

移动云环境下远程医疗监护研究^{*}

姚俊明 邢 丹

(济宁医学院医学信息工程学院 日照 276826)

〔摘要〕 详细介绍远程医疗及远程医疗监护发展状况、现存问题,提出移动云环境下的远程医疗监护方案,阐述系统框架和业务流程,提高远程医疗监护成功率,为相关研究和实践提供参考和借鉴。

〔关键词〕 移动云;远程医疗;医疗监护;数据采集;数据处理

〔中图分类号〕 R-056 〔文献标识码〕 A 〔DOI〕 10.3969/j.issn.1673-6036.2019.06.001

Study on Remote Medical Monitoring in the Context of Mobile Cloud YAO Junming, XING Dan, School of Medical Information Engineering of Jining Medical University, Rizhao 276826, China

〔Abstract〕 The paper concretely introduces the development and existing problems of telemedicine and remote medical monitoring, proffers a remote medical monitoring program in the context of mobile cloud and explains the system architecture and the operation flow, thus improving the success rate of remote medical monitoring and providing references for relevant study and practices.

〔Keywords〕 mobile cloud; remote medical; medical monitoring; data collection; data processing

1 引言

随着我国社会经济的高速发展,人口老龄化、亚健康、老年慢性疾病等社会现象加剧,高质量、方便快捷的医疗服务需求增多。医疗资源稀缺且分布不均,医联体相互分割导致的信息孤岛,医疗费用的持续增长,加重人们的经济负担,同时也导致医疗服务水平及效率较低,致使医患关系没有显著改善。远程医疗是为了解决当前严重的医患问题而采取的措施之一,在政府的牵头下,通信、网络、

IT 软件等大多数公司积极参与^[1],前期确实收到预期效果,但也出现诸多问题,大致可从 3 方面来分析:第一,患者的参与积极性较低。传统的医疗模式必须当面接受医生的问诊才放心,对这种新的医疗模式产生抵制、不信任情绪。第二,医疗系统间存在缝隙、协作程度低、信息孤岛、管理难度大等问题,造成医疗资源无法有效地整合使用,存在严重浪费的现象。第三,由于受到网络技术、通信设备、体征检测设备等方面的影响,患者的生命体征数据无法准确、实时传输到服务器,可能延长医院专家会诊,甚至影响诊断患者不能及时获取医生的

〔修回日期〕 2019-06-13

〔作者简介〕 姚俊明,讲师,发表论文 12 篇,参编教材 2 篇。

〔基金项目〕 济宁医学院青年教师科研扶持基金“移动云环境下医疗健康服务研究”(项目编号:JYFC2018KJ064);济宁医学院青年教师科研扶持基金“移动云环境下具有计算迁移的远程医疗架构研究”(项目编号:JY2017KJ057);济宁市哲学社会科学规划研究 2018 年度课题“大物移云时代济宁市医养结合养老模式研究”(项目编号:18JSGX011)。

治疗方案, 延误治疗时机。

针对远程医疗存在的问题^[2]以及移动云的优势, 提出将移动云应用于远程医疗监护中的方案。利用云计算强大的资源池、高计算能力、无容量限制的存储空间等优势改善移动终端的性能, 用户将所有数据存储和程序运行移至云端, 无需依赖特定的终端, 任何时间和地点均可自由访问云端的数据处理结果。既降低业务成本, 又能为用户提供满意的医疗服务。实验证明该方案可以在互联网、移动网络环境下实时监护病患, 给远程医疗带来全新的应用体验, 从而提升医疗监护的成功率^[3-4]。

2 研究现状

2.1 远程医疗

2.1.1 国外 国外远程医疗大多在家庭、社区及农村地区, 采用现代化通讯技术提供医疗预防、医疗健康等服务。从国际上看, 远程医疗的应用逐步走向社区、走向家庭, 更多地面向个人, 提供定向、个性的服务。随着物联网技术的发展与智能手机的普及, 远程医疗也开始与云计算、云服务、大数据分析结合起来, 众多的智能健康医疗产品逐渐面世, 远程医疗从疾病救治发展到疾病预防的阶段。目前, 美国及欧洲国家在远程医疗的开展和普及方面表现突出, 具有较多的远程医疗站点和较高的居民覆盖率。美国医疗主管部门统计数据显示, 全美范围超过 60% 的健康服务机构和 50% 的医院在不同程度上应用了远程医疗服务。在美国远程医疗服务首先是满足患者获取专科咨询建议, 可以通过电话、电子邮件和双向音视频等不同交流模式。现在又推出 "Plug - n - Play" 直接连接家庭 TV 作为远程视频终端。2017 年美国 NomadHealth 推出远程医疗板块, 将医生直接与远程医疗雇主联系起来, 医生可直接在家中临床工作。远程医疗公司 Sappira 研发的一款新型产品 APPHeyDoctor, 可以让医生通过短信对某些疾病开具处方。HealthPartners 研发的远程监控血压仪来管理患者的高血压, 医生对患者的生理数据进行检查、分析并干预治疗。Zoom 公司研发推出的基于 EpicEHR 的 ZoomforHealth 远

程医疗平台, 通过上下文感知技术在远程医疗工作流程中直接向病人或医护人员发起视频。大型连锁药店运营商沃尔格林 (Walgreens) 与纽约长老会 (NewYork - Presbyterian, NYP) 卫生系统达成共识, 在其旗下零售药店段瑞德店内提供即时紧急远程护理服务。根据美国远程医疗协会的统计, 2017 年 1 900 多万的美国人接受某种形式的远程医疗服务。由此可见远程医疗新概念、新合作模式将不断涌出。

2.1.2 国内 国内远程医疗虽然起步较晚, 但相关医疗机构已经开展了针对远程医疗的应用, 如浙江大学医学院、解放军总医院、河北大学附属医院、北京清华长庚医院均开设远程医疗信息平台。河南大学淮河医院国家远程医疗协同中心^[5-6]形成线上线下相结合的协同机制, 实现与已有远程医疗平台数据接口互通。郑州大学第一附属医院国家远程医疗中心^[7]借助于华为云数据中心, 打造远程医疗系统 ICT 基础架构。作为全球首家中文国际远程医疗项目, 2015 年启动的由中日友好医院与美国华人医师网络医院联合开展的中美华人医师远程医疗合作项目能为中美患者提供国际化的远程医疗, 中国患者只需通过免费咨询电话就可以预约到美国的华人医师。这些平台为我国远程医疗的有效开展奠定了良好的基础。

2.2 远程医疗监护

2.2.1 概述 目前远程健康监护的研究大多针对某种或某几种特定的监测指标, 面向慢性病患者、孕妇、老年人、医疗机构内病重患者和有保健需要的亚健康人群等, 技术大多采取物联网、移动设备、传统网络搭建小型监测系统, 通过采集无线体域网 (Wireless Body Area Networks, WBAN) 中的生命体征进行监测。健康检测系统通常由传感器、通讯和数据处理部分组成, 又在监测目标和采取的方法方面有所区别。有些研究针对检测跌倒、位置跟踪和日常的某种活动 (如睡眠), 或是针对某种认知性疾病 (如阿尔茨海默氏症) 或某种生物疾病 (如心脏病)。健康检测的效果还与网络中传感设备的存储、处理、通信方式、带宽及能源管理有关。同时也存在检测系统内的网络缺乏统一的标准和管理。

2.2.2 国外 远程医疗监护已被广泛应用。在监测方面,美国加州研发推出的 Self-quanters APP 软件,通过佩戴手表式的血压监测器对用户的血压进行全天候实时监测;用睡眠监控仪对睡眠过程中的呼吸状态进行监控,再将收集到的数据传输至云数据处理中心,最后形成健康曲线图并可由此获取专家建议。美国高通公司研究推出一款家庭中心平台,可通过血糖、血压等检测仪将感应信号传输至云数据库以供医务人员参考。在泰国,医护者利用移动设备提醒肺结核患者按时服药,有效提高患者用药的依从性。印度某生物公司研发推出 uChek 软件,患者通过智能手机下载应用程序后,利用摄像头拍摄读取测试棒的颜色,然后程序会自动分析尿液中的各项指标,以判断用户的身体健康状况。德国某生物公司研发的一种镜头,借助苹果智能手机将此设备置于患者皮肤上,当自动对焦后完成图像捕捉,然后手机上的应用程序可以自动进行图像分析,以实现皮肤疾病的诊断,捕捉的图像还可以通过云服务器传送至医疗机构,可给医生诊治提供帮助。在监控方面目前移动医疗跟踪功能已被广泛应用于印度等地区疾病预防预警系统中。

2.2.3 国内 国外成功实践带给我国很多借鉴,我国实际上也已经有与之相关的健康监测 APP、医药电商平台、问诊平台等共 2 000 多款应用,例如春雨掌上医生、好大夫在线、5U 家庭医生、家庭用药助手等软件,但我国大多数医疗 APP 仍处在信息初级收集与整理阶段,如血压监测、血糖监测、婴幼儿体侧、孕妇监测等。

2.3 移动云在远程医疗中的应用

主要体现在移动云具有的主要特征、优势以及基于因特网的集群系统提供的服务在远程医疗解决方案中的有效应用。文献 [3] 介绍 MCC 远程医疗解决方案,结合诸如 4G 之类的先进网络通信技术,旨在将传统医疗中存在的医疗错误、小物理存储以及安全和隐私问题、移动设备性能等局限性最小化,其重点工作在云端。文献 [4] 介绍针对云计算提供按需服务,灵活、广泛的网络访问和资源池等优势,在集成智能移动设备的基础上,提出远程医疗云,作为云时代的远程医疗解决方案;其重点

工作也在云端。

2.4 基于移动云环境开展远程医疗的必要性

如上所述,现存的远程医疗监测平台因存在诸多局限性无法发挥其优势,核心问题依然需要解决。另外尽管云计算在远程医疗领域的研究很多,但仍处于早期阶段,如在移动设备(方便、通用性和效率)与强大的云服务(网络延迟、安全性)之间寻求平衡等。有很多文献仅是讨论基础架构,大部分应用只研究设计一个部署方案,案例具有区域局限性,缺乏在远程医疗领域内统一的线上线下服务架构体系。本文围绕远程医疗监护平台进行整体性研究,探讨云计算集成到移动环境中的方案,克服移动设备在性能、医疗环境和数据安全方面的局限性,通过远程医疗云灵活的解决方案以及其提供的优质服务,实现用户在不同上下文中的请求,改善医患关系,进而提高远程医疗监护水平。

3 移动云在远程医疗监护中的优势

3.1 概述

移动云在提供医疗服务时,用户的生理数据存储在云端,云端拥有足够的资源池,提供高计算能力、强大的数据处理能力和多种形式的医疗健康服务。移动终端只承担与用户的交互,移动互联网负责所有数据的传输,从而可提高移动终端设备的各项性能。

3.2 促进远程医疗系统间医疗信息资源的有效整合

为提供高效的移动云服务,各医疗机构必须利用云计算的协同工作能力以集中共建共享医疗资源平台,将各层次以及线上线下医疗资源进行有机整合,使其标准化和规范化,建立分级、协同的医疗服务模式^[1],充分利用各种医疗资源,从而提升整体医疗水平和效率。

3.3 促进基于移动云的远程医疗模式深入

远程医疗最终是为提升医疗水平服务,仅手

机等移动设备就能获得及时诊断和治疗,对高发病人,如老年人、残疾人和慢性病患者实行远程家庭监护,大大降低医疗成本。

3.4 提高医疗效率

移动云应用于远程医疗,充分利用先进的信息化技术,以移动云计算技术为中心,集数据存储、分析、处理于一体,实现数据检测、分析、挖掘与传输同步完成,医生能够实时查看存储在云服务平台上的患者生命体征数据及相关病历资料,进行远程会诊并下达医嘱,患者及家属能够及时接收到医嘱信息,从而大大提高医疗效率,进而有效改善医患关系。

4 移动云环境下远程医疗监护框架

将移动云应用在远程医疗监护中,旨在整合并有效充分利用现有医疗资源,提升远程医疗的效率,从而实现电子双向转诊,减少重复诊疗行为,缓解大医院的就诊压力并能充分发挥中小医院的作用^[12]。设计了移动云环境下的远程医疗监护框架结构,见图1。该框架中主要包括云用户、云服务平台和医院专家3部分。云终端用户即患者,微型可

穿戴传感终端设备采集其心率、脉搏、血压、血糖、血氧、体温、呼吸频率等生理参数^[8-10],然后通过4G/5G^[11]移动通信技术和网络上传到云服务平台。微云可以借助于第3方的公有云、私有云以及社区云,如Google、微软、亚马逊、IBM、通信公司、网络提供商等都可提供云服务,云服务平台主要用来承载业务的接入以及各类信息的下发,利用云计算的存储、分析、提醒等^[12]服务、管理等功能将生理参数进行智能分析、整合、挖掘并存储和呈现,同时通过身份验证检索个人电子档案、过敏史、过往治疗记录等信息,多种信息的结合可以对患者的生理指标进行预分析,方便医院专家会诊、确诊。医疗机构读取云服务平台存储和呈现的生理参数并结合预分析的结果,组织专家对患者的身体状况进行研究会诊,最终确诊并给出诊疗方案,下达医嘱,医嘱被上传到云服务平台,通过短信、彩信、语音提示等方式告知患者或家属、亲友等监护者。另外,患者也可通过Web/WAP网站详细查看个人的诊疗记录、病理数据、医疗报告^[12-13]以及医生给出的干预措施和意见,及时了解个人身体健康状况,及早采取针对性措施,以便控制病情发展^[12-13]。从而提供一个用户和医疗机构双向选择的医疗服务平台。

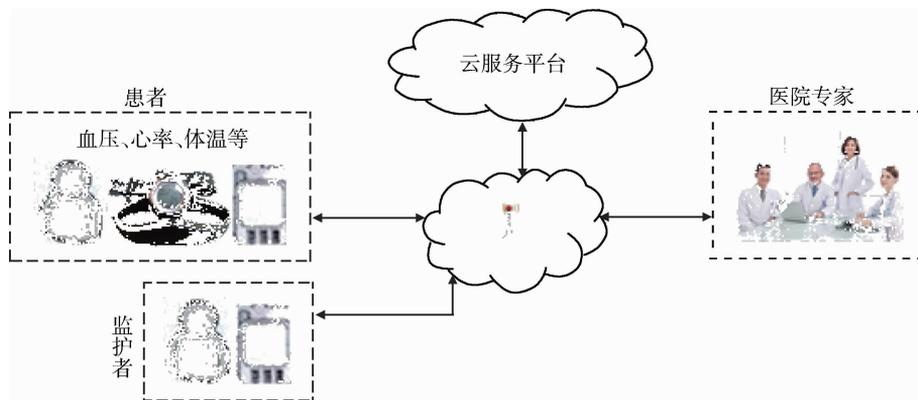


图1 移动云环境下的远程医疗监护框架

5 移动云环境下远程医疗监护业务流程

5.1 概述

基于移动云的远程医疗监护是一个实时动态

的数据集成过程,以云服务平台为中心,以移动云计算为技术支撑,以移动通信技术和互联网为数据传输通道,对移动云终端用户提供监护医疗。移动云环境下的远程医疗监护业务流程,见图2。

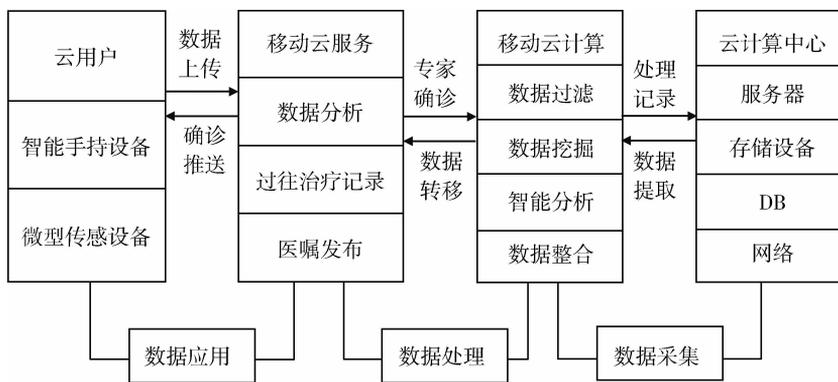


图 2 移动云环境下的远程医疗监护业务流程

5.2 数据采集

在移动云环境下要想对患者做出快速准确的医嘱，采集到实时有效的生命体征数据是必然的先决条件。患者的心率、血压、体温、血糖、血氧和呼吸频率等生命体征数据^[8-10]可以通过便携的可穿戴式传感设备，也可以通过内置传感器的智能手机获取。这些生命体征数据实时通过移动互联网或无线网络传输到云服务监控中心，医疗专家对采集到的数据进行会诊并给出治疗方案。移动云计算^[14]实现的必要条件就是高效、高质量的数据传输，上传到云计算中心的生命体征数据必须保证其实时准确性，所有数据在整个生命周期内需完全、一致和准确。因为生命体征数据具有数据量大、采样频率高等特点^[15]，数据上传过程中可能受到网络中断、微型传感设备等外在因素的影响，造成云与端数据不一致现象^[16]，从而导致专家无法给出准确的医嘱。针对此种情况可以采取异步通信机制、网络节点迁移^[15]等办法解决。另外，可以间隔一定时间再次采集患者的数据，对多次采集到的数据进行智能化分析整合存储，以供专家使用。

5.3 数据处理

云计算的核心部分，云服务平台将采集到的生命体征数据进行分析、过滤、挖掘，最后把有价值的数据进行云存储。医学专家从云服务平台提取患者的数据，同时通过身份验证检索出相应的电子健康档案、以往的发病史以及治疗记录，通过会诊、

确诊给出医嘱，然后把医嘱发布到云服务平台；云服务平台通过移动互联网或无线网络把医嘱传输给患者或者家属、亲友等监护者的智能手持设备上并发出语音提示或预警信号，这样患者或者监护者就可以按照医嘱上面的处理条目接受针对性的治疗；另外医嘱也可以以短信、文件流、网页等形式发送给社区医疗机构，利用社区医疗资源给予相应治疗。

5.4 数据应用

医院专家对患者的上传至云服务器的生命体征数据进行检索、分析、挖掘后下达医嘱，医嘱被上传到云服务器进行云存储，同时发送给云用户移动终端设备，监护者和患者即可及时获取专家研究出的治疗方案。移动云环境下的远程医疗监护还需要当地社区医疗机构的积极参与，考虑到监护者不在患者身边或不在当地，或监护者与患者由于移动终端设备的局限性以及意外故障造成医嘱无法正确接收或延迟，此种情况下社区医疗机构就必须及时提醒或派送医疗人员到现场对患者实施治疗。另外，医疗数据还可以扩展应用，云服务平台存储的生命体征数据及治疗记录、个人电子档案、专家医嘱等数据既可以作为教学案例，还可以作为科研人员的科研资料；同时科研人员也可以把自己的最新科研成果上传到云服务平台，从而实现数据的再利用。2018 年济宁医学院附属医院专科联盟信息平台上线运行，实现各地医院、科室及医疗机构间的交互对接，使远程监护、会诊、查房形式多样化。如 ICU

持续监护提高重症患者的生存率和治愈率；家庭健康监护实现医疗进家庭；另外，在冠心病监护病房、新生儿监护室和手术室等也取得了前所未有的效果。经专家评估该平台有效提高疾病救治能力及医院的科研创新能力、帮扶能力，缓解基层群众看病难的问题。

6 结语

远程医疗是国家“十二五”规划的重点内容之一，是构建现代化医疗服务系统和智慧医疗的关键技术之一。随着移动互联网的发展以及“互联网+”和“三网融合”战略的实施，远程医疗成为必然趋势。不断智能化的移动终端设备、5G 技术^[11]的普及以及充分发挥移动云的计算存储能力，移动云环境下的远程医疗监护必将趋于功能更加完善、性能更加强大、服务更加便捷，云服务端与云用户之间的数据交换更加快速准确，真正实现随时、随地实时远程医疗监护，更有效地为公众提供医护和健康服务，同时更加有利于医疗资源的整合，为今后创建新的远程移动医疗服务模式和医疗健康服务打下坚实基础。

参考文献

- 王华. 移动医疗的建设与发展 [J]. 计算机系统应用, 2015, 24 (12): 18-24.
- 贡欣扬, 苏婷, 杨崑, 等. 我国远程医疗发展现状调查研究 [J]. 中国卫生信息管理杂志, 2015, 12 (2): 160-164.
- Zhanpeng Jin, Yu Chen. Mobile Cloud Computing for Telemedicine Solutions [J]. Pervasive Computing, IEEE, 2014, 18 (4): 50-61.
- Mihaela Gheorghe. Telemedicine in the Cloud Era: prospects and challenges [J]. Informatica Economica Journal, 2015, 14 (1): 54-61.
- 翟运开. 协同视角下的远程医疗系统建设项目组织架构设计研究—以河南省远程医疗系统建设为例 [J]. 中国软科学, 2016 (9): 125-134.
- 赵杰. 河南省远程医学中心建设实践 [J]. 中国信息界 (e 医疗), 2014 (7): 52-54.
- 佚名. 华为模块化数据中心解决方案助郑大一附院远程医疗稳定运行 [J]. 电源世界, 2016 (1): 11.
- 吴志强. 基于智能手机的人体跌倒检测系统设计 [J]. 计算机工程与设计, 2014, 35 (4): 1465-1470.
- 王峰, 宣伯凯. 基于 Android 的家庭移动医疗监护系统的设计 [J]. 计算机测量与控制, 2015, 23 (5): 1586-1588.
- 汪巍巍. 多生理参数无线远程医疗健康监护系统研究 [D]. 成都: 电子科技大学, 2013.
- 李继蕊. 5G 网络下移动云计算节能措施研究 [J]. 计算机学报, 2017, 40 (7): 1491-1516.
- 顾宏明. 基于云平台的移动医疗健康服务系统的设计与实现 [D]. 北京: 北京邮电大学, 2012.
- Poon CCY, Zhang YT, Bao SD. A Novel Biometrics Method to Secure Wireless Body Area Sensor Network for Telemedicine and M-health [J]. IEEE Communication Magazine, 2006, 44 (4): 73-81.
- Fernando N, Loke S W, Rahayu W. Mobile Cloud Computing: A Survey [J]. Future Generation Computer Systems, 2013, 29 (1): 84-106.
- 刘冰艺. 基于移动云服务的车联网数据上传策略 [J]. 计算机研究与发展, 2016, 53 (4): 811-823.
- 崔勇. 移动云计算研究进展与趋势 [J]. 计算机学报, 2017, 40 (2): 273-295.