

医疗健康物联网应用调查分析研究^{*}

刘 丽

陈卫平

何艾玲 徐渊洪

(江南大学附属医院 无锡 214062) (无锡市人民医院 无锡 214000) (江南大学附属医院 无锡 214062)

〔摘要〕 首次提出并设计医疗健康物联网调查问卷, 通过对智慧城市无锡的市级医院在线开展医疗健康物联网知信行问卷调查, 以了解医疗健康物联网的发展现状、相关知识、对医疗健康物联网的态度及应用情况, 为智慧城市的发展提供决策建议。

〔关键词〕 智慧城市; 物联网; 知信行; 调查问卷

〔中图分类号〕 R-056 〔文献标识码〕 A 〔DOI〕 10.3969/j.issn.1673-6036.2017.11.002

Study on the Investigation and Analysis of Internet of Things for Medical Health Applying LIU Li, *Affiliated Hospital of Jiangnan University, Wuxi 214062, China*; CHEN Wei-ping, *Wuxi People's Hospital, Wuxi 214000, China*; HE Ai-ling, XU Yuan-hong, *Affiliated Hospital of Jiangnan University, Wuxi 214062, China*

〔Abstract〕 The paper first puts forward and designs the questionnaire of the Internet of Things (IoT) for medical health, knows the development situation, relevant knowledge, attitude and application of the IoT for medical health through online KAP questionnaire survey in municipal hospitals of Wuxi – a smart city, and provides suggestions for the decision made for the development of smart city.

〔Keywords〕 Smart city; Internet of Things; Knowledge – attitude – belief – practice (KAP); Questionnaire

1 引言

1.1 医疗服务面临新挑战

近年来, 随着城市一体化发展, 大量人口涌入城市, 目前我国城镇化率已达到 54.77%, 按照这一发展速度, 预测到 2030 年将有超过 60% 的人口在城市生活^[1]。同时随着我国居民消费结构转型升级、人口老龄化、新型城镇化加速推进, 多种健康影响因素交织, 人民群众对医疗卫生服务需求日益

多元, 医疗卫生服务也面临新的挑战, 如医疗服务的需求和支出增加、医疗资源的利用率低下、医疗信息化进程迟缓等^[2]。在这种情况下, 我国的市级医院必须不断改革创新, 提升运行效率, 为患者提供更加经济实惠、方便、安全、有效的医疗服务^[3]。

1.2 智慧医疗

智慧医疗是近年来兴起的专有医疗名词, 随着物联网“十二五”规划的出台与各省市智慧城市的规则或落实, 智慧医疗也在智慧城市建设的牵引力下高速发展^[4]。智慧城市是指运用信息和通信技术来感知、分析、整合城市运行核心系统的各项关键信息, 通过物联网、云计算以及其他信息技术大大提升城市资源利用效率、催生大规模新兴产业、引

〔修回日期〕 2017-05-12

〔作者简介〕 刘丽, 研究员级高级工程师; 通讯作者: 陈卫平, 研究员。

〔基金项目〕 国家自然科学基金项目 (项目编号: 61300150)。

发新一轮科技创新,从而对包括民生、环保、公共安全、城市服务等在内的各种需求做出智能响应^[5]。物联网(Internet of Things, IoT)是信息和通信技术的新典范,在语义上是指“基于标准的通信协议的互联对象唯一寻址的全球网络”^[6],基于物联网的多级智慧城市基础架构提供了数据采集、处理、集成和推理技术,以提高居民的健康生活质量^[7]。医疗健康是物联网的重要应用领域,也是智慧城市的核心价值体现,物联网在医疗健康的应用可以帮助医院改进医疗智能,支持数据采集处理和信息的传输和共享,它也能满足智能化的管理和监督需求^[8]。然而医疗健康物联网至今没有统一的英文缩写和定义,与医疗物联网(Medical IoT, MIoT)、数字医疗(e-health)、移动医疗(m-health)和智慧医疗(s-health)^[7]概念相混淆,从而影响医疗健康物联网的认识和发展。

1.3 医疗健康物联网(Internet of Things for Healthcare, IoT4HC)

主要应用场景包括追溯、识别和认证、数据采集及传感^[9]。追溯是旨在识别运动中的物体,如患者、员工、资产或材料。识别和认证主要指对患者的身份识别,以减少事故危害。数据收集主要针对自动化管理、过程审计和医疗物资管理。传感器设备能使功能集中于对象,特别是诊断患者健康状况,提供关于患者的健康指标的实时信息。如基于手机的IoT4HC系统已经被用来获得有效的医疗保健慢性阻塞性肺疾病的管理^[10],还可用于对患者生命体征连续实时监测^[11]。从互联互通的角度看,连续监测有助于改善门诊和住院的慢性病患者及老年人的医疗保健服务,改变患者尤其是中老年患者的就医习惯,促进就医模式人性化。无锡是全球智慧城市试点城市,中国国家传感网创新示范区,其在医疗健康物联网应用发展方面做了许多有益的探索,如设计开发基于移动通信和射频识别(Radio Frequency Identification, RFID)技术的智能护理和过程管理系统并在临床服务中应用示范,使用无线传感系统对慢性病患者的生命体征进行记录和监测并将具健康情况反馈给医生进行医疗干预。此外,

无锡即将建成区域卫生信息交换和共享平台,通过整合医疗数据、卫生数据和健康档案以形成“全人、全程、全数据”的医疗健康管理新模式。

1.4 知信行(知识、态度、行为)问卷调查

这是一种针对人们对某一新兴技术的知识、态度、行为的问卷调查方法,对于帮助管理者了解该技术的发展现状具有重要作用和价值^[12-13]。因此,本文设计并提出关于医疗健康物联网的知信行调查问卷,对智慧城市无锡的市级医院开展知信行调查,根据调查结果为政府和生产商提出建议对策,以期为其他智慧城市医疗健康物联网的发展提供参考和借鉴。

2 方法

2.1 调查问卷设计

2.1.1 机构信息 对被调查医院的床位数、综合或专科医院特性、医疗信息系统的基本情况以及资金投入情况进行调查,综合分析被调查医院的规模、信息技术基础设施以及财务状况。本文选择医院电子病历等级评级^[14]作为医院信息化建设水平的主要指标,反映信息化发展的综合情况。通过对医院信息化总投入、医院获得的省市级上级部门的资助总资金以及配比的自筹资金情况进行分析,反映在医疗健康物联网建设过程中的资金政策导向作用。

2.1.2 知识 由于多学科交叉的本质特性,长期以来物联网并没有一个统一的标准定义,不同组织从不同视角提出了不同的概念,常见的有面向网络、面向传感器和面向知识3种^[5]。2013年Gubbi等提出了一个面向用户的定义:感知和驱动设备的互连提供了通过统一框架在平台之间共享信息的能力,开发了一个实现创新应用的操作场景。这是通过无缝遍布的传感、数据分析和信息表示与云计算作为统一框架来实现的^[15]。医疗健康物联网定义是一个重要的知识概念,统一这个新兴技术应用的描述,对于提高医疗健康物联网的认识、落实调查问卷中的特有名词、理清问题边界具有重要意义。此

外,用户通过何种渠道获取知识和概念信息目前也不清楚,因此本研究对直接与专业人士联系、互联网、电视广播、技术文献、报纸、期刊杂志、会议等常见知识获取途径展开调查。

2.1.3 态度 调查受访者近期是否有应用 IoT4HC 的计划。IoT4HC 的哪些功能是有价值的?哪些技术对解决医疗应用非常重要?希望通过应用 IoT4HC 解决哪些医疗问题?使用 IoT4HC 解决方案存在哪些障碍?

2.1.4 实践 调查医疗健康物联网的应用现状及传感器和 RFID 特征技术的使用情况。检索使用的专业数据库包括 PubMed、ScienceDirect、IEEE Explore 和 SpringerLink。检索策略为标题和摘要关键词及其组合包含 "IoT"、"Healthcare"。对期刊综述类文献进行鉴别,共有超过 150 篇关于这些条款的索引,其中 32 篇基于其相关研究进行综述。

2.2 调查问卷验证及发布

在调查问卷正式发布前,经 9 名医学信息、物联网和健康统计信息专家审查,同时根据国际上权威的“互联网电子问卷调查(CHERRIES)检查清单”^[16]进行核查,所有调查问题都经过双向中英翻译。此外,也征求当地医院信息技术部门负责人的意见,使问题的可读性、问题设置以及填报时间更科学合理。在线填报系统在 <http://www.miot.net.cn:8092/> 上发布。无锡市 8 家市级医院的信息科(处)负责人被邀请进行在线填报,7 家医院参与调查,于 8 月完成统计分析。

3 结果分析

3.1 医院基本情况

57% 的医院开放床位数在 1 000 ~ 2 000 张,43% 的医院为综合医院,其余为专科医院。根据卫生计生委医院管理研究所 2011 年制定的医院电子病历应用评测标准^[10]。3 级:部门间数据交换,初级医疗决策支持;4 级:全院信息共享并且具有中级医疗决策支持;5 级:统一数据管理,并且具有各部门系统数据集成。目前医院信息化建设水平达

到 3 级的占 43%,达到 4 级的占 14%,达到 5 级的占 43%。7 家医院全部健全医院管理信息系统、电子病历系统、检验管理系统、影像管理系统和办公系统,86% 的医院建立了移动医疗。1 家医院获得省部级物联网示范,2 家医院获得市级物联网示范。从资金投入方面看,2014 年度 7 家医院信息化发展资金投入超过 6 000 万元,其中医院或政府资助物联网的总投资约为 500 万元,医院自筹资金投入物联网建设约 2 800 万元。

3.2 医疗健康物联网相关知识

100% 的被调查者认同医疗健康物联网定义:“医疗健康物联网是物联网技术在医疗、健康领域的应用。物联网就是通过感知设备,按照约定的协议,进行物与物之间的信息交换和通信,实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理等功能的系统”。100% 的受调查者认同感知设备的定义:“能够获取对象信息的设备,提供接入网络的能力。常见的感知设备有传感节点、RFID 读写器等”。调查结果显示医院获取医疗健康物联网相关信息排名靠前的途径为直接与专业人士联系、互联网、技术文献、期刊杂志、会议。

3.3 对医疗健康物联网的态度

在对医疗健康物联网应用价值评价方面,资产定位持续追踪、患者身份识别和物资识别认证、数据采集和传输被所有调查者认同能为医院带来价值。材料和物资追踪防止医疗差错的应用价值评价率为 86%;员工身份和资产识别认证提高职工管理规范为 71%;患者疾病状况感知,包括提供多种远程医疗解决方案、提高患者处方依从性、提供患者提醒服务为 71%;患者位置实时追踪为 43%。对于使用物联网的好处,100% 的被调查者认为物联网可改善医疗服务的效率。86% 的被调查者认为应用医疗健康物联网的目的是方便医疗服务;71% 认为可提高医疗安全;43% 认为可降低老百姓医疗服务负担。71% 的被调查者认为用户认证和患者隐私是主要的安全问题。高昂的成本是所有被调查者应用物联网的主要障碍。另外 57% 的被调查者表示缺乏相关的专业技术人员;43% 表示担心隐私问题、安

全问题、缺乏产品标准。43% 的被调查者已经在应用医疗健康物联网解决方案, 还有 43% 的被调查者计划在 24 个月内实施物联网解决方案。对于解决方案的技术方面, RFID、传感器及数据存储和分析都显示为非常重要的技术, 而对体域网和云计算技术的评价不一致。其中 71% 的被调查者认为非常重要; 14% 认为不确定; 14% 认为不重要。RFID 应用障碍主要表现为: 成本高昂占 71%; 标准缺失占 57%; 缺少合适的医疗产品占 43%; 电子医疗设备接口问题占 43%; 效率低占 14%; 当前 RFID 系统不能满足医院特殊需求占 29%; 隐私和法律问题占 14%; 政策滞后占 14%; 安全问题占 14%。

3.4 医疗健康物联网应用现状

被调查者中已上线的医疗健康物联网应用, 患者身份识别, 减少突发安全事件占 20%; 员工身份识别认证保障医疗安全占 43%; 资产跟踪, 便于库存管理占 29%; 数据采集和传输, 实现自动看护和过程审核占 29%; 患者健康状态感知占 29%; 资产定位持续追踪占 14%; 物资识别认证占 14%; 患者跌倒和运动状况检测感知占 14%。在医疗健康物联网应用方面, 仅少数被调查者使用 RFID 技术, 14% 的被调查表示使用 RFID 跟踪设备和资产, 29% 的被调查者表示使用 RFID 技术跟踪患者, 14% 的被调查者显示使用体温计、血氧仪、医学影像仪新型感知采集设备。

4 讨论

4.1 智慧城市建设对物联网发展的影响

总体来说, 无锡市的市级医院具有相对较好的信息技术基础设施, 大多数医院已经在使用移动医疗系统, 具备运用新技术的能力。从资金保障方面看, 无锡市政府物联网示范专项资金投入具有良好的影响, 起到了杠杆作用。同时, 医院自筹大量资金投入 IoT4HC 应用和信息系统的改造建设中。此外, 所有被调查者都熟知医疗健康物联网的相关知识。无锡是中国的物联网国家基地, 已经形成专业人才积聚, 智慧城市建设形成良好的科技和知识平台, 无锡

已经成为一个良好的医疗健康物联网成长环境。

4.2 有潜力的医疗物联网方案

医院最喜欢、认为最有价值的 IoT4HC 解决方案, 是连续跟踪资产库存、患者的标识和认证以及数据自动收集和传输, 目的是提高医疗服务的效率和便利。当考虑物联网的应用时, 用户认证和患者隐私被认为是主要的安全问题。高昂的成本成为应用物联网的主要障碍。值得一提的是标准是导致成本高昂的重要原因之一, 由于缺乏产品标准、接口标准, 导致解决方案需要支持多种采集设备、私有协议和接口, 大大增加产品的设计成本。而且, 由于缺乏标准也导致无法大规模生产和销售, 解决方案和产品在市场推广方面受阻, 直接增加产品的生产和实施成本。医疗健康物联网方案提供商设计产品方面, 根据调查结果给出 3 点建议: 首先物联网的解决方案应着眼于为患者提供新型的医疗服务; 其次要更加注意安全问题; 第三产品降低成本有利于推广应用。

4.3 医疗健康物联网应用情况

市级医院的医疗健康物联网应用, 在被评价为有价值的解决方案中, 对患者和工作人员的身份标识和认证已经在医院中应用。只有 29% 的受调查者表示使用资产跟踪库存管理和数据自动收集和传输, 14% 表示使用连续跟踪库存位置和标识及资产认证。患者或材料的传感与医疗监测、体征传感和报警很少被使用。连续跟踪和数据自动收集没有被广泛使用, 其原因可能是 RFID 和传感器技术应用较少。仅有 14% 的受调查者表示使用 RFID 跟踪设备和资产, 29% 的受访者表示使用 RFID 技术跟踪患者, 14% 的受调查者表示使用温度计、血氧饱和度和视频/医学影像传感器。

4.4 展望与建议

研究认为为促进医疗健康物联网的发展, 首先最重要的是继续加强物联网专项资金保障, 将资金用于物联网示范、产品开发以及项目推广, 培育医疗健康物联网新兴产业发展; 二是医疗健康物联网

交叉学科的人才培养和储备是发展的源泉,应当进一步发挥当地物联网高校、研究院以及企业的孵化能力;三是重点引导 RFID 和传感技术的医疗健康物联网产品研发,引导符合市场需要的解决方案的产品推广;四是注重标准的制订和推广应用,重点在面向医疗健康物联网应用场景加强标准化实施;五是进一步推行“全人、全程、全数据”的收集和管理,提高城市信息的交互、共享和集成,最终实现智慧医疗目标。

5 结语

本文设计并提出医疗健康物联网的知信行(知识、态度、行为)调查问卷,对 IEEE 智慧城市无锡的市级医院开展在线调查。结果显示无锡市级医院信息技术基础建设水平总体较高,信息化建设投入资金充足。通过无锡市政府的物联网专项资助引导和物联网示范试点项目推广,被调查者认同医疗健康物联网相关知识,大部分被调查者已经在应用或计划在两年内实施医疗健康物联网解决方案,智慧城市无锡已经成为一个良好的医疗健康物联网成长环境。通过对调查问卷的进一步分析表明,以提高医疗服务效率和便利性为目标的医疗健康物联网方案,实现连续跟踪资产库存、患者的标识和认证以及数据自动收集和传输功能,是市级医院信息管理负责人最关注的有价值的应用;解决方案的价格和用户认证及患者隐私安全管理是影响医疗健康物联网应用的重要影响因素;除高昂成本外,标准问题也是制约发展的重要障碍。本文对医疗健康物联网产品设计以及智慧城市无锡医疗健康物联网的进一步发展提出意见和建议,同时为其他智慧城市的医疗健康物联网发展提供参考和借鉴。

参考文献

- 1 Petrolo R, Loscrí V, Mitton N. Towards a Smart City Based on Cloud of Things [M]. USA: ACM Press, 2014: 61–66.
- 2 项高悦, 曾智, 沈永健. 我国智慧医疗建设的现状及发展趋势探究 [J]. 中国全科医学, 2016, 19 (24): 2998–3001.
- 3 Liu Y. Reforming China's Health Care: for the people, by

the people [J]. Lancet, 2009, 373 (9660): 281–283.

- 4 创新物联时代, 共享全球智慧 [EB/OL]. [2017–01–10]. http://zt3.cz001.com.cn/2016-10/30/content_3268077.htm.
- 5 王小红. 智慧城市理念与未来城市发展 [J]. 科技创新, 2016, 17 (13): 72.
- 6 Atzori L, Iera A, Morabito G. The Internet of Things: a survey [J]. Computer Networks, 2010, 54 (15): 2787–2805.
- 7 Gaur A, Scotney B, Parr G. Smart City Architecture and its Applications Based on IoT [J]. Procedia Computer Science, 2015, (52): 1089–1094.
- 8 Borgia E. The Internet of Things Vision: key features, applications and open issues [J]. Computer Communications, 2014, (54): 1–31.
- 9 Solanas A, Patsakis C, Conti M, et al. Smart Health: a context-aware health Paradigm within smart cities [J]. Communications Magazine, 2014, 52 (8): 74–81.
- 10 Lao XD, Zhang J, Bai CX. The Implication of Telehealth-care in COPD Management of China [J]. Expert Review of Respiratory Medicine, 2013, 7 (5): 459–463.
- 11 陈杏子, 曾智, 沈永健. 智慧医疗对我国医疗行业环境转变的影响研究 [J]. 医学与哲学, 2017, 38 (1): 62–64.
- 12 Gu H, Jiang Z, Chen B, et al. Knowledge, Attitudes, and Practices Regarding Avian Influenza A (H7N9) among Mobile Phone Users [J]. Jmir Mhealth Uhealth, 2015, 3 (1): e15.
- 13 Hong Kong Internet of Things (IoT) Industry Survey [EB/OL]. [2017–01–10]. <https://www.surveymonkey.com/r/?sm=KO5066IABS1U%2b9Yw9026bm527%2bLVWqK7mH6qyKDoVml%3>.
- 14 原卫生部办公厅关于印发《电子病历系统功能应用水平分级评价方法及标准(试行)》的通知 [EB/OL]. [2017–01–10]. <http://www.moh.gov.cn/mohyzs/s3586/201111/53274.shtml>.
- 15 Gubbi J, Buyya R, Marusic S et al. Internet of Things (IoT): a vision, architectural elements, and future directions [J]. Future Generation Computer Systems, 2013, 29 (7): 1645–1660.
- 16 Gunther E. Improving the Quality of Web Surveys: the checklist for reporting results of Internet E-Surveys (CHERRIES) [J]. J Med Internet Res, 2004, 6 (3): e34.