

基于互联网的前列腺癌筛查系统设计与实现

蓝淳愉 曹磊

(南昌大学第一附属医院 南昌 330006)

〔摘要〕 介绍基于互联网的前列腺癌筛查系统设计与实现,包括总体情况、流程、模块、软硬件架构等方面,把前列腺癌筛查的关键检验检查进行信息化和流程化,提高筛查质量,让更多患者享受到精准医疗服务。

〔关键词〕 互联网;精准医疗;前列腺癌筛查

〔中图分类号〕 R-056 〔文献标识码〕 A 〔DOI〕 10.3969/j.issn.1673-6036.2017.11.009

Design and Implementation of the Prostate Cancer Screening System Based on Internet LAN Chun-yu, CAO Lei, The First Affiliated Hospital of Nanchang University, Nanchang 330006, China

〔Abstract〕 The paper introduces the design and implementation of the prostate cancer screening system based on Internet, including the general situation, process, module, software and hardware architecture, etc. The system informationizes and processizes the key examinations during prostate cancer screening, improves the screening quality, and provides more patients with accurate medical service.

〔Keywords〕 Internet; Precision medicine; Prostate cancer screening

1 引言

2016 年全国卫生与健康大会将“健康中国”上升为国家战略,同年 10 月国务院发布《“健康中国 2030”规划纲要》,提倡“未病先防和既病防变”的理念,全面提升全民健康水平^[1]。近年来我国已经进入老龄社会,随着人口寿命的延长、饮食结构的改变、肿瘤筛查及诊断水平的不断提高,我国前列腺癌的发病率虽然远低于西方发达国家,但已呈明显上升趋势,现位于男性泌尿生殖系统恶性肿瘤第 3 位,已经逐渐成为严重影响我国男性生命健康

的重要肿瘤之一。和其他常见的泌尿系统恶性肿瘤不同,前列腺癌无典型的临床症状,但随着肿瘤的不断发展,则会表现出多种不同的临床症状,前列腺癌患者在确诊时往往已发展到晚期,这时进行治疗疗效不佳,因此开展前列腺癌的筛查显得尤为重要^[2]。根据中国泌尿外科学会《前列腺癌诊断治疗指南》诊断流程,前列腺癌诊疗通常遵循筛查、诊断、分型、治疗/监测及随访 5 大步骤^[3]。目前前列腺癌的筛查主要依靠直肠指检(Digital Rectal Examination, DRE),前列腺特异性抗原(Prostate Specific Antigen, PSA),前列腺核磁共振(Magnetic Resonance Imaging, MRI),前列腺活检穿刺等检查等方式。随着人们的收入水平显著提高以及健康意识逐步增强,对于医疗服务和健康管理的需求快速增长,移动医疗在近年来得到医疗学术界和信息界的广泛关注,能有效提高我国的医疗卫生服务水

〔修回日期〕 2017-06-28

〔作者简介〕 蓝淳愉,工程师;曹磊,工程师。

平，患者就诊过程中的非诊疗时间大大缩短，通过互联网技术，模糊空间和地域的概念，让患者在异地也能享受医疗服务，大大提高患者就诊的体验。

2 系统设计

2.1 总体设计

基于互联网的前列腺癌筛查系统是将筛查步骤中需做的检验检查（直肠指检、前列腺特异性抗原、前列腺核磁共振、前列腺活检穿刺）设计成为系统的流程节点。这个做法不但让参与的患者对整个筛查过程有清晰明了的认识，也更加深刻地了解病情，增强对医生、医院的信任感；对于医生，通过患者上传诊前数据，医患良好的沟通结合到院后检验检测可给出更加准确的诊疗结论，从另一个维度讲也是把轻度患者分流在互联网上解决，减少医疗资源的过度利用，在线上筛选优质、匹配的病例来院就诊；对于医院，患者参与疾病诊疗中可以减少医患之间发生的误解和纠纷，促进医患关系的和谐。实现诊前了解患者病理，诊中精准诊断，诊后继续跟踪病情，使患者得到全方位的医疗服务。在诊疗过程中互联网医院可以随时随地查阅患者的检查检验报告，通知医生和患者，更加方便，有利于诊断判断及下一步的流程进行。让前列腺癌筛查的时间安排更有计划性，可控性更强，缩短整体的治疗周期。通过移动互联网技术，减少患者往来医院的次数，以往一些需要到医院完成的步骤如挂号、缴费、获取报告都可以通过手机移动终端完成，实现将医患之间的时间及空间距离缩短为“0 距离”。基于以上的设计理念，总体流程设计，见图 1。

2.2 流程

2.2.1 加入前列腺癌筛查 通过连接互联网的移动终端上设立入口（如微信或 APP），在患者个人中心加入前列腺癌筛查。患者在医院做完前列腺癌筛查可以在移动终端快速查阅结果同时也及时推送给医生。患者每次检查检验数据都是保留在个人终端账号里，后期患者可以进行自我管理，医生可以实时查询患者的既往检查检验结果，见图 2。

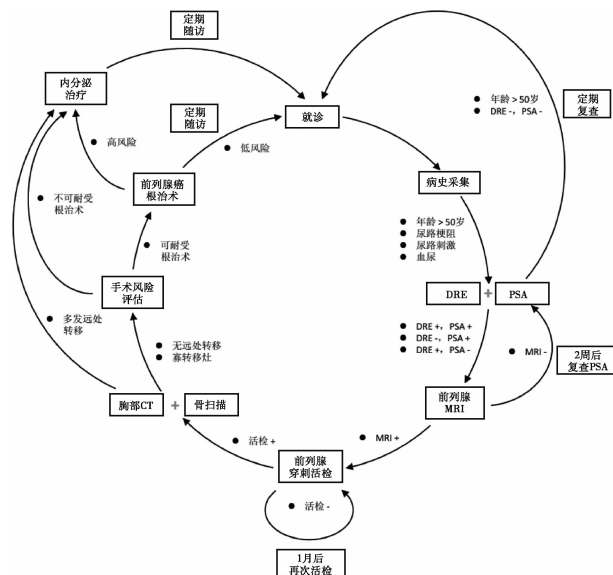


图 1 基于互联网的前列腺癌筛查系统总体设计



图 2 患者筛查流程

2.2.2 患者病史体征采集 专家团队科学制定出关于前列腺癌筛查相关内容题目，以下拉选择或者是非判断为主（如年龄、是否有尿路梗阻、尿路刺激、血尿的情况），以便医生进行患者病情的初步判断及日后手术的风险测评。后期通过大量的数据分析为用户提供最科学的健康分析、疾病预防、营养饮食等健康生活方式规划建议。

2.2.3 PSA 及 DRE PSA 为抽血检验，DRE 为通过肛门进行直肠指检，PSA 的检验结果主要包含游离前列腺特异抗原（fPSA）和总前列腺特异抗原（tPSA）两项指标，PSA 的检验结果根据两项指标的数值不同可表示为阳性（+）和阴性（-），当

tPSA $\geq 4\text{ng/ml}$, 或 fPSA/tPSA ≤ 0.2 时, PSA 可表示为阳性, 当 tPSA $< 4\text{ng/ml}$ 并且 fPSA/tPSA > 0.2 时, PSA 可表示为阴性。DRE 则根据指检的情况表示为阳性 (+) 和阴性 (-), 当手指在直肠内难以推动、或质硬、或可触及明显, DRE 可表示为阳性, 当手指在直肠内可推动、质软、未触及明显硬结, DRE 可表示为阴性。PSA 和 DRE 中呈现阳性情况 (如 DRE +, PSA +; DRE -, PSA +3; DRE +, PSA -), 则需要进一步进行前列腺 MRI 的检查, 当 PSA 和 DRE 都呈现为阴性情况且患者年龄大于 50 岁, 则基本上排除前列腺癌的可能性, 定期复查即可。利用计算机技术支撑, 对所有的静态数据进行分析, 根据 PSA 结果数据分析转化成最简单可视化图形曲线, 让医生对于 PSA 结果的易读性大大增强。

2.2.4 判断是否进行下一步筛查 2014 年哥德堡随机筛查试验 (欧洲前列腺癌随机筛查研究 (ER-SPC) 的瑞典组群) 的初步结果表明, 在前列腺癌筛查时利用前列腺 MRI 可以提高癌症的检出率, 同时有助于避免不必要的活检。医生通过阅读 MRI 图像结合 PSA 的结果进行判断, 增加确诊的可能性。

2.2.5 病理辅助确诊 以上的步骤都只能发现可能患有前列腺癌的患者, 不能成为前列腺癌诊断的最终依据, 前列腺癌的确诊必须获得病理证据。因此就需要通过一定的方法获得患者的前列腺组织进行病理学检查。前列腺穿刺活检就是一种微创获取前列腺组织的方法。结合病理报告中每个穿刺针的病理诊断, 穿刺针的编号代表穿刺针所取样本的位置。报告肿瘤的针数越多, 以及每针累及的肿瘤体积多, 表明肿瘤的体积越大, 范围越广, 分期也越高。前列腺穿刺活检术是前列腺癌确诊的一种安全、高效的手段。

2.3 模块设计

通过互联网在整个筛查过程中节约患者等待时间及往来医院的次数, 对于医生来说, 则提高筛查的可靠性和准确性, 简化流程之后同时也提高效率。因此系统的设计根据使用对象的不同, 分为医生端及患者端; 根据使用场景的不同, 分为院内及院外。检验检查的结果可在出报告的第一时间通过互联网推送给医生及患者, 以便进行准确的诊断及下一步骤的进行, 见图 3。

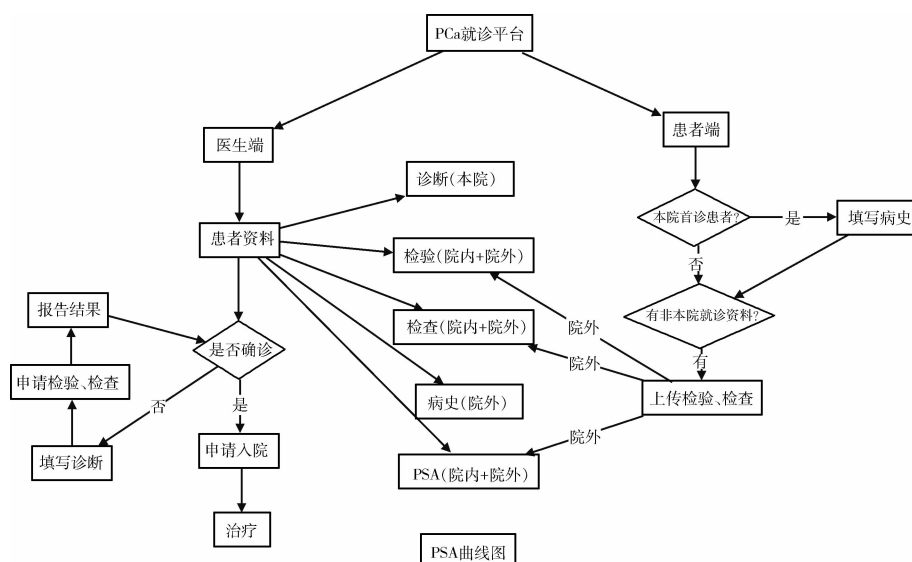


图 3 基于互联网的前列腺癌筛查系统模块设计结构

2.4 软件架构

2.4.1 与患者的交互 目前和患者之间的交互模式有两种: APP 或者服务平台 (如微信或者支付

宝)。APP 的优点在于能提供最佳的用户体验、最优质的用户界面, 最便捷的交互; 根据 Android 和 IOS 两大移动操作系统可进行独立的开发, 针对不同平台提供不同体验; 同时可节省手机流量成本,

以独立的应用程序运行（不需要浏览器，前提是患者已经下载并安装 APP），能够与移动硬件设备的底层功能，可访问手机本机的资源。当然 APP 的缺点在于不同平台上开发成本比较大，维持多个版本的成本比较高，更新或推出版本需要通过确认。而服务平台中进行交互的话，以微信公众平台为入口，服务平台没有占据患者手机空间的问题，运行于服务平台，实质将大部分的维护事宜转嫁给服务平台所属的公司，其维护成本、维护周期和维护流程都简单得多，但是因为架构的问题，服务平台的交互体验并不是很好，仅仅能提供简单基础的交互。因此基于优缺点的考量，筛查系统采用了 APP（Android 版和 IOS 版），基于 B/S 架构的 PC 端网页应用，结合微信或者支付宝等第 3 方服务平台来为医患提供服务。

2.4.2 软件架构分析 系统开发架构根据层级分为分发服务、鉴权管理、业务模块、业务总线、Tephra 框架、Mariadb 等，系统软件架构，见图 4。分发服务：将不同类型的业务请求分发到不同类型的服务器上，以实现负载均衡、故障切换等功能。鉴权管理：统一进行权限的管理，实现对外部访问请求的安全管理。业务模块：包含系统所需要的所有功能上的算法和计算过程，处理与业务相关的部分，完成与业务数据总线层和上层应用的交互。业务总线：实现各模块之间的数据标准及数据交换的服务。Tephra 框架：基于 Spring 自主研发的 J2EE 框架；Mariadb、Mongodb、Hadoop、Cache：用于数据存储及大数据分析的基础服务。

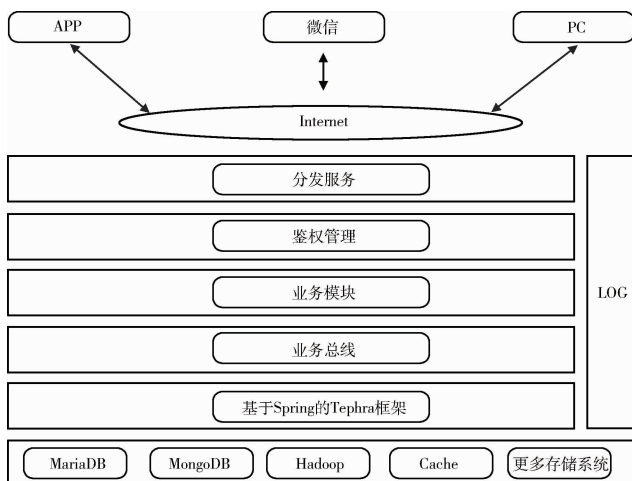


图 4 系统软件架构

2.5 硬件架构

2.5.1 云计算的优势和劣势 云是网络、互联网的一种比喻说法。狭义的云计算指计算机网络、存储等设备的使用模式，指通过互联网按需租用虚拟机的方式快速获得易扩展的计算机资源，迅速的搭建软件所需的硬件平台，而用户只需要提供客户终端（本系统中为手机终端）；广义的云计算指服务的交付和使用模式，指通过互联网以按需、易扩展的方式获得所需硬件及计算服务。任何一事物都有利弊之分，云计算的优势在于：（1）快速。云计算最大的好处就是能够快速搭建应用及数据库。（2）灵活性和扩展性。由于云的规模可以动态伸缩，这样不用加大投资硬件设备的力度来满足应用和用户规模增长的需要，同时也无形起到了降低成本的作用。（3）低成本。对于每个信息化项目来说基础设施都是一笔开支比较大的费用，云计算服务在资金紧张的情况下是值得考虑的。（4）技术更成熟。在云计算架构下，技术差距已经大大缩小，如阿里云、腾讯云等，其关键性能指标已经基本接近国际顶级水平，甚至部分指标领先国际水平。但任何事物犹如硬币具有两面性，云计算的劣势在于：（1）数据安全性。目前比较热的云计算都没有完全解决安全性问题。（2）按流量收费有时会超出预算。如果将资源和数据放在云上进行读取的话，需要的网络带宽是非常庞大的，这样所需的成本过高，甚至超过购买存储本身的费用。

2.5.2 硬件架构分析 综上所述，采取云计算中心提供直接的外网数据服务，最大程度降低网络安全风险、带宽的压力。内部采用业界领先的互联网架构，动态数据与静态数据分离、数据库读写分离等。网络安全方面，医院内部网络由防火墙、网闸等专业防护设备进行网络隔离与监控，仅由前置代理服务器进行数据转发，确保安全地为云计算中心提供实时的医疗业务数据支持。通过设立网闸、防火墙、前置服务器以及外网平台专属访问机制，确保医院内外网交互安全之外；同时还采取 MD5 不可逆算法对用户密码加密处理，采用 SSL 加密机制对数据进行传输和访问，防止非法监听，确保用户安

全；采用银联及支付宝移动在线支付标准开放接口进行信息交互，具备高可靠性和安全性。系统硬件架构，见图 5。

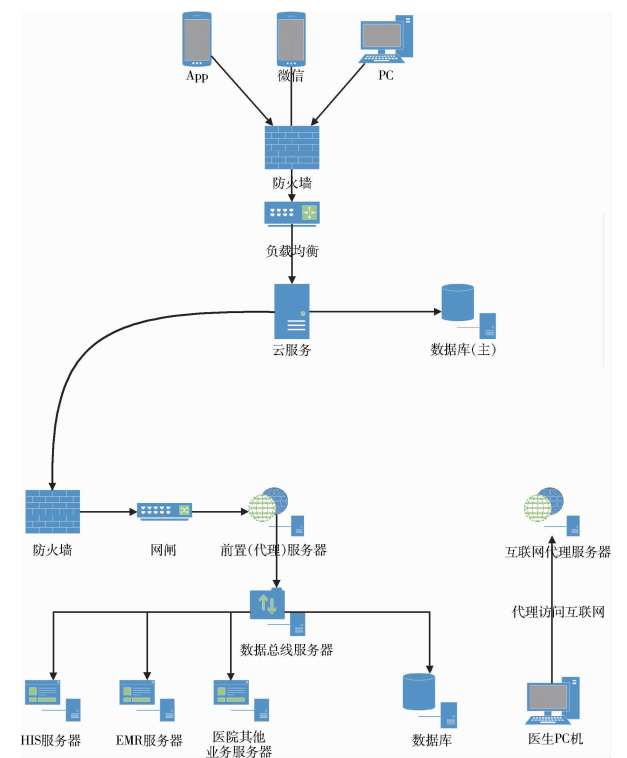


图 5 系统硬件架构

3 结语

在结合互联网前沿技术后，形成高度信息化的服务链体系，即“互联网 + 癌症”早筛模式，可以使患者在不同场景（院内或者院外）通过简单的流程进行定期筛查及时排除癌症隐患，偏远的患者在初期可以通过院外上传结果的方式即可进行筛查，减少往来医院的次数。同时创新诊断运作模式将医患之间的时间和空间缩短为“0 距离”，及时掌握筛查的流程，通过 PSA 曲线图等方式提高诊断精准

度。基于互联网的前列腺癌筛查系统成为精准医疗模式一个极好的切入点。流程化的检验检查搭配出不同的方案应用于不同癌症的筛查。院内首诊加互联网复诊的模式可以应用于慢病管理。通过互联网进行患者随访，把健康管理的覆盖面由院内延伸至患者家中，更在真正意义上实现对更广阔区域的人群进行精准医疗服务。立足于互联网，越来越多的医疗服务未来或有可能延伸到患者身边，通过“互联网 + 医疗”体现“科技关爱生命”。

参考文献

- 1 孟群, 毕丹, 张一鸣, 等. 健康医疗大数据的发展现状与应用模式研究 [J]. 中国卫生信息管理杂志, 2016, 13 (6): 547 – 552.
- 2 张艺潇, 董烨华, 冯文. 国外移动医疗应用于糖尿病患者管理的情况介绍 [J]. 中国卫生信息管理杂志, 2016, 13 (6): 611 – 615.
- 3 张恒, 贾东梅, 马力, 等. 社区医生对社区前列腺癌筛查和早期诊断的现状 [J]. 中国全科医学, 2016, 19 (35): 4291 – 4294.
- 4 陈涛, 张焕友, 詹晓凤, 等. 前列腺特异性抗原在前列腺癌早期筛查方面的研究 [J]. 肿瘤基础与临床, 2016, 29 (5): 454 – 456.
- 5 深入研讨医疗健康大数据应用实践与发展思路推动医疗健康大数据应用措施落地 [J]. 中国卫生信息管理杂志, 2016, 13 (4): 327.
- 6 俞刚, 陈竹静, 张洪波, 等. 基于物联网技术的新生儿疾病筛查血卡及系统设计与应用 [J]. 中国数字医学, 2016, 11 (8): 56 – 57.
- 7 陈秀娟, 黄光梅, 张雪丽, 等. 网络信息化平台在宫颈癌筛查管理中的应用 [J]. 中国妇幼保健, 2014, 29 (2): 172 – 174.
- 8 张丽霞, 陈志, 张义涛, 等. 信息化管理在新生儿疾病筛查中的应用与效果评价 [J]. 中国妇幼保健, 2011, 26 (6): 815 – 816.