

移动医疗的建设与发展^①

王 华^{1,2}, 刘 方²

¹(中国科学技术大学 计算机科学与技术学院, 合肥 230031)

²(安徽医科大学 计算机系, 合肥 230032)

摘 要: 通过物联网, 移动与传统互联网, 在生物医学领域产生了大数据. 移动医疗云就是通过移动云计算的形式打造医学大数据信息处理平台, 分析了移动查房, 移动护理, 远程监护及医疗设备、物资与医护人员跟踪与管理等多个移动医疗领域的应用, 最后针对移动医疗发展中存在的问题及目前国际发展状况, 提出了移动医疗最终的发展方向-无边界健康医疗服务模式的新概念.

关键词: 物联网; 生物医学大数据; 云计算; 移动医疗

Construction and Development of Mobile Health

WANG Hua^{1,2}, LIU Fang²

¹(School of Computer Science and Technology, University of Science and Technology of China, Hefei 230031, China)

²(Department of Computer Science, Anhui Medical University, Hefei 230032, China)

Abstract: Big data in biomedicine emerges through IoT(internet of things), mobile and traditional internet. Mobile medical cloud constructs the processing platform of biomedical big data through cloud computation. This paper analyzes the research and application status quo of mobile health, gives a detailed description ailed analysis of ward inspection, mobile nursing, telemedicine, trace and management of medical device, material and medical staff et al. Aiming at the existing problem and the current international development level. This paper gives out the development orientation-mobile health service pattern without boundaries.

Key words: internet of things(IoT); biomedical big data; cloud computation; mobile health

物联网^[1](The Internet of things-IoT)是新一代信息技术的重要组成部分, 取“物物相连的互联网”之意. 通过信息传感设备, 按约定的协议, 把任何物体与互联网相连, 进行信息交换和通信, 以实现物体的智能化识别、定位、跟踪、监控管理的一种网络. 云计算^[2](Cloud Computation)旨在通过网络把多个成本相对较低的计算实体整合成一个具有强大计算能力的系统. 为各种应用提供需要的计算力、存储空间和软件服务. 物联网技术推进大数据的产生及相关技术的发展, 大数据^[3](Big data)是指无法在一定时间内用常规软件工具对其内容进行抓取、管理和处理的数据集合. 是需要依托云计算的分布式处理与分布式数据库和云

存储、虚拟化技术新处理模式才能具有更强的决策力、洞察发现力和流程优化能力的信息资产. 目前医学大数据时代已经来临, 生物医学的大数据研究成为热点. 生物医学大数据^[4]挖掘贯穿从基础研究到药物开发到临床诊疗到健康管理的所有环节. 师为中心向以患者为中心的改变.

移动云计算是目前云计算领域最为活跃的分支, 移动云计算技术将使计算机或其它移动智能终端设备在无线环境下实现数据传输及资源共享. 将为不同时间、地点的客户提供准确、及时的信息, 极大地改变人们的生活和工作方式.

移动医疗^[5]就是通过使用移动云计算技术来处理

① 基金项目:安徽省高等学校省级自然科学基金(KJ2011Z179);安徽省高等学校省级自然科学基金重点基金(kj2012A144);安徽医科大学自然科学研究基金项目(2011XKJ037);安徽医科大学青年教师教学研究项目(201518)

收稿时间:2015-04-08;收到修改稿时间:2015-05-28

移动互联网中的医学大数据来及时准确的提供医疗服务和信息。国际医疗卫生会员组织 HIMSS 给出的定义为 Mobile Health 即 mHealth。移动医疗促进了医疗资源整合和医患关系改善,也为医疗信息化提供了更好的平台和思路,为优化医疗服务流程,提升医疗服务效率带来了更为广阔的想象空间。

1 卫生云与医疗云

以云计算为基础的生物医学大数据处理中心即医疗云成为主要的医学数据中心模型。由于国内公共医疗管理系统的不完善,医疗成本高、覆盖面低等问题困扰着大众民生,已经成为影响社会和谐发展的重要因素。基于改善医疗保健质量、降低成本、集成信息系统以及提高患者数据准确性需求的压力,医疗卫生云^[6]是促进未来云产业的发展的最为重要的行业云之一,卫生云模型见图 1。

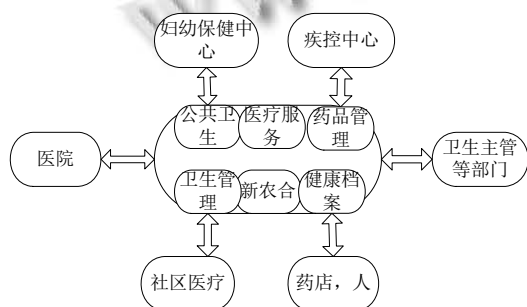


图 1 区域卫生云模型

卫生云的本质在于解决资源共享和服务的问题,医疗云关注的是医疗业务创新和医院流程变革。医疗云可以提升医院应变能力,提供医院迅速扩张所需的弹性平台。基于医疗云的解决方案为医院提供工作平台,使分散科室间的高效协作成为可能,使患者能更快、更准确地获得医疗创新成果,以最经济、最灵活的方式搭建信息化平台支撑医疗创新和管理变革。

2 移动医疗各模块的算法设计与实现

移动医疗的应用以基于安卓和苹果移动设备操作系统(ios)等移动终端系统的医疗健康类应用程序(Application, App)应用为主,主要分为面向客户的院外移动医疗 APP,另一种则是面向医院的院内移动医疗应用。

院外移动医疗 APP: 已达到几千款,主要分为 5 种: 医药产品电商应用,满足专业人士了解专业信息

和查询医学参考资料需求的应用,满足寻医问诊需求的应用;预约挂号及导医、咨询和点评服务平台,细分功能产品。移动医疗 App 把医院装进手机,改变传统就医模式,这些应用除了可以自测脉搏、视力等,还会解说医院开具的检查报告,或联络三级医院的医生在线问诊,俨然一座手机里的移动医院。这种 24 小时无处不在的医疗体验与大医院人满为患的就医情形构成鲜明反差。移动医疗正在改变的传统就医模式不止于此。在苹果健康 App 下载平台上,一款以女性生理期管理为主的 App 产品“大姨妈”每天采集 200 万女性经期数据,已形成 2 亿多条数据,能利用移动医疗平台获得更大的医学大数据,北京协和医院、北大妇儿儿童医院已经与“大姨妈”合作相关数据研究。

院内移动医疗应用就是将移动功能植入医院信息系统(Hospital Information System, HIS),国内很多大型三甲医院在临床信息化建设过程中,纷纷在医疗和护理流程中引入院内移动应用,移动护理、移动查房、无线输液、药品管理、移动办公等院内移动医疗的应用越来越普及,越来越深入。具体到移动终端上,笔记本电脑、无线查房推车、PDA、平板电脑成为了医院实施移动医疗应用通常选择的几种设备。院内移动医疗云平台模型见图 2,主要包括以下几个方面:

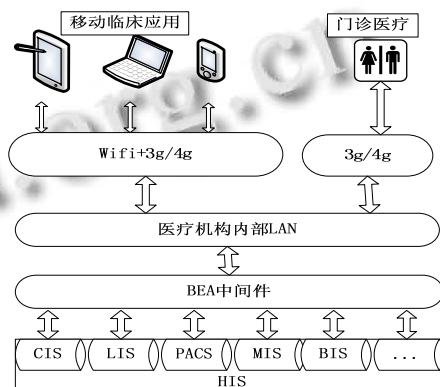


图 2 院内移动医疗云平台模型

2.1 移动查房系统

2.1.1 移动查房系统的实现

移动查房系统一般采用两种解决方案^[7],一种是院内直接无线局域网模式,一种是采用 3G/4G 网络的方式。充分发挥无线网络技术和智能移动设备的优势,将医院现有的医院信息系统(Hospital Information System, HIS),实验室信息管理系统(Laboratory

Information Management System, LIS), 医学影像存档通讯系统(Picture archiving and communication systems, PACS), 电子病历(Electronic Medical Record, EMR), 重症加强护理病房(Intensive Care Unit, ICU)等各种诊疗信息的查询和采集, 整合延伸到智能移动设备上, 使原有有线信息系统提升为具备移动性、灵活性的全套移动医护解决方案。

2.1.2 移动查房系统的基本功能

临床医生可以通过手持掌上电脑(Personal Digital Assistant, PDA), 在无线覆盖区域的任何地方, 及时查阅患者的检验、检查结果及相关资料, 医生还可通过佩戴在病人手部的装有 RFID 的手环, 在 RFID 读卡器上查询显示该患者目前的检查进度, 对比患者病情的变化情况, 进行会诊和制定治疗方案。使医护人员随时得到患者完成的检验报告, 实时下达相应医嘱, 避免了医生需要来回于办公室内查询资料、下达医嘱等的麻烦。通过无线网络保持与整个信息系统网络实时连接, 将病人信息从医生办公室带到了病人床旁。移动医生工作站按照病人床旁的信息需求开发, 医生可以在患者床旁查阅病人病历, LIS、PACS 系统患者检验检查报告单, 直接下达医嘱等工作, 真正实现移动查房。移动查房对于一些重症监护病房和一些无陪病房特别有帮助。

2.2 移动护理

应用医院管理信息系统生成医嘱执行条目, 护士使用通过手持 PDA 的介入, 使患者佩戴的 RFID 腕带信息, 通过无线网络来进行医嘱的调用, 护士通过终端记录医嘱执行信息, 记录患者生命体系及其相关的项目, 实现动态实时护理服务。因为使用了移动护理系统^[8], 医护人员能够获得各种医疗数据信息, 使得护理减少了因为核对、抄写等工作浪费的时间, 大大的优化了护士的工作流程。极大地减少了医疗差错的发生。

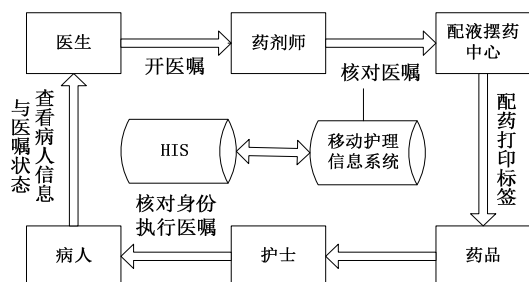


图3 移动护理模型

2.3 远程医疗监护系统

移动远程医疗监护技术^[9]是无线网络技术、嵌入式技术以及现代医疗技术等融合的产物。通过使用生命体征检测设备、数字化医疗设备等传感器, 采集用户的体征数据, 通过有线或无线网络将这些数据传递到远端的服务平台, 由平台上的服务医师根据数据指标, 为远端用户提供保健、预防、监测、呼救于一体的远程医疗与健康管理服务体系。由于移动远程医疗监护不受时间、空间限制等优点, 移动远程医疗监护技术已经成为远程医疗领域研究的热点。

2.3.1 远程医疗监护系统的实现

依据数据源和产生时刻的差异, 数据对于应用有着不一样的意义。在医疗信息系统的应用过程中, 能够通过数据查询获取物理节点的状态信息, 制定系统反应规则或者事件处理措施。依据查询频率可以分为两点, 分别为连续查询和快照查询。连续查询, 对于患者的体征检测, 应该定期查询体温、心跳、血压等数据; 快照查询是当有一些特殊需要时的查询。依据查询和相应之间的关系能够分为主动查询和被动查询。主动查询, 例如在医疗监护的应用当中, 当传感器检测到患者身体相应的指标超出一定范围时会发出预警值, 这样就会主动的向相应系统发出警报; 或者, 患者身上传感器周期性地向健康监护系统报告各种身体指标数据; 被动查询, 假如医生向患者身体的传感器发出查询时, 才返回查询的结果。

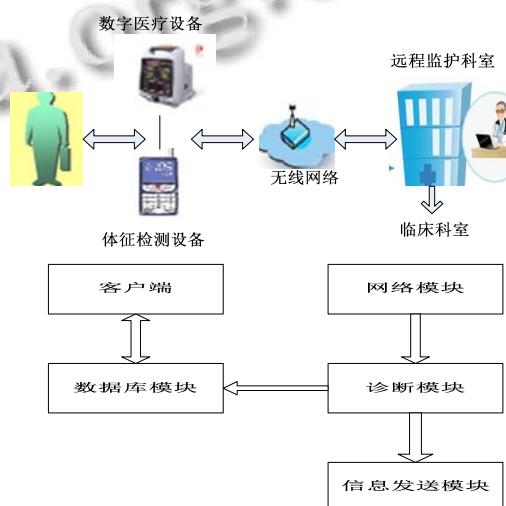


图4 远程医疗系统模型

2.3.2 远程医疗监护系统在胸痛急救中的应用

院前急救^[10,11]是急救医学服务体系(EMSS)的首要

环节,是社会保障系统的重要组成部分.急性冠脉综合征(Acute Coronary Syndromes, ACS)在我国致命性胸痛疾病中占绝对多数,发病率和死亡率在我国逐年增加,且呈年轻化趋势,成为我国居民致死、致残和导致劳动力丧失的重要原因.院前急救和院后急救没有有效的衔接是过去我国胸痛院前急救没有太大改观主要原因.远程医疗监护系统在胸痛急救中的应用显得尤为迫切.目前充分利用现代物联网技术整合医疗资源,以院前胸痛急救为切入点,与城市急救中心及基层医院合作,建立急性胸痛院前无缝隙救治网络,实现院前急救和医院院后救治的无缝衔接,协同救治.将抢救现场患者的十二导联心电图、血压、血糖、血氧、血气和肌钙蛋白等生命体征数据实时通过无线网络传到监控中心,实现中心专家与抢救现场医护人员的协同救治,同时为院内救治赢得时间,可以实现多场合监控,实时查看患者生命体征数据及相关病例资料,进行远程会诊和急救指挥,从而保证了权威专家不受时空限制持续地为急救网络提供技术支持,大大提高了救治成功率,从而彻底改变了现行的急救和医疗模式.

广州军区总医院胸痛中心^[12]利用远程监护系统创立了“远程 ICU”和“移动 ICU”的新型医疗模式,构建了具有军民融合的区域性协同胸痛急救物联网,可以实时将抢救现场患者的生命体征数据远距离传输到总医院胸痛中心,实现专家远程实时指导.该中心的年平均医院大门到心脏冠状动脉球囊扩张 D2B 从前一年度的 127 分钟缩短到 70 分钟,最短 D2B 记录 21 分钟,达到了国际先进水平(国际标准为 90 分钟,北京地区为 138 分钟).急性心梗的抢救成功率为 96.5%,主动脉夹层的抢救成功率为 83.4%.随着我国人口老龄化进程加快,慢性病在中国已进入高速增长状态,成为事关民生的重大问题.针对慢性病的健康信息化管理,也成为医疗信息化领域的前沿实践.近日,在第四届中国移动医疗产业大会暨第二届智慧医疗健康中国峰会上,基于移动医疗的糖尿病管理云服务平台实践经验引发了众多专家和媒体的关注.

2.3.3 远程医疗监护系统在慢性疾病监护诊疗中的应用

基于移动医疗的慢性疾病管理云服务平台是利用无线网络尤其是 4G、云计算、物联网和智能终端等先进的信息化技术,以慢性疾病患者为中心,整合慢性疾病相关医疗健康服务资源,实现有效的医疗行业大

数据应用,从而创新慢性疾病管理模式,改善慢性疾病管理质量,提高慢性疾病监测与管理效率和水平.在远程慢性疾病专家指导下,基于慢性疾病管理云服务平台,医院和社区医院及其医生,实现与家庭共同照护的远程慢性疾病管理模式.慢性疾病数据的检测、分析与无线传输同步完成,以实现随时随地提供个性化健康管理服务.

英国国家医疗服务体系 NHS(National Health Service),在糖尿病管理方面成效显著.该医疗服务体系以患者为中心,利用可穿戴式设备全面收集每个患者的所有信息,结合大数据分析,基于循证医学方面的成果,对收集到的信息进行科学有效的糖尿病风险等级评估,然后根据评估情况为每个患者制定适宜的个性化的糖尿病干预治疗方案,为每个患者提供个性化的糖尿病干预治疗方案并进行糖尿病干预后的效果评价及反馈.

2.4 医疗设备、垃圾、物资及病员和医护人员的跟踪与管理

麻省理工学院自动识别技术中心的 David L. Brock 博士认为,以 RFID 为代表的自动识别技术能够为医疗行业带来很多益处,它可以帮助医院实现对病人不间断的监控、安全地共享医疗记录,以及对医疗器械的追踪等.近年来,人们对其在设备跟踪和体内移植领域的潜力日益关注.

2008 年北京地坛医院开始了其应用 RFID 的项目——北京地坛医院追踪管理系统^[13],RFID 主要应用在了两块业务上.其一是用于供应室医疗器械包的全程跟踪管理,第二是用于对人员、重要医疗设备以及医疗垃圾车三种对象的实时跟踪管理上.在对器械包的管理中,采用了纽扣式的耐高温、耐高压的高频无源标签.跟踪管理器械包的打包制作过程、消毒过程、存储过程、发放过程、使用过程以及回收过程,在这样一个全过程中,使用一个标签进行惟一标识和跟踪管理.英国曾经发生过一起由于器械感染,造成患者染上人感染疯牛病的事故,有研究人员认为,如果当时有 RFID 应用的话,就可以极大地避免类似情况发生.

在对人员、重要医疗设备以及医疗垃圾车的实时跟踪管理上,利用了在国外已经有很多成功应用的 Ekahau 的定位引擎来进行跟踪和管理.对于病人,医生可以通过系统实时看到一些重要病人的当前位置,

如果病人有问题可以按标签主动呼救。监控人员看到呼救之后就可以快速查找在附近的医生或者护士,通知他们进行救治。文献[14]设计出定位与跟踪的基本原理是:每个病人身上都佩戴 RFID 标签,医院病房的各个进出口都安装 RFID 阅读器。场频信号发生器在其传输范围内不断发射信号,当穿戴在病人身上的标签接收到场频信号发生器发来的信号时,标签就向阅读器提供场频信号发生器给其的 ID 号。根据这个 ID 号,佩戴此标签的病人位置就可以估算出来。

对于传染病医院医疗垃圾的管理和控制非常重要。因此在垃圾车上装定位标签,可以实时定位,并且对其运行的区域在系统中做了特殊区域设置。当垃圾车违规推出了区域,定位系统就会实时报警,并记录其违规运行的历史轨迹情况,并且同时可以发现在这个过程中接触垃圾车的人员。当垃圾车越界的时候,系统可以及时提醒(比如标签蜂鸣、系统端弹出提示或短信提示等)。

美国密歇根大学医疗系统(University of Michigan Health SystemUMHS)^[15],采用了 RFID 追踪系统,迈出追踪资产、医疗设备和实验室物品的第一步,实现管理自动化。实现医院追踪外科手术中医疗组织物品去向,物品用于哪位病人、或者取走物品的医务人员、冷藏的物品,冷藏外的时间都有记录。有了这一数据,医院可以为监管机构提供更好的记录,包括所存储的人类、动物和人工合成的组织和外科手术所用的物品。该 RFID 系统还可以减少浪费,因为工作人员从存储室中拿走物品都有记录,其负有责任。显示了哪位医务人员拿走了哪些物品,以及哪些病人用到这些物品,从而减少组织物品的丢失或浪费,未使用物品的归还时间和哪些物品快要过期都一目了然。该软件还实现医院跟踪日常使用的物品,并重新采购这些物品。削减了手术单元的成本,并实现医院人员提高工作效率。

3 移动医疗的发展中存在的问题

移动医疗目前面临的问题主要有以下几个方面:

3.1 信息安全与隐私问题

移动无线、wifi 是否会被入侵,原来医疗档案必须在医院里,今后通过 APP 就能查到患者档案。如此一来,患者和医院的核心信息是否会被泄露是个问题。美国保护隐私权交流中心的报告显示,健康应用程序对消费者隐私造成了一定程度的风险,只有 13%的免

费应用、10%的收费应用对应用程序和研发者网站之间各种数据连接实行了加密。很多应用根本没有隐私权规定,即使有,也没能充分描述潜在的风险。人的隐私资料等等能否得到保护,国家在这方面尚未出台明确的政策规范及法律界定。电子签名这种方式还有待完善,比如如何实施,谁能保障是谁操作的,都还有待解决。

医学大数据隐私问题是不容回避的现实挑战。一方面,科学技术的发展对大数据的依赖越来越大,开源与数据共享已经成为生物学研究重要的驱动力量。但是,随着人们对隐私问题的关注,将来对一些重要信息的访问可能会受到限制,例如个人基因组数据。另一方面,患者的参与度越高,生物医学研究项目成功的可能性越大。但是,如何让患者从中受益,如何进行利益共享是人们面临的一个问题。科研人员必须尽可能地找到保证患者隐私的方法,这样才能在大数据研究中获得公众的信任。解决这一问题的关键是:告知患者生物学和临床研究的进展可能给他们及其后代带来的利益和风险,并向他们解释为什么研究人员采集的高位数据无法完全地去除身份信息。患者通常会认为研究人员会保证他们的隐私不会被泄露,但实际情况是研究人员只能保证不主动泄露隐私信息。

在美国,最让移动开发者和运营商关注的管制政策是 HIPAA 法案^[16](Health Insurance Portability and Accountability Act)了。HIPAA 法案要求所有医疗机构能够有效地实施管理流程、信息技术等安全措施,目的是保护患者信息的隐私,维护员工、客户和利益相关方数据的完整性,因为美国法律规定病人对自己的健康状况有保持隐私的权力。如果开发者没有办法在技术上满足 HIPAA 法案的要求,可以通过运营商提供的接口,将信息存储在符合 HIPAA 法案要求的云端,这也极大地降低了开发和管理成本,提高了工作效率。

相比之下,我们国内还没有类似的政策法规出台,因此在患者数据的收集、存储、分析等流程上还存在安全漏洞,一旦数据泄露,就会侵犯患者的隐私权。

3.2 管理机制

由于医生不能看到患者,用药也有个体化要求,故通过网站、APP 进行诊疗能否确保诊断的科学性有待检验。在医院开处方算一个单独的动作,可以很方便地对其合法性进行界定,但在 APP 上开处方算什么

行为, 很难界定. 因此, 需要严格的监管机制进一步完善. 面对面的医疗尚且有如此多的纠纷, 对于移动医疗世界中的医疗责任如何鉴定, 更是难题. 到底是医生负责, 还是提供服务的机构负责, 医生所属医院有无责任, 目前都不明确. 因此, 完善法律、加强监管是移动医疗发展的前提条件.

3.3 数据标准化尚待时日

随着科技的进步, 不同技术、不同原理的传感器不断出现, 可能会造成同一生理指标的不同测量数值. 未来的可移动测量设备越来越多, 甚至有植入式的设备出现, 如果没有统一的行业标准, 数据测量会出现较大误差, Big Data 就可能变成 Big Disaster.

3.4 如何与移动健康划定界限

影像科用终端设备看片子, 达到医学图像显示标准的就是医疗行业产品, 达不到要求就不属于医疗行业产品, 算不上医疗行业产品, 只能属于健康类产品范畴. 美国关于移动健康与移动医疗的界定标准是: 首先, 移动医疗产品必须是工业化的, 不能是消费产品.

3.5 移动医疗领域的大数据挖掘研究尚未开展

但这种研究与挖掘必将成为发展的趋势, 未来的赢家必然是以大数据为核心的技术. 如何有效地利用这些信息是亟待解决的重要课题.

4 移动医疗的未来发展

目前全球一半以上的移动医疗应用在美国, 欧洲占 20%, 非洲拉美占 12%, 亚太地区占 5%. 2013 年 9 月美国食品药品监督管理局(Food and Drug Administration, FDA)正式发布了移动医疗 App 最终指南^[17], 详细解释了 FDA 对移动医疗 App 的监管原则与方法.

指南明确了移动医疗应用程序的定义, 是指那些预期用途与传统受监管的医疗器械一致, 即用于疾病的诊断、治疗、缓解、处理、预防, 或用于影响人体的功能或结构, 并且作为医疗器械的某一附件使用或将某一移动平台(如智能手机、平板电脑或其他便携式电脑)转变为医疗器械的移动应用程序. 与医疗器械硬件设备相对应的是医疗领域中的软件程序, 当某一移动应用程序的预期用途与传统医疗器械一致时, 该应用程序即被视为器械. 因此, 某一移动医疗 App 是否属于医疗器械, 关键在于判断其预期用途以及发挥用途的方式. FDA 仅对发挥医疗器械功能并且作为医疗

器械的附件使用或将移动平台转变为医疗器械的移动 App 进行监管, 这类移动医疗 App 在非正常运行时有可能给患者带来较大风险; 而对于大多数风险较小的移动应用程序, FDA 将采取灵活态度, 不进行强制要求. 同时, FDA 也强调不会监管移动医疗应用程序的销售或一般消费者对智能手机或平板电脑的使用, 也不监管移动医疗应用程序分销商, 如“苹果应用程序商店”或“谷歌电子商店”.

最近 FDA 批准了移动医疗首个手机应用: WellDoc 公司的基于移动医疗的糖尿病管理系统^[18]. 其主打产品是手机云端的糖尿病管理平台. 患者可以用手机方便地记录和存储血糖数据. 云端的算法能够基于血糖数据为患者提供个性化的反馈, 及时提醒医生和护士. WellDoc 甚至还和药企合作, 利用药企的医药代表向医生销售该服务. 6 月 2 日, FDA 的公共数据开放项目 openFDA^[19]正式上线了, 首份公布是 2004-2013 年的 300 万份药物不良的报告; 下半年苹果新一代产品和 iWatch 会发布, 会引入很多移动医疗的元素, 有可能引发可穿戴市场的爆发. 美国 FDA 对待移动医疗的态度很积极, 前者在应用层层面, 后者在大数据层面. 移动医疗可以分成 3 个层: 1) 感知层; 2) 应用层; 3) 大数据. 美国这 3 件事情分别发生在这 3 个层面上, 让我们坚信移动医疗即将进入爆发期, 未来将深刻的影响医疗行业.

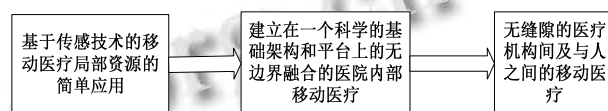


图 5 移动医疗发展方向图

未来的移动医疗发展趋势, 将会从院内应用向院内、院外移动一体化的方向发展, 从单一的院内医疗救治到院内医疗救治与院外健康管理相结合的方向发展, 实现无边界健康医疗服务模式.

参考文献

- 1 王保云. 物联网技术研究综述. 电子测量与仪器学报, 2009, 23(12): 1-7.
- 2 陈康, 郑纬民. 云计算: 系统实例与研究现状. 软件学报, 2009, 20(5): 1337-1348.
- 3 Mayer-Schönberger V, Cukier K. Big Data: A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think Hardcover.

- March 5, 2013: 8–12.
- 4 李静,顾江.个体化医疗与大数据时代的机遇与挑战.医学与哲学,2014,35(492):5–9.
- 5 杨宏桥,吴元立,李学斯.移动医疗技术的研究与应用.中国数字医学,2011,6(11):13–15.
- 6 潘凤明,张烨.医疗卫生云计算化应用管理.上海电机学院学报,2011,14(1):67–70.
- 7 程禹,马荣,徐亮.医院移动查房系统的实现和安全策略.中国医疗设备,2010,25(4):65–69.
- 8 潘媛媛.物联网技术在医疗护理系统中的应用.实用医院临床杂志,2011,8(2):196–198.
- 9 Poon CCY, Zhang YT, Bao SD. A novel biometrics method to secure wireless body area sensor network for telemedicine and m-health. IEEE Communication Magazine, 2006, 44(4): 73–81.
- 10 Turco C, Popa V. An RFID-based system for emergency health care service. Proc. of the 23rd International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops. 2009:624–629.
- 11 陈平,郑捷文.基于RFID的远程医疗急救系统.中国医疗设备,2008,23(3):25–27.
- 12 广州军区总医院. [2012-02-02]. <http://www.gzzyy.com/Index/index.php/Show/newsDetail/no/1251698855/id/1229>.
- 13 地坛医院首尝 RFID 来管理医疗器械和垃圾. [2010-07-09]. <http://sec.chinabyte.com/244/11417744.shtml>.
- 14 Huang CL, Chung PC, Tsai MH, et al. Reliability improvement for an RFID-based psychiatric patient localization system. Computer Communications, 2008, 31(10): 2039–2048.
- 15 About the University of Michigan Health System, Our Vision at the University of Michigan Health System. [2012-2-18]. <http://www.med.umich.edu/umhs/about-umhs/index.html>
- 16 Health Insurance Portability and Accountability Act. [2012-2-18]. http://en.wikipedia.org/wiki/Health_Insurance_Portability_and_Accountability_Act
- 17 Mobile Medical Applications. [2013-09] <http://www.fda.gov/MedicalDevices/ProductsandMedicalProcedures/ConnectedHealth/MobileMedicalApplications/default.htm>
- 18 FDA launches openFDA to provide easy access to valuable FDA public data. [2012-5-2]. <http://www.fda.gov/NewsEvents/Newsroom/PressAnnouncements/ucm399335.htm>
- 19 BlueStar, the First Prescription-Only App Doctors start prescribing the BlueStar app for diabetes management. [2014-1-3]. <http://spectrum.ieee.org/biomedical/devices/blue-star-the-first-prescription-only-app>