

医疗信息集成在移动应用中的设计与实现

李波 宓林晖

(上海市胸科医院(上海交通大学附属胸科医院)信息中心 上海 200030)

[摘要] 从总体架构、功能设计、具体实现等方面阐述基于快速健康互操作资源(FHIR)标准的移动医疗信息集成平台构建,验证其应用效果,指出该系统具有良好的互操作性、可扩展性和灵活性,能够为开展线上医疗服务提供强大数据支撑。

[关键词] 快速健康互操作资源; RESTful web services; 信息集成平台; 移动应用

[中图分类号] R-056 **[文献标识码]** A **[DOI]** 10.3969/j.issn.1673-6036.2021.02.012

Design and Realization of Medical Information Integration in Mobile Applications LI Bo, MI Linhui, Information Center, Shanghai Chest Hospital (The Chest Hospital Affiliated to Shanghai Jiao Tong University), Shanghai 200030, China

[Abstract] The paper expounds the building of mobile medical information integration platform based on Fast Health Interoperable Resources (FHIR) standard from the aspects of overall architecture, function design, concrete implementations, etc., verifies its application effect, and points out that the system has good interoperability, extensibility and flexibility, and can provide strong data support for online medical services.

[Keywords] Fast Health Interoperable Resources (FHIR); RESTful web services; information integration platform; mobile applications

1 引言

1.1 研究背景

随着移动医疗的蓬勃兴起,大量医疗数据通过移动终端进行采集和共享,互操作性成为移动互联网时代下衡量信息系统的核心指标之一^[1]。Lehne Moritz等研究指出规范移动医疗数据交互有助于实现异构系统间互联互通,提升系统互操作性^[2]。快速健康互操作资源(Fast Health Interoperable Resources, FHIR)作为面向移动终端的新一代数据交互标准,已在欧美等国广泛采用,如El

-Sappagh Shaker等基于FHIR建立数据仓库,实现对糖尿病患者血糖数据的采集和监控^[3]。然而国内大多停留在研究阶段,实际应用较少。本研究以上海市胸科医院为例,建立基于FHIR标准的移动医疗信息集成平台,将其运用于移动端临床医疗数据访问与共享,为实现快速、无边界医疗服务奠定基础。

1.2 FHIR标准

在HL7 V2、V3、CDA基础上推出的数据交互标准,不仅具有历代标准的最佳特性,而且支持主流Web技术,对移动端有良好兼容性^[4-6]。FHIR标准核心理念是将各类临床概念及场景定义成“资源”,每个资源由经过定义的结构化数据、本地扩展和叙述文本3部分组成^[7]。本文以患者资源为例

[收稿日期] 2020-05-25

[作者简介] 李波,工程师,发表论文1篇;通讯作者:宓林晖,工程师,发表论文3篇。

进行说明，结构化数据指常用的标准数据项，包括姓名、性别、出生年月等；本地扩展则适用于根据实际需求进行增加补充；叙述文本为人工可读摘要^[8]。FHIR 与 HL7 系列其他标准相比，主要具有以下特点：一是高度关注可实施性，易学易用；二是良好的互操作性，既能直接使用也能按需调整；三是面向 Web 和移动技术，适用于构建移动客户端^[9-10]。

2 系统设计

2.1 总体架构

本研究所设计的移动应用主要为医护人员提供移动端的患者诊疗信息查阅，在原有 PC 端患者 360 视图基础上实现向移动智能终端的延伸和拓展。系统采用浏览器/服务器（Browser/Server, B/S）架构模式，文件存储数据库为 MongoDB Server 3.4，以 JAVA、HTML 为主要开发语言，支持 Android 及 IOS 系统。运用分层设计理念，总体架构分为业务层、集成层、数据层、服务层及应用层，见图 1。医院业务信息系统接口以服务的方式统一注册到信息集成平台中。数据导入时，先利用数据转换服务将不同格式数据转换成标准的 FHIR 资源。然后通过数据清洗、主数据映射、逻辑校验步骤对数据进行处理，使其成为符合本系统规范的数据。最后将这些数据汇总、导入至相应目标库中，包括患者信息、医嘱、报告数据库。当用户在移动终端上进行功能操作时，页面会向服务层发起业务接口调用请求，RESTful API proxy 代理层拦截到前端发起的请求进行过滤校验等处理后，再将请求路由到 RESTful API 服务层中对应的相关子服务，由 RESTful API 服务层与数据层交互后，最终将结果数据返回至应用层供用户使用。

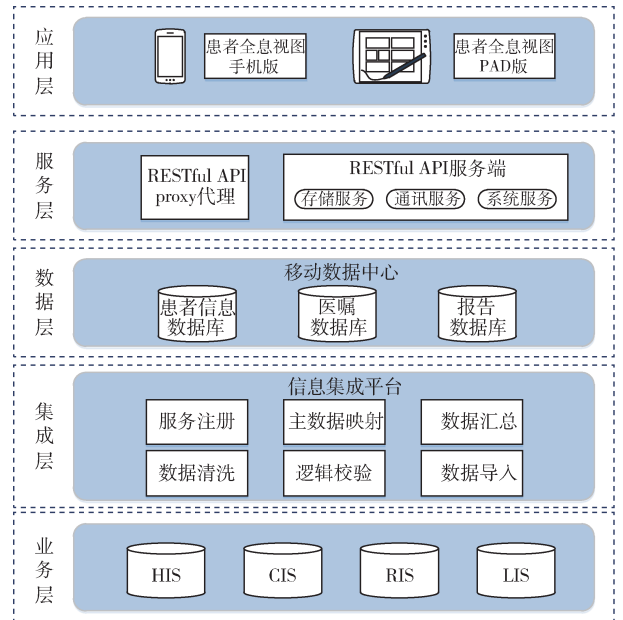


图 1 患者 360 视图系统架构

2.2 功能

该移动应用主要面向医护人员，为其提供所辖患者就诊情况查询及浏览功能，有助于全面了解患者病情发展轨迹，系统功能架构，见图 2。

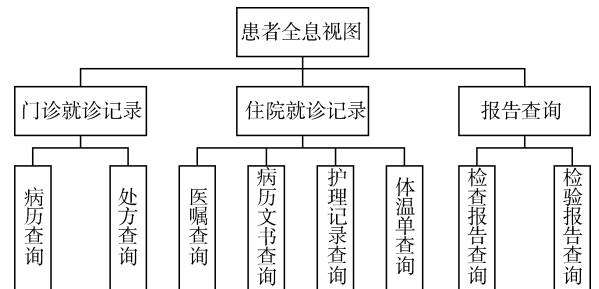


图 2 患者 360 视图功能架构

本应用分为门诊、住院就诊记录及报告查询 3 部分，医生可通过页面查询患者各类医疗数据，包括门诊病历、处方以及住院期间医嘱、病历文书、护理记录及体温单。在门诊、住院就诊记录查询页

面,医生可以直观获取到患者关键信息,包括就诊时间、诊断、过敏史等。另外按照时间顺序对患者历次检验及检查报告进行集成,使医生能够通过报告查询模块客观、迅速地了解患者病情发展情况。

3 系统实现

3.1 搭建移动数据中心

移动数据中心主要存储患者基本信息、诊断、处方医嘱、检查检验报告等,因涉及数据众多,本研究以查阅检查报告业务场景为例进行说明,共涉及6种FHIR资源,见图3。

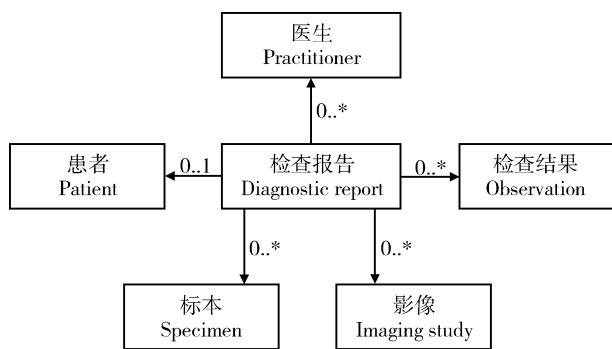


图3 FHIR资源引用关系

该场景中以检查报告(Diagnostic Report)为核心,分别连接患者(Patient)、医生(Practitioner)、检查结果(Observation)、影像(Imaging Study)、标本(Specimen)。检查报告指向患者用于表示该报告的患者信息,0..1代表其只能关联1位患者。检查报告指向医生表示该份报告对应的医生,0..*则代表1份报告可以关联多名医生,如申请、检查、审核医生等。同样地检查报告指向检查结果、影像这两个资源表示检查报告可以关联多个结果及影像。对于病理报告,可通过标本关联其标本信息。基于对上述资源的组合引用可呈现出完整检查报告。由于医院现行业务系统中数据标准不一致,利用HAPI FHIR工具包开发的数据适配器对业务数据进行转换处理^[11]。数据输入集成平台后,通过XML解析器转换为FHIR资源的XML模型。对于资源中数据元的特定取值集合,与主数据字典进行交互,在获取到标准字典后对其赋值^[12]。同时结合实

际应用需求,对检查报告资源进行本地化扩展,如添加报告互认标志 recognition - cd,用于标记院外报告是否具备市级互认资格,以应用于区域医疗协同^[13]。最后通过适配器中的Validator类进行数据校验,在保证数据结构一致性后统一存储到移动数据中心。

3.2 实现 RESTful API

服务层采用 RESTful Web Services 接口,以 CRUD 交互风格实现对 FHIR 资源调用^[14]。当用户在页面上选择某份检查报告查看时,系统以该份报告 ID 入参,向服务层发起网址 URL 请求(http://192.168.10.144:7001/platform/data/DiagnosticReport/ReportID)。RESTful API 代理将该请求转发至 RESTful API 服务端进行解析。在解析过程中服务端根据上述路径访问检查报告资源,按照报告 ID 进行 GET 操作,最后将得到的报告详细结果以 XML 格式返回至页面。

4 应用效果

移动版患者 360 视图于 2020 年 3 月上线,为排除上线初期磨合阶段带来的影响,本研究选取 2020 年 4 月间在若干住院科室中医生协同使用 PC 版及移动版视图的应用情况作为观察组,选取 2019 年 4 月间相同科室医生单独使用 PC 版视图的应用情况作为参照组。两组样本在科室分布、病种、性别等方面差异均无统计学意义。评价指标为视图调阅率(PC版)、视图调阅率(PC版及移动版)和使用率(PC版)、使用率(PC版及移动版)。视图调阅率(PC版) = 使用 PC 版视图协助诊疗的患者数/当月出院人次;视图调阅率(PC版及移动版) = 使用 PC 版及移动版视图协助诊疗的患者数/当月出院人次;使用率(PC版) = 使用 PC 版视图的医生人数/医生总人数;使用率(PC版及移动版) = 使用 PC 版及移动版视图的医生人数/医生总人数。利用 SPSS 25 软件对数据进行统计分析,数据比较运用 χ^2 检验。可以看出在 PC 版视图调阅率和使用率方面,观察组与参照组差异无统计学意义($P > 0.05$),而在协同使

用移动版视图后, 两组差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。这表明移动版患者 360 视图在使用上更容易被医生所接受, 相比于 PC 版视图仅能在内网电脑上

浏览, 移动版视图可不受空间限制, 通过手机、平板等移动终端随时随地查阅患者情况, 有效提升医生工作效率^[15]。具体情况, 见表 1。

表 1 两组使用情况比较

组别	视图调阅率 (PC 版) [次 (%)]	视图调阅率 (PC 版 + 移动版) [次 (%)]	使用率 (PC 版) [人数 (%)]	使用率 (PC 版 + 移动版) [人数 (%)]
观察组	2 169/3 554 (61.03)	2 169/3 554 (61.03)	38/95 (40.00)	38/95 (40.00)
参照组	2 873/4 740 (60.61)	3 592/4 740 (75.78)	43/103 (41.75)	59/103 (57.28)
χ^2	0.149	208.332	0.062	5.906
P	>0.05	<0.05	>0.05	<0.05

5 结语

本研究遵循 FHIR 标准建设信息集成平台, 采用 RESTful Web Services 构建移动端服务, 搭建患者 360 视图, 实现患者诊疗数据在移动终端上的共享。较之现行的医疗数据交互标准, FHIR 标准在编码格式上更为简洁, 具有良好互操作性且注重实施性, 非常适合在移动端上部署及应用, 而且与 RESTful Web Services 的组合运用能有效减少移动终端运行负担^[16]。在互联网时代, 随着云端义诊、互联网医院等线上医疗服务的兴起, 面向移动端数据集成的需求也不断增加, 基于 FHIR 标准的医疗信息集成将成为院内外数据交互平台, 为医患沟通、临床、运营等服务提供全面支撑。

参考文献

- Borgogno O, Colangelo G. Data Sharing and Interoperability: fostering innovation and competition through APIs [J]. Computer Law & Security Review, 2019, 35 (5): 105314-105330.
- Lehne Moritz, Luijten Sandra, Vom Felde Genannt Imbusch Paulina, et al. The Use of FHIR in Digital Health - a review of the scientific literature [J]. Studies in Health Technology and Informatics, 2019, 17 (5): 52-58.
- El - Sappagh Shaker, Ali Farman, Hendawi Abdeltawab, et al. A Mobile Health Monitoring - and - treatment System Based on Integration of the SSN Sensor Ontology and the HL7 FHIR Standard [J]. BMC Medical Informatics and Decision Making, 2019, 19 (1): 97-102.
- 崔健, 李俊, 陈先来, 等. FHIR 标准研究现状 [J]. 中国医学物理学杂志, 2017, 34 (9): 924-928.

- Yaira K Rivera Sánchez, Steven A Demurjian, Mohammed S Baihan. A Service - based RBAC & MAC Approach Incorporated into the FHIR Standard [J]. Digital Communications and Networks, 2019, 5 (4): 214-225.
- Bender D, Sartipi K. HL7 FHIR: an agile and RESTful approach to healthcare information exchange [C]. Portugal: Proceedings of the 26th IEEE International Symposium on Computer - based Medical Systems. IEEE, 2013: 326-331.
- 王雪梅, 刘敏超, 季磊, 等. 基于 FHIR 的病案首页信息化模型建立 [J]. 中国数字医学, 2018, 13 (6): 43-46.
- 王雪梅, 刘敏超, 季磊, 等. 病案首页元数据与 FHIR 元素映射关系研究 [J]. 中国数字医学, 2018, 13 (8): 39-42.
- Oemig Frank. HL7 Version 2. x Goes FHIR [C]. Dortmund: GMDS, 2019.
- 徐艳萍. 浅析 FHIR 数据集成平台在连续医疗中的应用 [J]. 计算机产品与流通, 2020 (1): 90.
- Hussain M A, Langer S G, Kohli M. Learning HL7 FHIR Using the HAPI FHIR Server and Its Use in Medical Imaging with the SIIM Dataset [J]. Journal of Digital Imaging, 2018, 31 (3): 334-340.
- 蒋远辉. 高校标准化主数据平台建设与应用 [J]. 计算机与网络, 2019, 45 (18): 70-73.
- 杨毕辉, 许燊晖, 王继伟. 区域内各医疗机构检查检验结果互认系统应用研究 [J]. 中国卫生信息管理杂志, 2019, 16 (4): 437-441.
- 黄沛. 基于 RESTful 架构的科技信息共享接口系统的设计 [J]. 软件, 2018, 39 (7): 170-172.
- 袁骏毅, 谢晶晶, 汤钦华. 医院患者信息集成视图的设计与思考 [J]. 中国医疗设备, 2015, 30 (3): 79-80, 78.
- Suresh Kumar Mukhiya, Fazle Rabbi, Violet Ka I Pun, et al. A GraphQL Approach to Healthcare Information Exchange with HL7 FHIR [J]. Procedia Computer Science, 2019 (160): 338-345.