

## FHIR标准研究现状

崔健,李俊,陈先来,赵阳  
中南大学信息安全与大数据研究院,湖南长沙 410083

**【摘要】**快速医疗互操作性资源(FHIR)是由HL7(卫生信息交换标准)借鉴最新的Web技术创建的一套医疗信息规范,用于医疗数据的交换和共享。本文介绍了FHIR的产生背景、概念、特点、内容及应用场景,并对国内外有关FHIR标准的应用研究进行综述,以期开拓FHIR标准在国内的传播和应用。

**【关键词】**FHIR;HL7标准;研究现状;综述

**【中图分类号】**TP391.1;R319

**【文献标志码】**A

**【文章编号】**1005-202X(2017)09-0924-05

### Status quo of fast health interoperable resources standard

CUI Jian, LI Jun, CHEN Xianlai, ZHAO Yang

School of Information Safety and Big Data Research, Central South University, Changsha 410083, China

**Abstract:** According to the latest Web technologies and HL7 (health level seven) standard, fast health interoperable resources (FHIR), a set of medical information specifications, was created for exchanging and sharing the medical data. Herein, we introduced the background, concept, characteristics, content and application of FHIR standard, and reviewed the application of FHIR standard in China and abroad, hoping to expand the application scope of FHIR standard in China.

**Keywords:** fast health interoperable resources; HL7 standard; status quo; review

## 1 FHIR概述

### 1.1 背景

当下,越来越多的医疗保健记录需要被数字化。首先,当患者在整个医疗卫生体系中的不同机构就诊时,要求医疗记录方便查询、获取,并且容易理解;其次,为了支持自动临床决策及其他机器处理过程,要求这些数据是结构化和标准化的;再次,互操作性是医疗信息系统成功的关键所在,解决互操作性问题,将有利于不同医疗信息系统之间的数据交互与共享,从而带来巨大的经济价值。因此,在过去的20多年中,HL7(Health Level 7,卫生信息交换标准)组织一直致力于构建医疗信息交换标准和信息建模标准,为解决上述难题提供帮助。快捷健康互操作资源(Fast Health Interoperable Resources, FHIR)是HL7提出的一种新的基于新兴技术的标准,同时借鉴了多年来在定义和实现HL7 v2、HL7

v3、RIM及CDA标准过程中所积累的经验和教训。FHIR既可以单独作为数据标准来使用,也可以与其他广泛应用的标准相结合。FHIR作为HL7大家族的一员,紧密关注标准的可实施性,旨在不牺牲信息完整性的前提下简化标准实施过程<sup>[1]</sup>。

### 1.2 概念

FHIR是由HL7创建的下一代标准框架,它吸收了HL7 V2、HL7 V3及CDA3个标准的最佳特性,同时又结合最新的Web标准<sup>[2]</sup>。FHIR方案是建立在一系列称为“资源”的模块化组件之上的,这些“资源”可以任意组合起来应用于现有工作系统,以解决现实场景中的临床和管理问题。与其他潜在替代产品相比,FHIR的成本相对较低。另外,FHIR能够和不同应用环境兼容,例如手机上的APP、云通讯及电子病历共享系统和大型医疗机构的服务器等。

### 1.3 特点

FHIR在现有的卫生信息标准上进行了更进一步的改良,其特点如下:第一,更侧重于实施。FHIR标准容易实施并且交换速度快,很多开发人员在单个工作日内就能完成简单接口;第二,代码库丰富。FHIR提供多种实现的代码库,对于每一种资源均有对应实例帮助理解、开发;第三,标准可以免费使用且没有任何限制,

**【收稿日期】**2017-03-17

**【基金项目】**国家社会科学基金(13BTQ052);国家重点研发计划“精准医疗医学研究”专项(2016YFC0901700);“中南大学中央高校基本科研业务费专项资金资助”项目(2017zzts853)

**【作者简介】**崔健,硕士研究生,E-mail: cuijianjs@163.com

**【通信作者】**陈先来,博士,教授,博士生导师,E-mail: chenxianlai@csu.edu.cn;李俊,讲师,E-mail: lijun2016@csu.edu.cn

开发、使用、交换成本非常低廉;第四,即开即用的互操作性。面对FHIR现有的基础资源,不需更改任何属性即可按原样使用,若有特殊需要,也可以根据实际情况进行改造;第五,交互融合。FHIR是基于HL7和CDA标准发展而来的,因而可以与家族中各标准互惠共存;第六,强大的Web标准基础。FHIR参考了最新的Web标准,如XML、JSON、HTTP、OAuth等,在操作性上更胜一筹;第七,无缝信息交换。FHIR支持REST风格的架构,使用消息或文档实现无缝隙的信息交换过程;第八,规格简明,层级关系明了,方便理解;第九,人性化设计,提供wire format这种针对开发者易读的格式;第十,准确性得以保障。FHIR利用严格的形式化映射为其开展扎实的、基于本体的分析进而提供准确性保障。

医疗标准的核心挑战就是如何处理由不同医疗过程多样性导致的变异。随着时间和实践的推移,必定会有更多的字段和选择被添加到标准规范中,从而造成在实施过程中成本和复杂度的不断增加。面对这个问题,一种解决方案是依赖于自定义扩展,但也因此带来了更多的实施问题,而FHIR灵活性强的特点恰好符合该解决方案。

FHIR通过定义一个用于扩展和适应现有资源的简单框架来解决这个挑战。所有的系统,无论它们是如何开发的,都可以轻易地读取、理解这些扩展,并且能够使用相同的框架,像获取基本描述资源一样来获取这些扩展定义。FHIR的每一种资源都有一个人可读的文本描述,为了临床安全,它使用HTML作为后备显示选项。对于复杂的临床信息来说,这显得十分重要,因为很多系统只使用简单的文本或文档来存储这些复杂的临床信息。

## 2 FHIR资源及其应用场景

### 2.1 资源

FHIR标准的核心任务是定义一系列不同类型的可用于交换或存储数据的资源(Resources),以便解决临床和管理方面各种类型的医疗保健相关问题。FHIR资源是指满足以下特点的实体:第一,具有一个已知的可用于寻址的标识(a url);第二,其自身为FHIR标准中所定义的一种资源类型;第三,人可读的XHTML格式的概述;第四,包含一套相应资源类型定义所描述的结构化数据项;第五,具有一个经过标识的版本,且版本会随着资源内容的改变而改变。资源具有多种表现形式,如果满足上述条件,那么就是有效的资源,依据FHIR标准中定义的规则,该资源可采用XML或JSON来实现表达。

FHIR资源目前分为6大类,包括临床类(Clinical:

临床记录信息)、标识类(Identification:医疗保健过程中涉及的实体)、工作流类(Workflow:医疗管理全过程)、基础结构类(Infrastructure:包括信息来源、文件管理等)、一致性类(Conformance:用于管理FHIR方案的规范、开发和测试)、经济类(Financial:支持FHIR的计费 and 支付部分)<sup>[3]</sup>。现在FHIR共有93种资源,还可以根据实际需要进一步扩展。其中,临床类别中的观察资源(Observation)、标识类别中的患者资源(Patient)是发展较为成熟且最常使用的。观察资源是指针对特定患者、设备或其他对象所做的测量和简单断言。观察是医疗活动中的重要组成部分,用于支持诊断、监测病程及获取人口学特征等。患者资源是指接受医疗护理服务的患者或动物的基本信息,该资源描述涵盖了有关患者和动物参与的医疗服务的各方面数据。

### 2.2 资源示例

图1应用XML格式显示一个资源的重要部分:本地扩展、人可读的html格式及标准而又明确的数据内容<sup>[2]</sup>。

### 2.3 应用场景

作为一项框架标准,FHIR提供一套可采用不同方式加以使用的资源。FHIR利用定义和描述资源的能力,在很多应用场景中发挥作用,其中,最为典型的应用场景分别是个人健康档案(Personal Health Record, PHR)和文档共享<sup>[4]</sup>。PHR是记录每个人从出生到死亡的所有生命体征的变化,以及自身所从事过的与健康相关的一切行为与事件的档案。具体内容主要包括每个人的生活习惯、以往病史、诊治情况、家族病史、现病史、体检结果及疾病的发生、发展、治疗和转归的过程等。在PHR场景中,电子病历系统(Electronic Medical Record system, EMR)占据重要位置,而EMR公开提供FHIR服务器,支持FHIR中所含的患者资源(Patient)、文档引用资源(Document Reference)及临床资源(Clinical)的搜索和读取,以便医疗数据的交换和共享。

对各种不同来源的医疗保健服务信息进行集成,最常见的方法是围绕患者病历,建立一个文档存储库。在组织机构、区域/地区、州/省市自治区或者国家/地区范围内,采纳最为广泛的文档共享框架就是IHE的跨机构文档共享规范(Cross-Enterprise Document Sharing, XDS)。FHIR提供与XDS等同的服务,为已有的XSD系统提供更为简单的移动友好型接口,或者将文档共享链接到其他采用FHIR接口的系统中。文档共享功能主要涉及FHIR的文档引用(Document Reference)、XDS概貌(XDS Profile)以及二进制(Binary)等资源,用于描述位于本地或他处的文档,并为文档引用资源提供具体的文档共享实施细节。另外,患者(Patient)、执

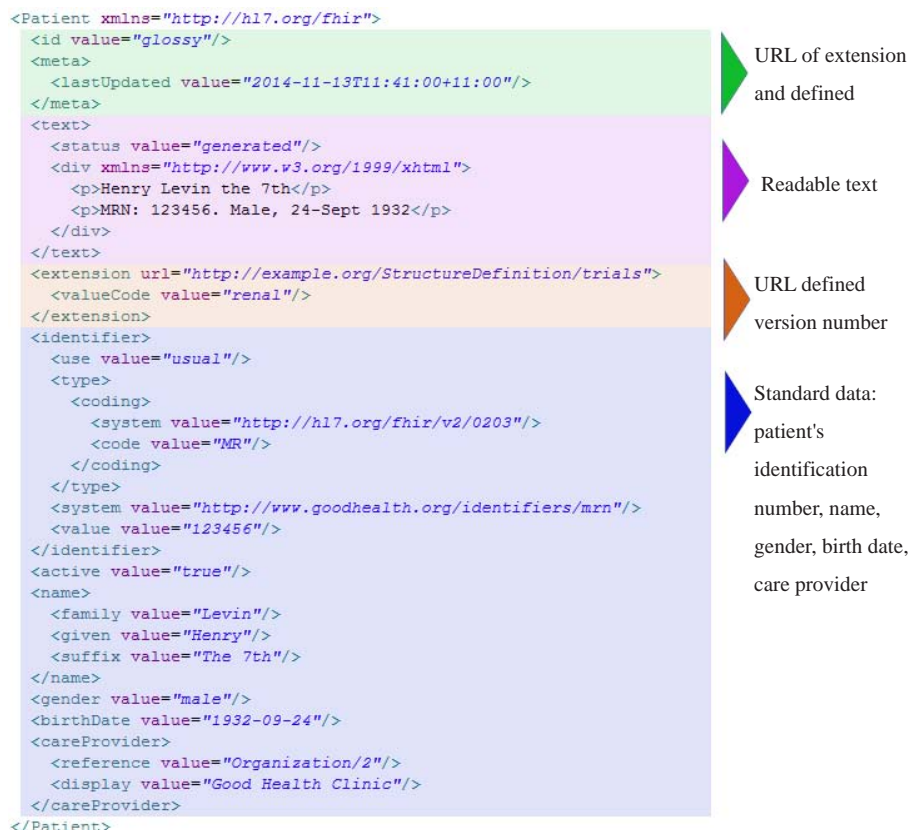


图1 Patient资源示例(XML格式)

Fig.1 Example of patient resource (XML format)

业人员(Practitioner)及组织机构(Organization)资源等提供人员和组织机构身份标识,安全性事件(Security Event)资源则负责跟踪记录文档注册和存储的情况。

在FHIR技术规范逐步完善的过程中,警告(Alarm)资源正被提出并希望用于决策支持应用场景,这方面的改进将是FHIR下一步开发编制工作的关注重点。

### 3 FHIR国内外应用现状

#### 3.1 国外应用现状

在电子病历方面,Rinner等<sup>[5]</sup>介绍了一个基于临床文档架构(CDA)的面向文件的电子病历系统ELGA。为了更容易访问存储在ELGA中的信息,作者提出一种基于适应FHIR资源的方法,将CDA文档映射到FHIR资源。使用Java概念验证工具,创建开源FHIR框架HAPI-FHIR和公用的FHIR服务器,以评估所呈现的映射。与其他方法不同的是,映射文件与FHIR规范的相似之处允许重用现有的FHIR基础资源。为减少信息过载并促进对CDA文档的访问,FHIR可以提供一种标准化的方式满足CDA数据细粒度查询。Gaebele等<sup>[6]</sup>指出电子病历系统存在的问题主要有两项,一是无直接的数据接口,二是无有效的医疗数据利用方式,利用FHIR结构化的描述,可以有效识别电子病历中的相关元素,

增强系统的互操作性。Kasthurirathne等<sup>[7]</sup>利用开放医疗记录系统(OpenMRS)模块化架构了一个基于FHIR的附加模块,支持FHIR资源的子集,与OpenMRS中临床数据进行交互。FHIR API将成为平台通信的首选。

在移动医疗方面,Schwartz等<sup>[8]</sup>基于FHIR标准建立数据仓库,存储来自传感器和执行器上大范围的信息。目前已知系统在家庭环境中不具备互操作性,因此,需要建立一个可扩展的智能楼宇自动化系统,将所有的传感器和执行器集成到单个高效的家庭总线中,关键一步是创建一个半满的数据仓库对象模型。作者选择FHIR标准并建立一个基于观察、设备和位置资源的对象模型以满足外部所需扩展,并发现在与家庭相关的其他医疗保健与辅助生活场景中,FHIR拥有十分灵活和完整的表现。Braunstein<sup>[9]</sup>在其文章中探讨了FHIR标准对医患合作的潜在影响。基于FHIR标准的App发展重点应基于医生方,并与网络技术紧密结合,使医生和患者在家也能访问医疗数据。当FHIR标准扩展到支持传感器、设备及应用程序上的数据时,有利于这些分散数据的聚合与交换。Lamprinakos等<sup>[10]</sup>研发了基于FHIR的名为AidIT的移动应用。该App加强了医疗工作人员与患者之间的联系并提供多种方式来持续并周密地监测患者健康。Cho等<sup>[11]</sup>使用FHIR标准作为生理



信号交换模型,可以在当今快速增长的移动医疗环境中提供持续的血压管理服务。FHIR通过管理器(智能手机)和代理器(血压计)之间的蓝牙健康设备配置文件(HDP)与IEEE11073-10407个人健康设备(PHD)协议进行通信,获取有关血压的数据。根据测试结果,FHIR成功地完成了测量信息的传输、测量记录的管理和文档的生成任务。但在实际医疗场景下,还是希望通过TCP/IP协议传输信息,因此还需进一步的研究。

在信息共享方面,Kon等<sup>[12]</sup>开发了一个PHR剖析系统,并能通过智能手机进行访问。FHIR的Open-API用于电子病历系统和PHR剖析系统之间的信息交换,交易由PESTfull服务提供。Ulrich等<sup>[13]</sup>使用FHIR标准建立元数据库来改善医疗数据的共享和重用。Alterovitz等<sup>[14]</sup>基于FHIR标准建立一个可以将患者基因数据、基因变异数据及电子病历数据交互共享的标准,有利于推进精准医疗的发展。Mandel等<sup>[15]</sup>将FHIR标准运用于替代医疗应用与可复用技术(SMART)平台,建立应用程序编程接口,结果显示运用FHIR API使平台应用程序一次编写,并能不同医疗IT系统中运行,兼顾了终端用户、供应商和程序开发人员的需求。Pfiffner等<sup>[16]</sup>提出,随着Research Kit的引入,可以实现从分布式的人群中收集个人健康数据和患者报告结果(PRO),但Research Kit不提供数据传输设施,造成研究应用程序与电子健康系统断开连接。利用FHIR构建工具链,可以将个人健康和PRO数据便捷、安全地集成到140多个学术医疗中心广泛采用的开源平台中。

在决策支持方面,Khalilia等<sup>[17]</sup>展示了一个使用FHIR标准建立和实现的临床预测模型的软件架构。ICU数据集与门诊数据集集成到OMOP CDM数据库中,通过FHIR访问数据库获取电子健康记录,对个别患者进行评分。所得到的预测模型被部署为FHIR资源,接收患者信息的请求,并针对部署的预测模型执行预测并且利用预测分数进行响应。Hwang等<sup>[18]</sup>指出,用于发布早期疾病预警的ICT预测平台上,TOS起到在数据提供者和服务提供者间中继健康数据、监控文档的作用。TOS资源请求方法与FHIR资源请求方法相似,可以设计一个事件总线模块处理基于IMDB和集群技术的FHIR服务的检索请求。

在安全缺陷方面,Topaz等<sup>[19]</sup>比较了4种常见不良反应敏感性信息模型,结果显示FHIR资源可以覆盖大部分的临床注释,但一些属性的表示(特别是价值集)不能匹配,是实现数据互操作的障碍之一。FHIR虽然可以传递并分享医疗信息,但在信息传输过程中却没有提供有效的安全保护措施保障患者隐私。因此,Altamimi<sup>[20]</sup>提出一个使用XML书写的安全规范模型

(SecFHIR)协议,定义了XML方案级别的权限,隐式映射到FHIR资源。协议可以组合起来对资源复杂约束,也重复使用并实现医疗信息细粒度的访问控制。

综上所述,国外对FHIR标准的应用已有一定程度的研究,一般从FHIR在电子病历系统、移动互联网领域的应用、FHIR在数据交换、信息共享、临床决策中的作用及FHIR的缺陷和安全性问题等角度入手,探讨FHIR对提升医疗数据使用和共享的利弊。另外利用FHIR标准还可以将基因数据库与电子病历等系统打通,方便科研人员使用基因数据,推进精准医疗的发展。

### 3.2 国内应用现状

国内关于FHIR的介绍及应用不多,只有少部分研究机构或团体探索了FHIR的实际应用。

在移动终端方面,清华大学软件学院和北京大学口腔医院信息中心联合实现了在移动端构建牙齿3D模型的过程,并用基于FHIR标准的病历数据库满足患者诊疗信息的存储和查询,有效地解决了诊疗数据的标准化共享,通过OpenGL接口将3D牙齿模型移植到移动设备,实现了移动终端3D病历的展示<sup>[21]</sup>。于恒等<sup>[22]</sup>提出了一种基于FHIR标准的医疗影像共享与移动端展示方案。该方案将FHIR和DICOM标准结合起来,并使用RESTful、html5等技术,实现了以患者为中心的健康大数据移动化服务,并提出Android端技术方案。另外,申超<sup>[23]</sup>探索了多终端远程医疗会诊系统的关键技术和多路径协同传输算法,提出基于FHIR医疗技术规范、SIP协议、RESTful思想、Java EE和Android编程等理论方法,设计和实现了Android客户端、Web应用和系统服务器,深入探讨了远程医疗会诊系统应用SCTP-CMT传输协议实现多路径协同传输的优越性。

在数据整合方面,清华大学软件学院的苏杰等<sup>[24]</sup>以保证电子病历语义一致性、提高数据互操作性和增强数据分析及汇总能力为出发点,利用FHIR标准并参照国际术语、编码及分类系统来实现医疗信息的记录,同时给出FHIR应用实例。上海复旦大学附属儿科医院的葛小玲等<sup>[25]</sup>参照FHIR、HL7、IHE标准,结合国内外相关医疗卫生信息标准,对医院现有信息系统集成模式进行标准化改造,为协调院内外医疗资源业务和数据共享打下基础。该团队利用FHIR建立移动专用数据中心,从而提升移动应用的快速响应和数据安全性。

从以上少量研究可知,国内学者大多利用FHIR吸收Web标准这一特点,将研究重点聚焦在FHIR对移动端医疗数据共享和展示的作用上,顺应了移动互联网及移动医疗的发展趋势。但是,由于国内缺乏熟知标准的专业人才,而相关行业对FHIR关注度

不够,投入的人力物力不足,导致FHIR研究成果尚不深入。

## 4 讨论

本文从FHIR标准制定的背景出发,介绍FHIR的概念、特点、资源组成和应用场景,同时梳理了国内外对FHIR应用的研究现状。FHIR是HL7大家族中的一员,它吸收了家族中其他标准的最佳特性,在灵活性方面表现更佳。它由一系列“资源”模块组成,可以任意组配用于对应工作系统,解决现实场景中的临床和管理问题。FHIR标准结合医学领域的编码系统、医学术语系统及分类系统等医学信息标准,有利于实现医学数据的交换和共享。通过FHIR标准还能实现电子病历、健康档案、个人健康记录及基因数据库等医学数据库之间互联互通。此外,FHIR利用最新的Web技术,让医生、患者及科研工作者能通过传感器、智能手机等移动设备在不同地点访问及获取医学数据。

目前,国外对FHIR的应用研究比国内开展的更为全面和深入,一方面说明FHIR确实为解决现实医疗场景的问题中起到了一定作用,其研究和开发潜力巨大;另一方面,国内关于FHIR的了解和挖掘尚且不足,希望相关人员及部门加大对FHIR的关注度,充分发挥其在医疗健康领域中灵活交换和共享数据的价值,从而推动医疗健康产业的蓬勃发展。

## 【参考文献】

- [1] FHIR Overview[EB/OL]. [2016-11-20]. <http://www.hl7.org/fhir/overview.html>.
- [2] FHIR: Fast Healthcare Interoperability Resources[EB/OL]. [2016-11-20]. <http://www.hl7.org/fhir/summary.html>.
- [3] FHIR-Resources[EB/OL]. [2016-11-20]. <http://www.hl7.org/fhir/resource.html>.
- [4] FHIR-Usecases[EB/OL]. [2016-11-20]. <http://www.hl7.org/fhir/usecases.html>.
- [5] RINNER C, DUFTSCHMID G. Bridging the gap between HL7 CDA and HL7 FHIR: a JSON based mapping[J]. Stud Health Technol Inform, 2016, 223: 100-106.
- [6] GAEBEL J, CYPKO M, LEMKE H. Accessing patient information for probabilistic patient models using existing standards[J]. Stud Health Technol Inform, 2016, 223: 107-112.
- [7] KASTHURIRATHNE S N, MAMLIN B, KUMARA H, et al. Enabling better interoperability for healthcare: lessons in developing a standards based application programming interface for electronic medical record systems[J]. J Med Syst, 2015, 39(18): 211.
- [8] SCHWARTZ J, JANSEN L, SCHROM H, et al. An HL7-FHIR-based object model for a home-centered data warehouse for ambient assisted living environments[J]. Stud Health Technol Inform, 2015, 216: 1060.
- [9] BRAUNSTEIN M L. Patient-physician collaboration on FHIR (Fast Healthcare Interoperability Resources)[C]. Proceedings of the 2015 International Conference on Collaboration Technologies and Systems, 2015: 501-503.
- [10] LAMPRINAKOS G C, MOUSAS A S, KAPSALIS A P, et al. Using FHIR to develop a healthcare mobile application[C]. 2014 EAI 4th International Conference on Wireless Mobile Communication and Healthcare (Mobihealth), 2014: 132-135.
- [11] CHO H, HONG H, KIM H, et al. Implementation of service model to exchange of biosignal information based on HL7 Fast Health Interoperability Resources for the hypertensive management[J]. J Korean Soc Internet Inform, 2014, 15(3): 21-30.
- [12] KON K I. PHR profiling system based on FHIR[J]. KIPS Trans Software Data Eng, 2015, 4(7): 277-282.
- [13] ULRICH H, KOCK A, DUHM-HARBECK P, et al. Metadata repository for improved data sharing and reuse based on HL7 FHIR[J]. Stud Health Technol Inform, 2016, 228: 162-166.
- [14] ALTEROVITZ G, WARNER J, ZHANG P J, et al. SMART on FHIR genomics: facilitating standardized clinico-genomic apps[J]. J Am Med Inform Assoc, 2015, 22(6): 1173-1178.
- [15] MANDEL J C, KREDA D A, MANDEL K D, et al. SMART on FHIR: a standards-based, interoperable apps platform for electronic health records[J]. J Am Med Inform Assoc, 2016, 23(5): 899-908.
- [16] PFIFFNER P B, PINYOL I, NATTER M D, et al. C3-PRO: connecting ResearchKit to the health system using i2b2 and FHIR[J]. PLoS One, 2016, 11(15): 272-273.
- [17] KHALILIA M, CHOI M, HENDERSON A, et al. Clinical predictive modeling development and deployment through FHIR web services[J]. AMIA Annu Symp Proc, 2015, 2015: 717-726.
- [18] HWANG H J. Design of a data grid model between TOS and HL7 FHIR service for the retrieval of personalized health resources[J]. J Inst Internet Broadcasting Commun, 2016, 16(4): 139-145.
- [19] TOPAZ M, SEGERT D L, GOSS F, et al. Standard information models for representing adverse sensitivity information in clinical documents[J]. Methods Inform Med, 2016, 55(2): 151-157.
- [20] ALTAMIMI A M. SecFHIR: a security specification model for fast healthcare interoperability resources[J]. Int J Adv Comput Sci Appl, 2016, 7(6): 350-355.
- [21] 潘宏科, 曹战强, 叶晓俊. 移动终端3D可视化在口腔医疗中的应用[J]. 中国数字医学, 2014, 9(12): 66-68.
- [22] 潘宏科, 曹战强, 叶晓俊. 基于FHIR规范的DICOM医疗影像移动端展示[C]. 大连: 2014.
- [23] 于恒, 曹战强, 叶晓俊. 基于FHIR规范的DICOM医疗影像移动端展示[C]. 大连: 2014.
- [24] 苏杰, 曹战强, 叶晓俊. 基于FHIR的医学术语、编码和分类系统实现电子病历数据整合与应用[C]. 大连: 中华医院信息网络大会, 2014.
- [25] 葛小玲, 薛颜波, 宓林晖, 等. 医院信息标准化建设路径探索与实践[J]. 中国卫生信息管理杂志, 2015, 12(6): 601-605.
- [26] SU J, CAO Z Q, YE X J. Integration and application of electronic medical record data based on terminology system, coding system, classification system using FHIR[C]. Dalian: Chinese Hospital Information Network Conference, 2014.
- [27] SHEN C. Research on the key technologies of multi-terminal remote medical consultation system and its exploration on concurrent multipath transfer[D]. Beijing: Beijing University of Posts and Telecommunications, 2014.
- [28] SU J, CAO Z Q, YE X J. Integration and application of electronic medical record data based on terminology system, coding system, classification system using FHIR[C]. Dalian: Chinese Hospital Information Network Conference, 2014.
- [29] GE X L, XUE Y B, MI L H, et al. Hospital information platform standardization of path exploration and practice[J]. Chinese Journal of Health Informatics and Management, 2015, 12(6): 601-605.

(编辑:黄开颜)