

掌上诊疗——智能手机在智慧医疗中的应用

陈聪哲, 李秦, 刘文勇

北京航空航天大学生物与医学工程学院, 北京 100083

随着智能手机的快速普及,以智能手机为平台的掌上诊疗正在成为现实,并迅速成为智慧医疗的研发及应用热点。目前,国内外已开展了多项有关疾病筛查、先进治疗、健康服务等相关的掌上诊疗研究,部分成果已经应用于临床。本文综述掌上诊疗的发展现状及临床应用特点,探讨面临的挑战及未来发展趋势。

随着智能手机功能的不断丰富,智能手机在医疗,特别是智慧医疗和移动医疗中的应用日渐增多。2009年,IBM公司提出的“智慧医疗”概念包括三方面内容:用户生理信息采集、信息远程处理和智能认知^[1]。智能手机强大的计算性能和软硬件扩展能力,超高的普及率,无疑为智慧医疗和移动医疗的发展提供了足够的设备基础。发挥智能手机在信息的采集、处理与传输上的优势,开发以智能手机为平台的医疗解决方案,可实现“足不出户,掌上诊疗”,对于解决行业面临的医疗资源分布不均、基层医疗功能不完善等问题具有重要意义。因此,国内外开展了多项以智能手机为基础的掌上诊疗解决方案的研发工作,部分成果已应用于临床。本文以此为背景,综述掌上诊疗在医疗诊断、先进治疗、健康服务方面的发展现状及临床应用特点,并探讨所面临的挑战及未来发展趋势。

1 智能手机与疾病诊断

生化指标和医学影像是医生进行医疗诊断的重要依据。受设备自身性能、医疗资源利用不充分等因素的限制,传统的诊断过程存在以下问题:1) 生理指标监测的实时性不强。例如,心电信号的实时监测与分析对降低急性心血管疾病的死亡率、致残率至关重要,但传统设备无法满足实时性的要求。2) 数据的信息化接口缺失或不足,无法实现有效的信息共享。例如,传统水银体温计应用非常广泛,但在数据的信息化共享链条上处于缺失环节。3) 医疗资源得不到充分的利用与调动。一方面,传统大型成像设备成本昂贵且操作复杂,医护人员由于技术培训不足而不能充分利用这些设备;另一方面,在一些国家和地区,高端医疗资源,包括专业能力强的医生和高级的医疗设备,大多集中在大城市,偏远地区的患者由于交通不便,无法享受到这些

医疗资源。智能手机在克服这些问题上具有独特优势:体积小,易携带;操作简便;可采集声音、图像、视频信号;即使在偏远地区,只要信号覆盖到,均可接入网络进行数据传输;软硬件扩展能力较强,可针对特定的功能和使用情境开发相应的硬件及配套应用程序。因此,在医疗领域充分发挥智能手机的上述优势,有助于加速医疗模式从以症状治疗为中心向以预防性(Preventive)、预测性(Predictive)、个体化(Personalized)及参与性(Participatory)为特征的“4P”模式转变^[2]。本节主要介绍智能手机在典型疾病诊断中的应用。

1.1 基于生化指标的诊断

心血管疾病和糖尿病是两种典型的基于生化指标的智能手机应用案例。

心血管疾病具有突发性强、致死率高、发作无规律等特点,心电、心率、心音等信号的实时监测和分析,对于急性心血管疾病(如恶性心律失常及心源性

收稿日期:2016-04-28

作者简介:陈聪哲,硕士研究生,研究方向为医用机器人技术,电子邮箱:seasonrain1@163.com;刘文勇(通信作者),副研究员,研究方向为医用机器人技术、数字化医疗仪器,电子邮箱:wylu@buaa.edu.cn

引用格式:陈聪哲,李秦,刘文勇.掌上诊疗——智能手机在智慧医疗中的应用[J].科技导报,2016,34(9):44-47;doi:10.3981/j.issn.1000-7857.2016.09.005

猝死等)的预防意义重大。传统的心电图机只能记录患者静态状态下的心电图,达不到实时性的要求。华南理工大学的熊狮等^[2]设计了一款基于 Android 系统的健康信息移动检测系统,该系统包括了心电与心音数据的采集系统、健康医疗与信息管理系统、智能手机与服务器通信系统 3 个模块,可实现生理参数的监测、对生理数据的分析处理、生理数据的上传、用药提醒等功能,帮助患者指定智能化、个性化的保健计划。浙江大学的王磊等^[3]提出一种基于智能手机的医疗模式,并开发出了基于 Android 系统的移动医疗平台,该平台可以实现对脉搏信号和脑电信号的实时采集、无线传输和智能分析;采用了数据挖掘和模式识别算法,探索了从脉搏信号无创诊断心血管疾病和从脑电信号进行麻醉监护的方法。美国伍斯特理工学院的 Scully 等^[4]试图通过手机摄像头采集指尖的视频,在 PC 端用 Matlab 软件分析指尖的颜色变化,提取出心率、呼吸频率、血氧饱和度等生理指标。实验结果显示严重失血时信号变化明显,可以用来检测严重失血的发生。中国科学院计算技术研究所的朱珍民等^[5]提出一种利用手机加速度传感器测量呼吸率和心率等生命参数融合感知的方法,该方法具体是将手机放在胸口位置,以 25 Hz 的采样速率采集正常呼吸过程中手机三轴加速度数据,进而间接反映出的人体生理参数的变化情况(图 1^[5])。

糖尿病是一种常见的慢性内分泌

代谢紊乱形疾病,全球成人糖尿病患者(20—79 岁)数量在 2014 年达到 3.87 亿人,预计 2035 年将达 5.92 亿人。该病预后的重点是控制血糖和减少并发症,智能手机在这一领域的应用前景同样非常广阔。北京糖护科技有限公司的主打产品糖护士^[6]基于飞思卡尔的智能微控制器开发了一款更便携更智能的血糖仪,该款血糖仪以智能手机配件的形式,通过耳机接口与手机搭配使用(图 2)。与传统血糖仪相比,这款血糖仪大大降低了整体功耗、体积和质量;同时,与智能手机结合,血糖数据会直接存储到智能手机并上传到云端,并以图形、图表等形式直观地展示,而无需患者自己抄录。通过互联网,医生可以很方便地查看这些数据,远程指导患者调整饮食、运动和用药。美国 WellDoc 公司的 WellDoc^[7]是一款智能手机 App,可以为 2 型糖尿病患者提供实时指导(图 3)。WellDoc 将药物、血糖等数据读入智能手机,依据这些数据,软件会自动地为患者提供诸如用药、运动、饮食以及做相关检查等全面指导;并且,数据会定期发送给该患者的指导医生。南方医科大学的李本富等^[8]设计了一款基于智能手机血糖监测系统。该系统包括无线血糖检测传感器以及患者和医生的智能手机端,可实现远程会诊和远程监护。无线血糖检测传感器通过蓝牙与患者智能手机连接,可完成检测功能,还可发送数据并接收医生的诊断;智能手机端可完成数据的存储、维护和管理。解放军第 309 医院的乔

娟等^[9]通过实验验证了智能手机健康管理软件对中青年 2 型糖尿病患者的效果:实验对象随机分为健康管理组和对照组;健康管理组除常规临床治疗外,下载并使用一些常见的糖尿病相关应用软件,随访后观察健康管理效果。结果表明干预后健康管理组空腹血糖、餐后 2 h 血糖和糖化血红蛋白水平比对照组显著改善;软件能够帮助患者改善饮食、坚持运动,患者对治疗依从性和健康满意度均较高,说明利用智能手机进行健康管理的方式提高了中青年 2 型糖尿病的健康管理的质量。

1.2 基于医学影像的诊断

传统的影像诊断服务模式需要患者亲自前往医院,由于医疗资源得不到充分调动和利用,部分患者预约影像检查要等待数天以上的时间,而部分偏远地区的患者则由于基础设施不完善,无法享受到影像诊断服务。以眼科为例,全世界现有 3900 万失明者,80%生活在低收入国家,如果能够及时有效的眼科检查,其中 80%是可以避免的。智能手机的应用为解决上述问题提供了新思路,有望在一定条件下取代传统笨重的检查设备。

针对眼科检查,英国 Peek 团队^[10]研发了一款名为 Peek 的 App 和 Peek Retina 的配套硬件,Peek Retina 硬件可以安装在智能手机摄像头的位置,眼科医生通过该硬件可以看清眼球内部,检查患者是否有白内障,还可以激活手机闪光灯,观察视神经的健康状况,同时可以拍摄高清照片,远程上传给其他医生



图 1 一款基于手机传感器的心率和呼吸率检测演示系统



图 2 糖护士血糖仪是一款典型的软硬结合的产品



图 3 WellDoc 的 App 界面



图4 Peek团队在为患者检查眼睛内部



图5 Mobisante公司的超声探头与手机



图6 美国Franciscan St. Francis Health医院的医生正在利用DASH进行临床手术

进行进一步的诊断(图4)。同传统眼科检查相比,这套装置的设备本及人力成本大幅降低,可以实现在全球任何地区(包括偏远、贫穷地区)进行低成本的眼球和视力检查。这套装置的软硬件已开发完成,现处于试验阶段,实验结果非常乐观。该装置的另一个优势在于:即使没有接受过专业训练的人,也能够简单培训之后使用手机眼科检查系统,大大降低了普及应用的难度。

此外,美国Mobisante公司研发了一种基于智能手机的超声成像系统^[11],该系统由带有USB接口的智能手机、超声探头和无线连接装置3部分组成,在手机上即可实现超声检测;该装置易于操作,成本低,易于携带,也可以将检测结果上传给高级别的医生进行进一步的诊断(图5)。南方医科大学的梁炳进等^[12]采用WADO技术实现医学影像在通用浏览器上的传输、显示,并设计了一款能在移动终端通用的医学影像浏览系统。该系统可以在iOS、Android和PC端操作系统的浏览器下运行,为实现医疗影像共享、远程会诊等功能提供了平台基础。

1.3 中医诊断

除了在心血管疾病和糖尿病的监测以及医学影像的获取和传输外,研究者也在探索智能手机在传统中医领域应用的可能性,如:清华大学的杨骏等^[13]将移动医疗与中医四诊(望、闻、问、切)相结合,研发了一款可以用于中医四诊数据采集的系统,实验结果表明,该系统可多角度获取人体体征信息,能从望、闻、问、切4方面初步评估

人体的健康状态;湖南省中医药研究院的周卫强等^[14]开发了一款基于iOS的中医体质辨识App,作为一种统计工具,通过收集用户上传的体质、职业、年龄等个体数据,可实现体质检测和干预。随着中医大数据的发展,基于智能手机的中医诊断应用将进一步丰富。

2 智能手机与疾病治疗

智能手机凭借其强大的计算和显示能力、网络化能力和便携化特性,正在进入先进治疗领域,并首先在导航手术中得到了临床应用。导航手术是借助光学或电磁跟踪设备,将患者术前或术中的影像数据同患者解剖结构准确对应,这样术中就可以实时跟踪手术器械并将其以图形的形式准确、实时地叠加显示在医学影像上,使医生对手术器械相对病人解剖结构的位置一目了然^[15]。但是,在传统的导航手术中,用于计算和显示的导航工作站体积较大,多放置于床旁;手术时,医生的观察视线不得不在操作区域和工作站显示器之间来回切换,以确保手术操作的精确性和安全性。智能手机体积小且具有足够的计算能力和显示能力,如果将智能手机作为工作站设备的延伸终端,可以将智能手机安置于手术操作部位附近,让医生能够同步观察到手术操作的实际解剖区域和屏幕显示图像,降低了手术复杂度;更进一步,如果在智能手机上安装跟踪标记(track-er),则可实现不同位置上图像的动态显示,大大提高图像引导的灵活性。

目前,国际上已经出现了多种基于

智能手机的手术导航App,其中比较典型的是美国博医来(BrainLab)公司的DASH和蛇牌(Aesculap)公司的OrthoPilot。DASH是一款基于iPod/iPhone/iPad的便携式手术导航系统,主要用于膝关节或髋关节置换手术,可辅助骨科医生完成高精度的手术规划和导航定位;使用时,可直接将iPod安装于手术部位,实现便携式导航(图6)^[16]。OrthoPilot在技术上类似于DASH,并进一步提供了丰富的手术仿真功能(图7)^[17]。

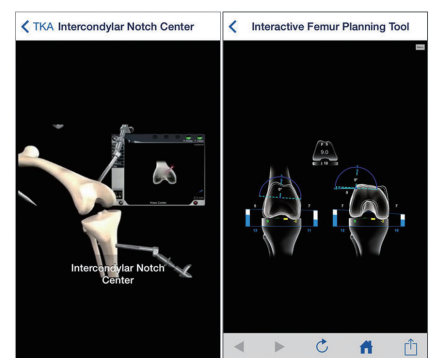


图7 OrthoPilotApp的手术仿真界面

随着手机智能化功能的不断丰富,智能手机在手术中的“智能手术终端”地位将进一步提升,并将在以手术导航和机器人技术为核心的智能手术中得到进一步应用。

3 智能手机与健康服务

智能手机与移动医疗的结合,正在变革传统的健康服务模式。国内第一家尝试移动医疗的公司春雨天下软件公司于2011年推出了春雨医生App(图8),最初只有症状自查和咨询医生



图8 春雨医生App界面

两块主要功能,后来逐渐增加了病患自查的智能搜索引擎,并支持医生开设基于春雨平台的虚拟诊所^[18]。丁香园最初是一个检索医学文献的小网站和供医药从业者互相交流的论坛,2012年,丁香园上线了一个在线患者交流社区“丁香医生”^[19],可以让患者之间建立互动,分享药品使用方法和治疗经验,更重要的是患者之间的交流所带来的心理上的支撑和情感上的安慰(图9)。如今“丁香医生”的功能已经更加全面,甚至开始探索线下的诊所服务模式。



图9 丁香医生App界面

育果医生^[20]是一款工具型App,定位于高端私立就诊平台,可以在上面搜索到北京、上海地区的私立医院信息,并提供医生预约、病历留存、位置查找、商业保险的“一键匹配”等服务。为了解决医院挂号难、看病难、等候时间长等问题,浙江省舟山医院总院利用智能手机推出“掌上舟医”^[21]诊疗服务模式,促进门诊患者就医行为的改变,优化门诊患者预约诊疗流程,减少了患者在医院等候时间。这种预约诊疗服务模式,极大提高了门诊预约诊疗服务的质量。

4 结论

智慧医疗与移动医疗的发展,促使智能手机快速进入医疗领域,改变着疾病诊断、临床治疗和健康服务的模式。在医学诊断方面,基于智能手机的易于携带、计算性能强、数据传输方便、软硬件易于扩展等优势,国内外出现了多种用于医疗诊断的App,为生理信号的实时采集与处理、医疗资源的充分调动提供了有价值的实践和新的思路。当然,智能手机用于诊断尚处于初级阶段,在数据的采集与传输、信号的实时处理等方面仍有许多技术问题需要解决;除了采集心音、心电图等生理信号外,可设计其他的功能匹配硬件,以扩展基于智能手机的医学诊断的应用范围。在疾病治疗方面,智能手机可以作为一种有效的“智能手术终端”设备,在临床中发挥更大的作用。在健康服务方面,基于智能手机和移动互联网的新型服务模式正在不断涌现,但在信息共享与安全方面仍存在诸多壁垒,需要进一步加强监管、优化医疗资源配置,实现智能手机医疗应用的可持续健康发展。

参考文献(References)

- [1] 韩璐. 基于便捷终端的智慧医疗系统的设计与实现[D]. 成都: 电子科技大学, 2013.
- [2] 熊狮. 基于Android系统健康信息移动监测技术的研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2013.
- [3] 王磊. 基于移动医疗的脉搏和脑电信号模式分类与疾病预警研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2013.
- [4] Scully C G, Lee J, Meyer J, et al. Physiological parameter monitoring from optical recordings with a mobile phone[J]. IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 2012, 59(2): 303-306.
- [5] 朱珍民, 郭高安, 马官慧, 等. 基于智能手机的生命参数检测方法研究 [J]. 集成技术, 2014(3): 1-14.
- [6] 飞思卡尔 Kinetis 微控制器支持开发更便携更智能的血糖仪——Dnurse 糖护士手机血糖仪让糖尿病人轻松检测、管理血糖[J]. 电子产品世界, 2015(增1): 70-71.
- [7] WellDoc Inc. WellDoc's disruptive innovation in healthcare and mHealth uses mobile technology to transform the treatment of chronic disease[EB/OL]. [2016-04-15]. <http://www.welldoc.com>.
- [8] 李本富. 基于智能手机的血糖监测系统[J]. 计算机系统应用, 2012(8): 140-143.
- [9] 乔娟, 郝彦斐, 燕增奎. 基于智能手机的青中年2型糖尿病患者健康管理的效果观察[J]. 医疗卫生装备, 2014(12): 73-75.
- [10] 张帆. 智能手机也能成为眼科大夫[J]. 绿色环保建材, 2015(3): 60-63.
- [11] Mertz L. Ultrasound? Fetal Monitoring? Spectrometer? There's an App for That!: Biomedical smart phone apps are taking healthcare by storm[J]. IEEE Pulse, 2012, 3(2): 16-21.
- [12] 梁炳进. 移动医学影像阅片系统构建与关键技术研究[D]. 广州: 南方医科大学, 2015.
- [13] 杨骏, 刘静, 刘冉. 手机平台上的中医四诊系统[J]. 中国医疗器械杂志, 2013(1): 18-22.
- [14] 周卫强, 邓宇, 冯英, 等. 基于iOS的中医体质辨识应用开发[J]. 中国数字医学, 2016(3): 105-107.
- [15] 田伟. 计算机辅助骨科手术学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2011.
- [16] Rudavsky S.iPod-based navigation app helps doctor in surgery[EB/OL]. 2012-12-04, <http://www.usatoday.com/story/news/nation/2012/12/04/ipod-used-in-knee-surgery/1747017/>.
- [17] Aesculap Implant Systems Launches iPad® App featuring OrthoPilot® Navigation System[EB/OL]. [2016-04-15]. https://www.orthoworld.com/knowent/aesculap_042711.pdf.
- [18] 张越. 春雨医生的“路”与“荆棘”[J]. 中国信息化, 2015(2): 56-57.
- [19] 丁保祥. 丁香园: 扶医生以动医疗 [J]. 商界: 评论, 2015(2): 124-127.
- [20] 金子琦. 瞄准高端人群的育果医生, 要围绕私立医院打造医疗消费[J]. 创业邦, 2016(增1): 66-67.
- [21] 姚惠娟, 朱菊芬, 王磊. 预约诊疗服务新模式——“掌上舟医”的应用[J]. 中国农村卫生事业管理, 2015(11): 1393-1395. (责任编辑 刘志远)