹊飞救™远程健康救助系统将座机电话与手机结合,克服了GPS无法进行室内定位的世界性难题,成功地解决了对事发地的室内定位与自动报警问题。平时可当无绳电话用,当意外突发时,通过手机一键呼救急救中心,并且以短信形式将用户所处位置同步发送给急救中心,室内可以准确定位到房间号,这对抢救居住在高楼群的现代人至关重要,给挽救生命赢得更多的时间。

该系统实现了动态心电、血压、血糖、血氧含量检测,为缺血性心脏病、缺氧性心脏病、高血压、糖尿病的诊断提供新的有利检测手段,并为制定动态给药治疗提供强有力的依据。测量仪体积小,便于在运动与家庭生活中使用,经济实惠,可以普及应用,成为医疗日用品,适合患有心脏病、高血压、糖尿病等的患者。

该系统的主要特点:可随时随地监测心电、血压及血氧、血糖;测量数据自动上传到扁鹊飞救™个人电子病历中心;可通过网络平台随时查询电子病历;测量数据(血压及血氧)可自动通过短信通知亲属;可通过GSM网络或固话网络一键呼救,直接接通急救中心;呼救信息中包含病患的具体位置。

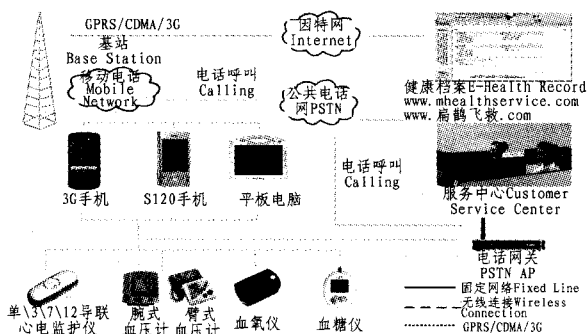


图4 扁鹊飞救™的远程健康救助系统

扁鹊飞救™远程健康救助系统虽然实现了动态心电、血压、血糖、血氧含量的检测,但仍然是分离式的。下一步将会朝着微型化、一体式多参数、超低功耗、可移动、可穿戴的方向发展,并将多种通信技术和组网技术相结合,构造可调整精度、大规模、全面的体域网医疗健康监护平台。

体域网、宽代移动通信和云平台的结合,使得对大规模人群的各项医学应用成为可能。目前我们针对这个方面正在扁鹊飞救™平台上开发的应用有:

基于远程心电、血压、血氧、血糖的实时监测技术,对大规模冠心病、高血压和糖尿病患者进行远程运动康复指导,进行实时、定量监控和及时双向反馈,动态评估和调整;对运动处方与病种、生命体征、生化指标、代谢水平、关节的健康状况的相关性进行深入的研究并进行分类总结和临床试验,在总结前人研究的基础上建立相应的运动处方库,并且将运动处方库移植到云平台,以此处方库为模板进行大面积人群的推广使用^[32]。

基于远程心电的实时监测技术和云平台,对于脑卒中和房颤进行早期监测与预防,并且将PC上的心电分析软件移植到云平台,以实现大量患者的并行监测和预警^[33]。

基于远程心电、血压、血氧、血糖的实时监测技术(体域网技术)和云平台,建立远程胸痛急救中心。其中包括建立满足

远程胸痛急救需求的电子病例系统,建立满足胸痛急救流程的后台应急响应支持系统。当以中心医院为中心建立起这样的远程胸痛急救中心后,地级医院和社区医院可以参与到远程胸痛急救中心,联成远程胸痛急救中心网,通过体域网技术和云平台共享信息和资源,相互支持,实现了一个平台三级联动的胸痛急救模式。各中心医院也可以相互联网,相互支持,互为热备份,以覆盖全国大面积区域和大规模人群,应对突发事件,如自然灾害、局部冲突、恐怖袭击等,达到患者未到,信息先到,缩短急救准备时间,提高救治率的目标^[34]。

结束语 总之,目前国内外关于体域网采集技术、云计算存储技术、健康综合评估体系、远程医疗与家庭看护模式的研究很多,也提出了许多创新性的理论与模型,但仍然存在着诸多问题和难点。特别是在体域网、云计算等信息技术与医疗相结合的数字化医疗工程应用中,还需将体域网、云计算等多种高端信息技术集成,逐一解决目前应用中存在的难点;创新性地建立个人健康信息智能采集与远程服务系统,实现个人健康信息采集和传输的无线智能化、健康信息处理的自动化、健康管理的远程化,以大幅降低医疗和就医成本,改变医疗资源分布,提高医疗整体水平,从而最终为国人提供“适时”、“适地”、“无边界”的远程数字健康服务,使其实现优质健康的生活。

参 考 文 献

- [1] 宫继兵,王睿,崔莉. 体域网 BSN 的研究进展及面临的挑战[J]. 计算机研究与发展,2010,47(5):739-753
- [2] Pansiot J, Stoyanov D, Mcilwraith D, et al. Ambient and wearable sensor fusion for activity recognition in healthcare monitoring systems[C]//Proc of the Int Workshop on Wearable and Implantable Body Sensor Networks. Berlin; Springer, 2007:208-21
- [3] Yuce M R, Ng S W P, Myo N L, et al. A MICS band wireless body sensor network[C]//Proc of IEEE Wireless Communications and Networking Conference. Washington, IEEE, 2007: 2475-2480
- [4] Zhou G, Wan C Y, Yarvis M D, et al. Aggregator-centric QoS for body sensor networks[C]//Proc of the 6th Int. Symp on Information Processing in Sensor Networks(IPSNS'07). New York: ACM, 2007:539-540
- [5] Chan C H, Poon C C Y, Wong R, et al. A hybrid body sensor network for continuous and long-term measurement of arterial blood pressure[C]//Proc of the 4th IEEE/EMBS Int Summer School and Symp off Medical Devices and Biosensors. Washington; IEEE, 2007:121-123
- [6] http://www.icta.ufl.edu/projects_B.htm#8
- [7] Seo J W, Park K. The development of a ubiquitous health house in South Korea[C]//Proc of the 6th International Conference on Ubiquitous Computing(UbiComp 2004). Nottingham, England, Sept. 2004:27-30
- [8] <http://www.ehealthnews.eu>
- [9] Open Firmware[EB/OL]. <http://www.openfirmware.org>
- [10] CoreBoot(LinuxBIOS)[EB/OL]. <http://www.coreboot.org>
- [11] UEFI[EB/OL]. <http://www.uefi.org/home>
- [12] 闪联 IGRS[EB/OL]. <http://www.igrs.org>
- [13] E 家佳联盟[EB/OL]. <http://www.itophome.org.cn>
- [14] Kim J S, Kim B O, et al. Development of HIHM (Home Integrated Health Monitor) for Ubiquitous Home Healthcare[C]//Proc of the 29th Annual International Conference of the IEEE EMBS. Aug. 2007:23-26
- [15] Lee T-S, Hong J-H, Cho M-C. Biomedical Digital Assistant for ubiquitous Healthcare[C]//Proc of the 29th Annual International Conference of the IEEE EMBS. Aug. 2007:23-26
- [16] Zhu Jian-xin, Gao Lei-na, Zhang Xin-fang. Preliminary Research on Wearable Healthcare in Ubiquitous Computing Age[C]//International Conference on Computer Science and Software Engineering. Dec. 2008:12-14
- [17] Lu Yong-qiang, Zhang Lei, et al. A Low-Cost Ubiquitous Family Healthcare Framework[C]//VIC'10. Proceeding of the 7th international Conference on Ubiquitous Intelligence and Computing. 2010(6406):297-306
- [18] Ghemawat S, Gobiuff H, Leung S-T. Google File System[C]//19th ACM Symposium on Operating Systems Principles. Lake George, NY, Oct. 2003
- [19] Barham P, Dragovic B, et al. Xen and the Art of Virtualization [C]//ACM Symposium on Operating Systems Principles. 2003
- [20] Makel E. Survey of Semantic Search Research[EB/OL]. http://www.sange.fi/~humis/sw/semantic_search.pdf
- [21] Dean J, Ghemawat S, Reduce M. Simplified Data Processing on Large Clusters[C]//Proc of the 6th conference on Symposium on Operating Systems Design and Implementation. 2004
- [22] Lee T B, et al. Linked Data-The Story So Far[J]. International Journal on Semantic Web and Information Systems, 2001, 8 (20):30-40
- [23] 吕少丽, 李士雪. 评价健康水平的新指标——伤残调整期望寿命 [J]. 卫生经济研究, 2001, 18(12):7-9
- [24] 车吉泊, 黄尉初. 人群失能状况的测量与数字化表达的研究近况 [J]. 实用医药杂志, 2004, 21(2):177-178
- [25] 应焱燕, 谢亚莉. 期望寿命及健康寿命应用分析[J]. 实用预防医学, 2002, 9(4):302-304
- [26] Liu Hai-shan. Toward semantic data mining[C]//Proc of Internal Semantic Web Conference. 2010:267-230
- [27] Bhattacharya S S. Intelligent monitoring systems: smart room for patient's suffering from somnambulism[C]//Microtechnologies in Medicine & Biology 2nd Annual International IEEE-EMB Special Topic Conference. 2002:326-331
- [28] Celler B G, Earnshaw W, Ilisar E D, et al. Remote monitoring of health status of the elderly at home[J]. A multidisciplinary project on aging at the University of New South Wales. International Journal of Biomedical Computing, 2003, 8(40):147-155
- [29] Enderle J, Blanchard S, Bronzino J. Introduction to Biomedical Engineering[J]. San Diego, CA, USA, Academic Press, 2000, 7 (5):89-94
- [30] Dixie F. In-home tests make health care easier [J]. FDA Consumer, 2007, 9(28):25-28
- [31] Stephen M, William K. The top 10 innovative products for 2006: Technology with a human touch[J]. The Futurist, 2006, 30(4): 16-20