

基于移动应用的互联网医院设计与实现

徐 晋

(南京医科大学附属苏州市立医院信息科 苏州 215008)

〔摘要〕 结合苏州市立医院实践,从技术架构、网络拓扑架构、业务流程、系统安全等方面阐述基于移动应用的互联网医院设计,介绍互联网医院实现的功能和运行机制。

〔关键词〕 移动应用;互联网医院;医院信息系统;云视讯

〔中图分类号〕 R-056 〔文献标识码〕 A 〔DOI〕 10.3969/j.issn.1673-6036.2021.02.013

Design and Implementation of Internet Hospital Based on Mobile Application XU Jin, Information Center, Suzhou Municipal Hospital Affiliated to Nanjing Medical University, Suzhou 215008, China

〔Abstract〕 Combined with the practice of Suzhou Municipal Hospital, the paper expounds the design of Internet hospital based on mobile application from the aspects of technical architecture, network topology architecture, business process, system security, etc., and introduces the functions and operation mechanism of Internet hospital.

〔Keywords〕 mobile application; Internet hospital; Hospital Information System (HIS); cloud video

1 引言

据艾媒数据中心统计截至 2019 年全国手机用户数量突破 10 亿,预计到 2020 年我国互联网医疗市场规模有望突破 1 000 亿元,如此大规模的市场使得大众对互联网医院建设投入极大热情。2016 年建成 26 家互联网医院,这个时期的互联网医院建设缺乏相应法律法规监管。2018 年国家卫生健康委员会和国家中医药管理局发布《互联网诊疗管理办法(试行)》等 3 个文件,规范互联网诊疗行为,之后互联网医院建设加速,仅 2019 年就建成 148 家,全国互联网医院总数量达到 294 家^[1]。在此背景下苏州市立医院紧跟时代步伐,深刻认识到发展“互联网+医疗”的重要性,2015 年起开始逐步深

化院内各系统信息化程度,旨在统一数据标准,消灭信息孤岛。2019 年医院正式启动互联网医院建设工作,同年底获得江苏省卫健委颁发的互联网医院运营许可证,成为苏州地区首家自建互联网医院。

2 系统设计

2.1 技术架构

2.1.1 概述 互联网医院建设技术架构基于移动应用,大致分为 5 个部分:用户入口、业务服务层、访问控制层、院内业务和省监管平台。用户入口和业务服务层主要为用户服务,前者为用户提供多种访问互联网医院的方式,后者则展示互联网医院能为用户提供的各项具体服务。具有统一的访问控制层,不但能从院内异构系统中整合标准化数据,还能为外部访问提供统一、标准化的服务平台,通过安全完备的认证方式提供可靠的授权访问机制,具有良好扩展性,在保证安全前提下高效地

〔修回日期〕 2020-06-20

〔作者简介〕 徐晋,工程师。

提供信息服务^[2]。互联网医院技术架构, 见图 1。

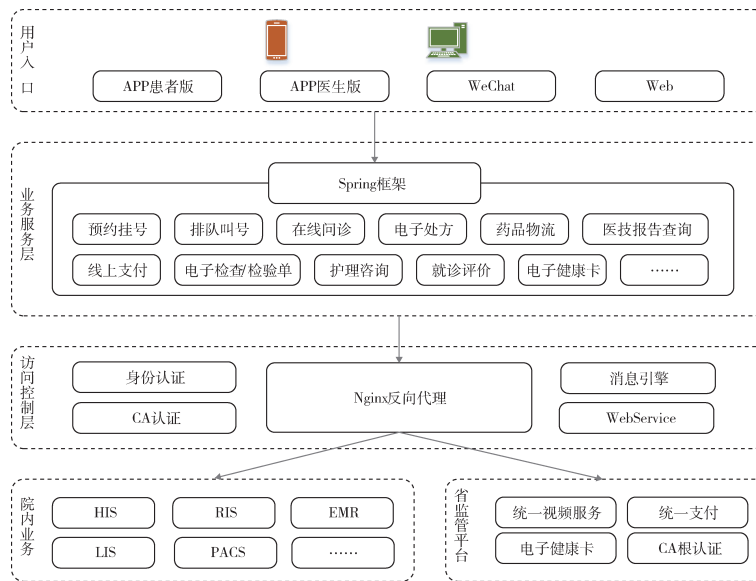


图 1 基于移动应用的互联网医院技术架构

2.1.2 用户入口 采用 HTML 5 和 BootStrap 技术进行入口设计, 使程序只需要经过编译就能通过不同种类终端进行访问, 且能够自适应终端设备始终保持界面美观。APP 入口分为医生端和患者端, 患者端主要提供发起就诊和在线就诊相关功能, 医生端负责管理患者数据并进行在线问诊, Web 端主要用来为医生提供云视讯在线问诊服务。

2.1.3 业务服务层 不仅实现预约挂号、在线问诊和电子审方等 11 项功能, 还添加如护理咨询、药物咨询和上传病历等可选功能。功能实现采用前后端分离模式, 优点是给前后端解耦, 使开发可并发进行, 提升项目开发效率。前端采用 VUE + JS 开发, 支持跨平台运行, 提升项目兼容性以及开发效率, 后端采用 Java 语言开发, 通过 Spring 框架进行统一生命周期管理^[3]。

2.1.4 访问控制层 采用 3 层架构, 在业务系统和医院信息系统 (Hospital Information System, HIS) 之间架设一层 Web Service 业务转发服务, 更符合高内聚低耦合系统设计思想, 其扩展性和安全性大大提升。使用 Nginx 作为前端 Web 服务器, 保障 Web 服务稳定性, 支持高并发连接的访问。同时启用 Nginx 反向代理, 既可以隐藏真实的服务器地址, 还可以设置网络访问规则。

2.1.5 院内业务 院内各系统都需要与互联网医院交互数据, 包括门诊收费和门诊自助系统的预约和缴费信息, 检验信息系统和医学影像信息系统的结果报告与图像, 以及电子病历系统的患者病历资料等。这些数据交互都由互联网医院 Web Service 转发服务来实现, 一方面保证院内系统安全性, 另一方面使其符合国家标准。

2.1.6 省监管平台 根据江苏省互联网建设标准, 互联网医院需要接受江苏省卫健委的监管, 实现部分省级统筹服务包括: 采用统一的视频通道、CA 根认证、电子健康卡服务和统一支付服务, 要求互联网医院生成的所有诊疗记录和医疗电子票据上传到省监管平台。

2.2 网络拓扑

从外部来说, 用户只要连入 Internet 就可以访问互联网医院, 但对医院来说有两路外网入口, 分别通过两个互联网服务提供商 (Internet Service Provider, ISP) 提供服务。从内部来说相对复杂, 按来源可分为 3 类: 一是电信专线, 互联网服务器组设置在隔离区 (Demilitarized Zone, DMZ), 经过防火墙、绿盟入侵防御系统 (Intrusion Prevention System, IPS) 以及应用控制网关等众多安全设备, 通

过电信外网专线访问互联网，对内与医院业务系统之间配置防火墙，设置相应策略限制 IP 访问且只开放有限端口，仅允许 Web Service 转发服务通信。二是移动专线，医院在每个新开设的互联网云诊室中铺设用于视频对讲的终端，其通过绿盟 IPS 和防火

墙等安全设备经移动专线访问互联网。三是省卫生专线，在院内网与专线之间架设防火墙，配置点对点通信策略，有效隔离恶意攻击和非法访问。互联网医院网络拓扑架构，见图 2。

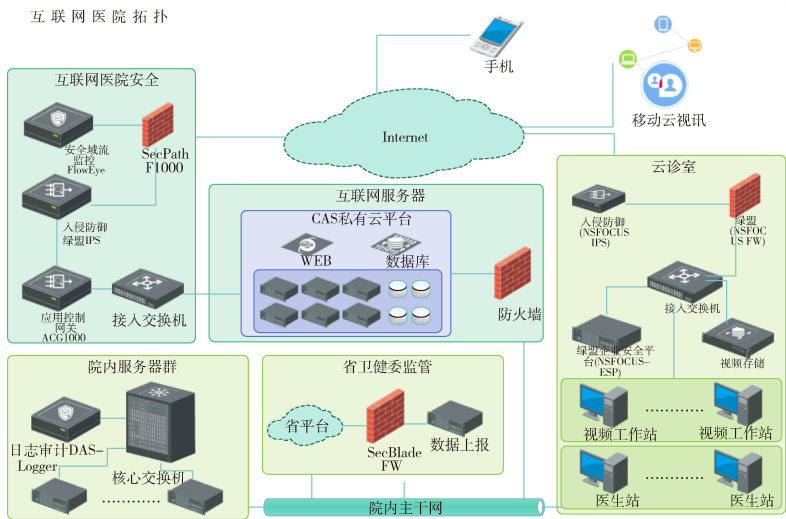


图 2 互联网医院网络拓扑架构

2.3 业务流程（图 3）

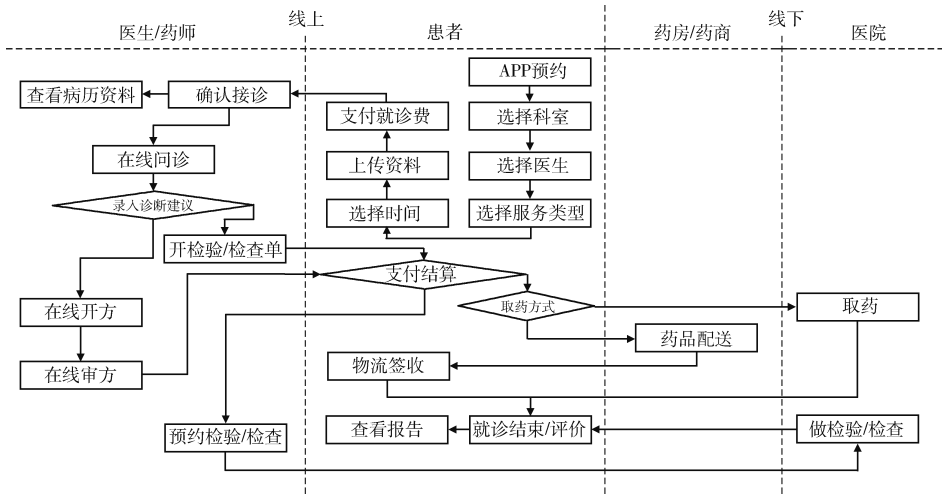


图 3 互联网医院业务流程

互联网医院业务是一个多方参与的复杂医疗服务过程，从业务类型来说可以分为线上和线下，从参与角色分为医生、患者、药房和医院。患者通过医院 APP 根据病情选择对应科室、医生和就诊时间，上传检查检验图片等病历资料，最后在线支付

挂号费。医生收到患者预约申请后对患者描述情况和病历资料进行审阅，判断是否接诊，至此完成整个预约挂号过程。问诊开始前 APP 会推送消息提醒患者提前进入候诊室。问诊开始后医生呼叫患者进入网络诊室，与患者通过音视频进行交流互动，医

生依据交流获得的信息进行病情诊断,可调阅患者在本院历次就诊记录作为参考。医生在门诊医生工作站上填写患者电子病历,提出诊断建议,依据需要在线开具电子处方单。电子处方单需要经过药师在线审方后上传到患者 APP 端。患者支付诊疗费用后可选择药品配送方式(配送或自取)。如医生认为患者需要进一步确诊的可开具电子检验检查单,患者结算后进行检验检查预约,患者可依据预约时间来院就诊。

2.4 系统安全

互联网医院是依托于实体但又完全建立在网络之上的虚拟化医院,因此安全性和可靠性尤为重要。互联网医院基础架构必须满足3级等级保护要求,整个项目从5个方面构建一个立体、完备的安全体系:一是物理安全策略。机房所有建筑材料具有防火、防水、防静电等特性,线缆分类铺设防止电磁干扰。设置电子门禁,配备电子监控和极早期烟雾预警,且所有设备都必须接地。二是网络安全策略。互联网医院核心系统部署在 DMZ 内,其外网出口处配置防火墙和 IPS,设置网络访问控制策略和网络入侵防护规则,限制外部网络对核心系统的访问。配置安全域流监控,实时监控系统中的网络流量。三是主机安全策略。采用堡垒机登录服务器,避免弱口令,定期更换口令,提高系统安全性。通过 H3C 智能管理中心(Intelligent Management Center, IMC)对服务器进行监测和管理,所有设备的日志都接入院内日志审计平台,做统一分析处理。四是应用安全策略。项目配有 H3C 应用控制网关,能主动识别关键应用,保障业务正常运行。软件在代码设计上进行了增强,提升软件健壮性,利用数字签名技术确保信息完整性和抗抵赖性。五是数据安全策略。系统架构采用 H3C CAS 虚拟化平台,由两台虚拟机和虚拟化存储组成 HA 来保障业务不间断运行,通过备份一体机进行数据备份,每晚对数据库进行异地备份,建立完善的备份管理机制,同时利用 CA 认证来增强数据传输可靠性^[4]。

2.5 省统筹服务

根据江苏省互联网医院建设规范要求,完成与

省级统筹服务的对接,其中目前需要医院参与的服务有5项,分别是视频通道、统一支付、CA 根认证、电子健康卡和电子发票。视频通道接入的是移动云视讯,利用移动公司强大的技术支持保障视频服务稳定运行。接入银联,提供线上支付通道,目前支持苏州银行卡、微信和支付宝等支付方式,将在后期与市区医保对接,提供医保服务脱卡支付。省统筹 CA 根认证,为医院提供 CA 数字签名,与省平台的数据交互必须使用数字签名,确保信息交互可信性。医院提供电子健康卡激活和展示入口,健康卡由二维码形式展示且实时获取,本地不做储存。互联网医院所有医疗活动数据必须上传到省监管平台,具体检验检查结果信息将提供链接地址,方便随时调取,由省厅根据需要整合为电子发票。

3 系统实现

3.1 前端功能

前端入口需要在已有功能基础上进行改造。患者 APP 端改造主要实现患者预约就诊相关一系列功能。医生 APP 端和 Web 端改造内容大致相同,主要实现预约患者和患者上传的病历资料查看功能以及进行视频问诊。

3.2 HIS 改造

为配合互联网医院建设,需改造院内 HIS,涉及的相关系统有门诊医生工作站、药房系统和挂号预约系统等。(1) 门诊医生工作站。患者通过云诊室就诊后,医生可通过 HIS 门诊医生工作站查询患者信息,对患者进行诊断、开药及书写病历。(2) 药房系统。增加处方审核功能,门诊医生工作站开处方药剂后,需登录药房系统进行处方审核。(3) 挂号预约系统。改造现有挂号预约系统,增加号源类别管理,区分现场就诊与网上诊室。

3.3 云视讯

互联网医院核心环节是在线视频问诊,问诊时音视频要能够稳定高效地运行,为避免不必要的医患纠纷,音视频资料要能够长期保存和随时回放。

采用移动公司开发的云视讯平台为互联网医院提供技术支持,平台接口基于 REST,入口地址为 <https://api.125339.com.cn>,提供一系列操作接口,利用 POST 方法进行会议创建、获取和删除等操作。平台用户身份鉴别是基于 JWT Token 的 Bearer Token 摘要算法,Token 由对 header、payload 和 API Secret 3 者的哈希变换值组成,其中 header 由算法 (alg) 和类型 (typ) 的 base64 变换组成,payload 则由平台分配的 API Key、单位 ID 与过期时间 (exp) 的 base64 变换组成,API Secret 则由平台提供,所有请求操作必须携带 Bearer Token 信息^[5]。

3.4 Web Service 转发服务

互联网医院与各系统之间的相互访问采用基于简单对象访问协议 (Simple Object Access Protocol, SOAP) 的 Web Service 3 层架构,利用 CXF 框架结构来简化 Web Service 服务构建和发布。Web Service 服务采用 Java 语言编写,支持跨平台部署,针对每个数据交互需求给出相应的 Java 实现方法。按需求大致可以分为两类:一是与省统筹平台之间,Web Service 服务通过省规范定义的一系列软件开发工具包 (Software Development Kit, SDK) 来实现,包括信息备案、监管接入、业务协同、跨院信息查询等功能;二是与院内系统之间,Web Service 服务从医院业务信息系统中提取患者挂号处方、检验检查结果、图像等数据。对已开始未结束的问诊,Web Service 服务定义其在 24 小时后自动完成就诊,以免影响患者再次就诊,改善用户体验。

4 结语

互联网医院既依托于实体,又不完全依赖于实体,不受地域限制,具有广阔的发展前景。目前互联网医院业务比较单一,线上医生只能通过问诊来诊断病情,缺乏必要的检验检查数据支持,但随着 5G、物联网、生物传感技术的飞速发展,家庭医疗器械将向着标准化、多样化和智能化方向发展,为日后医生在线查看患者全生命体征提供可能。互联网医院必将成为一种新的就医模式,使人们能够充分享受到互联网技术带来的便利。

参考文献

- 1 健康界. 2020 中国互联网医院发展研究报告 [EB/OL]. [2020-01-08]. <http://www.100ec.cn/detail-6541425.html>.
- 2 申刚磊,丁胜,张芳芳,等. 基于微信公众平台的移动互联网医院建设与实践 [J]. 医学信息学杂志, 2018, 39 (9): 41-44.
- 3 李洋. SSM 框架在 Web 应用开发中的设计与实现 [J]. 计算机技术与发展, 2016, 26 (12): 190-194.
- 4 江苏师范大学信息化用户服务平台. 信息安全技术网络安全等级保护基本要求 GBT 22239-2019 [EB/OL]. [2020-03-06]. <http://center.jsnu.edu.cn/61/2b/C14269a287019/page.htm>.
- 5 李金苗,王晓丽,陈浩,等. 大型公立医院建设互联网医院的探索 [J]. 医学信息学杂志, 2018, 39 (2): 22-25.
- 34 冯磊. 基于临床生化指标的冠心病预测模型建立及其与基因易感性关联的探索研究 [D]. 广州: 南方医科大学, 2016.
- 35 Chen Y, Wang C, Liu Y, et al. Incident Hypertension and Its Prediction Model in a Prospective Northern Urban Han Chinese Cohort Study [J]. Journal of Human Hypertension, 2016, 30 (12): 794.
- 36 Chien K L, Su T C, Hsu H C, et al. Constructing the Prediction Model for the Risk of Stroke in a Chinese Population: report from a cohort study in Taiwan [J]. Stroke, 2010, 41 (9): 1858-1864.
- 37 Liu J, Hong Y, D'Agostino SRB, et al. Predictive Value for the Chinese Population of the Framingham CHD Risk Assessment Tool Compared with the Chinese Multi-provincial Cohort Study [J]. JAMA, 2004, 291 (21): 2591-2599.
- 38 Xu L, Jiang C Q, Schooling C M, et al. Prediction of 4-year Incident Diabetes in Older Chinese: recalibration of the Framingham diabetes score on Guangzhou biobank cohort study [J]. Preventive Medicine, 2014 (69): 63-68.
- 39 孙凤,陶庆梅,陶秋山,等. 台湾地区 30~59 岁健康体检人群肥胖 5 年发病风险预测模型 [J]. 中华流行病学杂志, 2012, 33 (9): 921-925.

(上接第 52 页)