

健康物联网系统架构研究^{*}

张 明 任淑敏

(济宁医学院医学信息工程学院, 山东 济宁 272067)

摘 要 慢性病人数的急剧增加使当前以疾病治疗为目的传统医疗模式面临极大挑战,以健康为中心的新模式成为医学改革的主要方向。物联网技术在医疗领域的应用将会大力促进这种健康医学模式的发展。基于物联网的理念,提出了基于健康监护的健康物联网的系统架构,包括网络架构、技术架构和软件架构。在该系统中,物联网技术的应用使得健康监测自动化、智能化,医疗服务及时、多样化。作为智能医疗体系的一部分,该研究对深化医疗信息化建设具有重要的工程价值和理论指导意义。

关键词 健康物联网;远程监护;远程会诊;系统架构

中图分类号:G202 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-9760(2013)10-362-04

Research on system architecture of health internet of things

ZHANG Ming, REN Shu-min

(Institute of Information Engineering, Jining Medical University, Jining 272067, China)

Abstract: The traditional medical mode aiming for treatment of disease is facing a great challenge with the rapid increasing of Chronic patients. The application of Internet of Things in the medical field will vigorously stimulate the development of health and medical mode. Methods A system architecture of health Internet of Things based on health supervision, including network architecture, technology architecture and software architecture, is proposed according to the idea of Internet of Things. Results In the system, the use of Internet of Things makes the health monitoring automated and intelligentized. Meanwhile, it makes medical service timely and diversified. Conclusion As a part of intelligent medical system, the study for deepening medical informatization has important value in engineering and guiding significance in theory.

Key words: Health Internet of Things; Remote Monitoring; Remote consultation; System Architecture

1 前言

随着人们生活水平的提高和工作方式的转变,高血压、糖尿病、心脑血管疾病、癌症等慢性病患者人数急剧增加,人口老龄化进一步加深了这一趋势。然而,当前对慢性病的治疗并不理想,慢性病的死亡率已达80%,成为国内外医疗面临的一大危机。针对该危机,世界卫生组织强调,医学不应该继续以疾病为主要研究领域,而应该以人的健康作为医学的主要发展方向,即由疾病医学模式转变为健康医学模式。

健康医学模式不再单纯强调传统医学模式中的“在医院治疗疾病”的观念,而是强调以人为中心的体征参数检测、身体状态辨识和状态调控,将疾

病的预防和保健作为目标^[1]。世界各国均在积极寻求一种新的医疗服务模式,以提供促进健康为目的的医疗服务。俞梦孙院士将其称为SIR模式,其中的S就是物联网,R是调理,I是认知教育,并进一步指出,健康物联网将有力推动医学的变革。

健康物联网是物联网技术在医疗领域的具体应用。它借助物联网技术对个人健康状态进行实时监测并提供及时的医疗服务,通过对人的健康与疾病进行网络化管理,达到促进健康、消除疾病的目的。健康物联网强调实现信息的实时采集和高度共享,患者在家即可享受到医疗监护,并能够得到及时的远程医疗和自助医疗^[2]。

健康物联网将进一步促进医疗领域的信息化建设。它将电子健康档案的采集从手工操作转向智能化录入,极大丰富健康档案中的生命体征信

^{*} [基金项目] 山东省自然科学基金项目(编号:ZR2011HL002)

息。医务工作者可以根据用户的不正常生理指标提前预先告知,使他们提前预防或去医院检查,使一些疾患消灭于萌芽状态。

2 国内外研究现状

信息技术的快速发展使医疗服务信息化成为国际发展趋势。西方发达国家的医疗信息化建设起步较早,水平较高,逐步实现了医院信息系统、电子病历、健康档案的普及,在远程监护、会诊、手术上也有较成功的案例。我国的医疗信息化建设虽然相对较晚,但经过近几年的大力发展,取得了巨大的进步。目前,二级以上医院基本上经过了医院信息系统、临床信息系统的发展阶段,HIS、LIS、RIS、PACKS、EMRS 等信息系统得到广泛应用。

新的发展目标是区域医疗协同、电子病历与电子健康档案的标准化、家庭健康监护等。为实现这一发展目标,发达国家均希望借助物联网技术^[3]。物联网作为新一代信息技术,被认为继计算机、互联网之后世界信息产业发展的第 3 次浪潮。它是互联网的延伸和扩展,通过各种信息传感设备,实时采集任何需要的信息,实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理。美国的 IBM 公司 2009 年提出“智慧地球”的概念,“智慧医疗”是其中的一个重要组成部分,这是物联网在医疗领域应用的较早规划。此外,谷歌、微软、英特尔也推出了自己的医疗服务平台,其中部分应用了物联网技术。除了美国,欧洲、日本、韩国也提出了自己的物联网战略,均把医疗领域作为物联网应用的重要领域^[4-6]。

我国政府十分重视物联网技术在医疗领域的应用,积极推动卫生领域构建物联网医疗模式。目前,物联网在医疗领域的应用主要包括:移动护理、药物追踪、资产管理、血液管理等。健康物联网作为物联网在医疗领域的一个具体应用,主要完成对个人的生理指标、生化指标、生物指标、心理指标以及一些功能性健康指标的远程监测,并提供相应的医疗服务。

对于健康指标远程监测的研究,开始于利用生物遥感测试技术监护宇航员的生理参数。随后,在军事领域也开展了相关研究,通过为士兵配备的个人监护终端仪,随时了解受伤人员的情况。随着科技的进步和通信技术的发展,基于远程医疗网络逐渐开发出一些监护系统,通信技术经历了卫星通信、有信通信和无线通信的演变。美国马萨诸塞州大学成功开发了一种基于 3G 的移动通信监护系统。我国在远程监护也进行了一些研究,第三军医

大学就承担了家庭数字化医疗监护系统的研究项目;中国老龄事业发展基金会开发的面向老年群体的“老年一卡通”,具有居家养老、体征监护、跟踪定位等功能。但是,远程监护远没有普及到家庭,国内外均将下一步的发展目标定为基于健康物联网的远程监护,通过传感器、通信、物联网、云计算等技术的综合运用,使人们能够随时了解自己的健康状况,真到实现“有病早知道”,慢性病患者在家即可享受健康监护。

3 健康物联网系统架构

3.1 网络架构

物联网与远程监护相结合,将彻底改变传统的健康监护模式。人们可以实时监测自己的身体状况,及时发现潜在疾病,更有效地进行疾病控制,服务对象除了慢性病患者、老年人,还包含手术后人员、伤残人士、孕产妇、亚健康人群等,健康的人也可成为服务对象^[7-8]。从功能上,健康物联网分为 3 个模块:健康监测、数据分析和医疗服务。健康传感器智能采集人体的各项生命参数等信息,将这些信息进行初步处理后经过传输网络送达信息决策中心。由于健康信息的数据量急剧膨胀,医疗信息需要共享,将来的医疗数据不会单独存放在某家医疗单位,而是保存在某个云计算中心里。此外,借助云计算技术对信息进行决策分析,根据分析结果提供包括健康提示、报警和紧急救援、远程会诊等健康服务^[9-10]。

健康物联网应至少提供 3 种端口:用户端、监护端和云端。必要时,还可以增加其它端口,如为了科研工作提供获取健康信息的端口、为疾病预防中心等卫生机构提供数据分析的端口等。健康物联网系统的总体架构如图 1 所示。

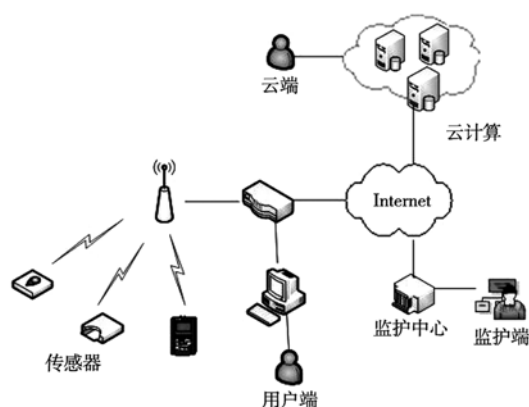


图 1 健康物联网的网络架构

在用户端,用户可以随时查看自己的健康信息,接受健康服务,提出远程会诊要求并可选择信任的医院与专家。设备主要包括医疗传感器、无线传输模块、电脑等。如果家中有病情较重的患者或老人,用户端还应包含智能模块,具有自动报警、联系 120 等紧急救助功能。医疗传感器完成体征参数的采集,通过无线模块传输至电脑,再通过 Internet 将数据传输至云计算中心。为了方便用户外出,传感器应尽量采用可穿戴式的,多个传感器之间组成一个无线传感网,将采集的健康信息融合后传输至智能手机,并通过 3G 网络传输至云计算中心。

在监护端,医护人员查询云计算中心的用户信息,对健康数据进行分析后,将结果发送给用户,为用户提供及时的预防诊治的咨询服务,提供相应的保健指导建议。如果用户提出会诊请求,则为用户提供远程会诊服务。

云端用户主要对云计算中心的硬件资源、软件资源、平台进行管理,接收多个监护终端发送过来的数据,对多家医疗机构和健康监护终端的数据库进行互联,根据医护人员的查询要求对数据进行一定的分析、统计,并将分析结果传给医护人员。

3.2 技术架构

根据物联网技术上的分层,健康物联网技术架构分 3 层:感知层、网络层和应用层。如图 2 所示。

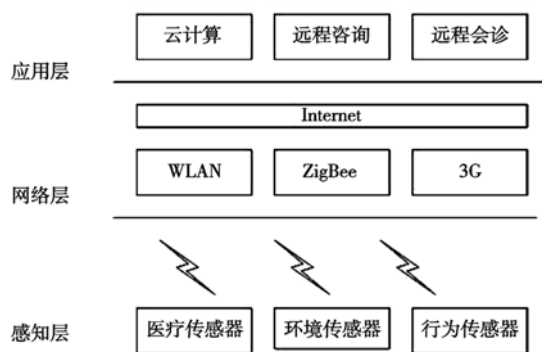


图 2 健康物联网的技术架构

感知层的功能相当于人的神经元,通过各种传感器感知、捕获用户的体征参数,如血压、血氧饱和度、血糖、脉搏、心率、体温等。环境传感器主要用于监测用户所在环境的参数,如温度、湿度等,为在家护理的病人提供一个舒适的环境。行为传感器用于测定用户的行为,如用户突然摔倒,重力传感

器检测到后将自动申请紧急救助。健康物联网提供的服务越多,所用传感器越多。感知层应用技术除传感器之外,还包括 RFID、二维码、实时定位、多媒体信息采集等技术。

网络层的功能是将传感器采集的数据通过无线和 Internet 网络可靠、安全地传输至云计算中心。使用的无线网络技术包括 WLAN、Zigbee、蓝牙、3G 等。该层需要实现无线传感器网络、移动通信网络和 Internet 等多种网络的技术融合。

应用层是物联网前端采集数据的实际应用,主要实现健康信息的统计与分析、健康监护、远程咨询、远程会诊、健康管理等应用。为帮助老人实现居家养老,应用层还可提供家政服务、卫星定位、运动轨迹回放等功能。

健康物联网除了这 3 层技术之外,还包括贯穿 3 层的安全技术、QoS 保证技术等。

3.3 软件架构

健康物联网系统非常复杂,涉及众多设备,不同计算机上运行的操作系统包括 Linux、Windows 等,存储健康信息所用的数据库包括 Oracle、SQL Server 等。为了在这些异构的平台上提供多种医疗服务,软件实现时应采取面向服务的框架结构(SOA)。SOA 是一种跨平台的分布式组件架构方式,它将应用程序的不同功能单元称为服务,各服务之间通过定义的接口进行联系。接口的定义是独立于实现服务的硬件平台、操作系统以及编程语言的,这使得构建在不同平台的服务可以以一种通用的方式进行交互。在这种架构下,可把一个庞大的系统集成成一个全面有序的系统,并使系统服务变得更加灵活,具有更高的可用性、伸缩性,整个应用系统更易维护。

随着 Internet 技术的应起,WEB 浏览器成为客户端最主要的应用软件。浏览器/服务器(B/S)模式也成为软件提供服务的一种重要方式。这种模式下,客户端的电脑上不需安装任何专门软件,只要有浏览器就可以使用。此外,Web Service 是目前最适合实现 SOA 的一项技术,它通过 Web 服务描述语言(WSDL)来描述服务的接口信息,利用 UDDI 协议注册、搜索服务,借助于 SOAP 协议实现服务间的信息交互。因此,软件实现时采用 B/S 结构,就可以为用户提供简单易用的 Web 用户界面,并且是零维护。架构如图 3 所示。

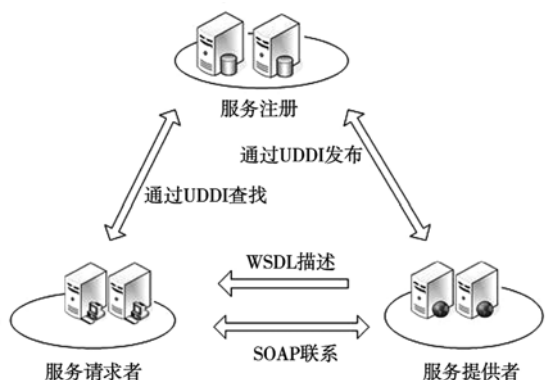


图 3 基于 Web Service 协议的 SOA 架构

4 需解决的关键问题

健康物联网要真正普及到每个家庭,还需要解决以下问题:

1)健康物联网面向的广大用户中包括慢性病患者、老年人以及其他一些需要健康监护的患者,因此,要求数据的采集透明、智能,操作界面简单易懂,用户可以方便、快速地查看自己的健康信息并提出健康服务要求。

2)健康物联网必然使用较多的传感器,为了实现无约束的医学检测,要求传感器尽量是无线的、可穿戴式的、集成度高的、智能的。此外,价格应进一步下降,只有达到用户认可的程度才能真正普及到每个家庭。

3)信息传输过程中需通过多种网络,异构网络间的技术有效融合方能保证信息的正常传输。

4)信息安全是健康物联网面临的重大问题。医疗信息被大多数用户认为是个人隐私,信息传输过程中,无线信号容易被窃听、截获;信息使用、发布时,如果处理不当,会造成隐私的泄露。因此,必须通过加密、访问控制、身份认证、信息认证、信息匿名化等多种安全措施的综合运用,来保证信息的保密性、完整性、可用性。

5 结论

健康物联网是在现代通信技术与医学信息技术发展的基础上出现的一种新的健康管理模式,它与传统医疗模式在目的、形式、技术等方面都有很大不同,是实现健康医学模式的主要方式。本文在

对国内外文献深入研究的基础上,探讨了健康物联网的系统架构,包括网络架构、技术架构和软件架构。该系统通过多种技术的应用,可实现了对体征参数的智能采集、传输和管理,使用户得到完善的健康医疗服务。它的健康发展和完善必将会进一步促进医学的变革。

参考文献:

- [1] Fengou MA, Mantas G, Lymberopoulos D, et al. A new framework architecture for next generation e-health services[J]. IEEE J Biomed Health Inform, 2013, 17(1): 9-18.
- [2] Triantafyllidis AK, Thessaloniki G, Koutkias VG, et al. A pervasive health system integrating patient monitoring, status logging, and social sharing[J]. IEEE J Biomed Health Inform, 2013, 17(1): 30-37.
- [3] Chia S, Zalzal A, Zalzal L, et al. Intelligent technologies for self-sustaining, RFID-based, rural e-health systems[J]. IEEE Technology and Society Magazine, 2013, 32(1): 36-43.
- [4] Zhang M, Sawchuk AA. Human daily activity recognition with sparse representation using wearable sensors[J]. IEEE J Biomed Health Inform, 2013, 17(3): 553-560.
- [5] Agoulmine N, Ray P, Wu TH. Efficient and cost-effective communications in ubiquitous healthcare: wireless sensors, devices and solutions[J]. IEEE Communications Magazine, 2012, 50(5): 90-91.
- [6] Sangjin J, Chan HY, Eun BS, et al. An integrated healthcare system for personalized chronic disease care in home-hospital environments[J]. IEEE Trans Inf Technology Biomed, 2012, 16(4): 572-585.
- [7] Ozcan K, Mahabalagiri AK, Casares M, et al. Automatic fall detection and activity classification by a wearable embedded smart camera[J]. IEEE Journal on Emerging and Selected Topics in Circuits and Systems, 2013, 3(2): 125-136.
- [8] Rashidi P, Mihailidis A. A survey on ambient-assisted living tools for older adults[J]. IEEE J Biomed Health Inform, 2013, 17(3): 579-590.
- [9] Niyato D, Hossain E, Camorlinga S. Remote patient monitoring service using heterogeneous wireless access networks: architecture and optimization[J]. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 2009, 27(4): 412-423.
- [10] Van Gorp P, Comuzzi M. Lifelong personal health data and application software via virtual machines in the cloud[J]. IEEE J Biomed Health Inform, 2012, 37(99): 1-10.

(收稿日期 2013-08-20)