

“互联网 + 医疗”中的医疗信息通信技术

范雨雷

(厦门大学嘉庚学院 漳州 363105)

〔摘要〕 介绍“互联网 + 医疗”中的医疗信息通信技术, 包括医疗信息国际标准、通信接口技术以及医疗信息通信的流程。实验结果证明本研究开发的集成接口技术可应用于各地的不同医疗机构及移动医疗设备间的医疗信息通信, 为目前发展中的移动智能互联网医疗奠定医疗信息通信基础。

〔关键词〕 HL7; 智能医疗系统; 医疗信息; 数据接口; Mirth 引擎

〔中图分类号〕 R-056 〔文献标识码〕 A 〔DOI〕 10.3969/j.issn.1673-6036.2016.06.003

Medical Information Communication Technology in "Internet Plus Healthcare" FAN Yu-lei, Xiamen University, Tan Kah Kee College, Zhangzhou 363105, China

〔Abstract〕 The paper introduces the medical information communication technology in "internet plus healthcare", including the international standards for medical information, communication interface technology and the process of medical information communication. The experimental results show that the integrated interface technology developed in this research can be applied in different medical institutions in various places, and that the medical information communication among mobile medical equipment lays a foundation of medical information communication for the developing mobile intelligent Internet.

〔Keywords〕 HL7; Intelligent medical system; Medical information; Data communication interface; Mirth engine

1 引言

“互联网 + 医疗”是目前医疗发展的一个趋势, 而医疗信息通信又是实现“互联网 + 医疗”的重要技术。目前各个医疗机构存在级别、功能、区域、设备及医疗信息系统软件的差异, 所以给实现“互联网 + 医疗”带来一定困难。本研究开发了一个关于医疗信息通信的集成接口, 为医疗机构间的信息分享搭建了桥梁, 使医生能实时准确地获取诊病人在不同医疗机构的病史, 从而减少对病人进行不必

要的重复性检查, 使病人能得到及时正确的治疗。本研究成果为今后研发“智能医疗互联网”提供医疗信息通信框架。

2 “互联网 + 医疗”信息通信的发展背景

2.1 “互联网 + 医疗”

“互联网 + 医疗”是目前医疗发展的一个趋势, 是互联网及大数据技术在医疗行业的应用。其服务范围包括医疗信息查询、远程会诊及病人健康状况远程实时监控等多种形式。“互联网 + 医疗”不仅仅是由单个医疗机构或单个云平台来完成, 而是靠多个医疗机构间的协调合作来实现。其医疗机构特点是跨地区、跨等级、跨部门及跨设备的。目前我国的互联网医疗发展可归结为 3 种模式, 一是“医

〔收稿日期〕 2016-06-12

〔作者简介〕 范雨雷, 博士, 副教授, 发表论文多篇。

院服务 + APP”模式,代表性服务如网上挂号预约;二是“医生 + 云平台”模式,主要是来自不同医疗机构的专家在线为病人服务,如好大夫在线、39 健康等网站;三是“终端 + 云平台”模式,指穿戴医疗设备用于慢性病管理的远程监控。就上面 3 种模式后台的医疗信息数据传输来看,基本上都限于本医疗信息软件系统或“云平台”的内部传输,其医疗信息通信相对简单。但未来互联网医疗是跨机构跨平台的,如在线医生如何获取在线病人在其他不同医疗机构的病史及来自不同云平台的健康监测数据等。这就涉及跨机构和跨平台的医疗信息通信,而这一通信技术是相对比较复杂的,也是我国目前互联网医疗中普遍存在的薄弱环节。

2.2 “互联网 + 医疗”信息通信

2.2.1 国外 互联网医疗必须用到的一项技术就是医疗信息通信,而在这一科研领域国内和国外的发展是有差别的。国外医疗体系的一个特点是医疗机构间进行数据分享及合作,因此国外很早就开展医疗信息通信。早在 1985 年由美国放射学会 (American College of Radiology, ACR) 和美国电气制造商学会 (National Electrical Manufacturers Association, NEMA) 两个学术机构自定并公布关于医学数字成像和通信的标准 (Digital Imaging and Communications in Medicine, DICOM)^[1]。DICOM 文件可以通过 TCP/IP 协议进行网络传输,使不同地点的部门能够查询和接收医学图像,便于病人的数据存储、打印和管理。其相应的产品,如知名的影像存储与传输系统,目前已经被医院广泛采用并也进入较小的医疗机构,如牙医和医生办公室。1987 年国外已经制定出关于医疗信息通信的标准,称为 Health Level Seven (HL7)^[2]。1997 年成立了临床数据交换标准协会 (Clinical Data Interchange Standards Consortium, CDISC)^[3],其主要规定医疗信息的数据交换标准,而且形成了通信体系。近几年流行的系统有 HISS, WinPath, BizTalk, LinkMed^[4-5]等。

2.2.2 国内 相比之下国内的医疗机构间的医疗信息通信还没普及,在这方面的报道很少,有的也是同一医疗机构内部间的信息分享。如国内率先试

验和运用医疗信息通信的是北京大学人民医院,应用 HL7 V3.0 建设医学影像存储与传输系统 (Picture Archiving and Communication Systems, PACS) 与医院信息系统 (Hospital Information/Management System, HIS/HIMS) 的互连,目前取得实际经验和成果^[6];北京协和医院信息中心基于 SOA 与 HL7 的医院信息系统进行医疗信息通信的研究^[7];另外张家港市卫生局在区域信息化建设方面也取得了一些经验。近几年 HL7 中国理事会在北京举办了多次会议,其宗旨是研究发展符合中国实际的医疗信息交换标准,提高中国医疗信息化水平,同时加强国际医疗信息化交流,让病人的相关医疗信息具有可及性、公开性和易懂性。但总体来讲国内的医疗信息通信基本上都限于本医疗机构,还没有扩展到不同医疗机构间的通信。其中一个主要原因是医院信息系统来自于不同的开发商,而且每个系统的内容及其通信接口方式也不尽相同,这给数据分享带来一定困难。

2.3 “互联网 + 医疗”信息通信所面临的问题

2.3.1 医疗信息系统的兼容性^[8-9] 一个完善的医院信息系统应包含多个模块,如临床信息系统 (Clinical Information System, CIS), 财务管理系统 (Finance Information System, FIS), 医学影像存储与传输系统 (Picture Archiving and Communication Systems, PACS), 放射学信息系统 (Radiology Information System, RIS), 实验室信息系统 (Laboratory Information System, LIS) 等。由于医疗软件开发商众多,其产品内容及其模块也不尽相同,这给医疗系统的兼容性带来困难。例如通过 RIS 系统查询病人的脊柱的 L1 - L4 区域骨密度 (Bone Mineral Density, BMD), T - score 和 Z - score 值时,如果其 HIS/HIMS 中没有关于 BMD 信息数据的存储,这样也就完成不了数据的分享。

2.3.2 医疗信息通信标准的异同 医疗信息通信标准是对信息进行编码及解析的一个技术规范。有了该标准,才能保证医疗信息远距离通信的可靠和信息准确性。虽然医疗信息标准在国外已普及多年,但我国的普及率不高,甚至很多医疗机构还没有涉及该标准。因此在开展医疗信息通信前,必须先确

定符合具体情况的标准。目前国际医疗信息采用 HL7 标准,但各个医疗机构对 HL7 具体的字段 (Segment) 及元素 (Field) 的理解是不同的。例如,检验结果存于 OBX Segment 里,但有些对检验的说明及补充会放在 NTE Segment 里,但放在 NTE 的哪几个元素里及具体意义是什么,这需要双方为此确定具体标准。类似情况会很多,因此需要确定完善和详细的标准。

2.3.3 医疗信息通信接口的多样性 医疗信息通信接口的多样性主要表现两个方面。一是医疗系统软件方面,比如两个医院信息系统软件来自不同的开发商,它们的信息通信接口会不同,可能是 Web Service, Web App, Port - to - Port,或是其他形式;二是医疗设备方面,比如 X - ray 的数据库是 Access Database,则需采用 ODBC 接口形式,对于其他数据库如 SQL Server 则需采用 JDBC 接口形式。

通过上面分析,为了实现各个医疗机构间的医疗信息通信,需要一个通信标准及一个集成的接口引擎 (Engine),来兼容不同开发商的 HIS/HISM, CIS, LIS, RIS, PACS 等医疗系统的通信接口。

3 本研究中开发的医疗信息通信系统

3.1 医疗信息通信系统框架

本研究开发的医疗信息通信系统应用于不同的医疗机构,如医院、健康中心、生命研究所、实验室及医疗设备 (包括可穿戴便携式健康监测设备)。图 1 是系统框架示意图,其中核心部分是医疗信息通信的集成接口 (Integrated Interface Engine)。该 Engine 可根据通信对象自动采用对应的通信接口技术。比如医院甲已与多个医疗机构建立了医疗信息通信,尽管其他医疗机构的通信接口多种多样,但采用集成的接口 Engine,便可实时地与这些医疗机构进行数据分享。



图 1 医疗信息通信框架

3.2 医疗信息通信标准

医疗信息标准采用国际通用的 HL7 标准,它主要的目的是发展各型医疗信息系统间,如临床、保险、管理、行政及检验等各项电子资料的标准。HL7 message 由多个字段及元素组成,目前版本由 2000 年发布了 v2.4 版更新为现在的 XML v3.0 版,但 HL7 v2.4 版本还被一些医疗机构使用。下面是 v2.4 版的一个检验 message (注:该医疗信息内容是经过修改过的,如有雷同纯属巧合)。

```
MSH|^~\&|LAB. ICE|South EHealth Board^06^L|
|DP1|201009081007||ORU^R01|239|P|2.4
PLD|1||X12345^^^^MRN||BOND^JAMES^^^^I||
|M||MY HOUSE^MY HOUSE^MY HOUSE
BOR|1||BB999999T^Biochemistry Hospital|LFT^LFT^
I||201009070000|||201009071452|
T021^SERUM|D999000^Dummy GP|||
201009071459||CH
OBX|1|NM|ALT^ALT^1||12|LU/L|||F|
||201009071459
```

上面 v2.4 版 message 也可转换为 v3.0 版的 XML 格式。如把检验结果, OBX | 1 | NM | ALT^ALT^L | 12 | IU/L | | | F | | 201009071459, 写成 v3.0 版 XML 格式如下。

<ORU_ R01. OBSERVATION > <OBX >
<OBX. 1>1</OBX. 1> <OBX. 2>NM</OBX. 2>
<OBX. 3> <CE. 1>ALT</CE. 1> <CE. 2>ALT</
CE. 2> <CE. 3>L</CE. 3> </OBX. 3>
<OBX. 5>12</OBX. 5> <OBX. 6> <CE. 1>IU/
L</CE. 1> </OBX. 6> <OBX. 7> </OBX. 7>
<OBX. 11 > F </OBX. 11 > <OBX. 14 > <TS. 1 >
201009071459 </TS. 1 > </OBX. 14 >
</OBX > </ORU_ R01. OBSERVATION >

目前两种版本 message 都应用于各个医疗机构中，所以需要建立一套符合各个医疗机构具体情况的通信标准格式，从而才能实现各个医疗机构间的医疗信息的数据通信。

3.3 医疗信息通信流程

3.3.1 识别流程 因为医疗机构间的通信是实时的，而且同时监听和接受来自多个医疗机构发送的信息，对信息的识别是至关重要的。识别技术也是基于前面制定的通信标准，如 HL7 标准。因为发送方会同时发送多组响应数据，所以要识别哪每一组数据关联哪一个查询。其次要对每一组数据进行解析，识别其中的医疗信息。最后要把所需要的医疗

信息存入本医疗系统中或把对方需要的信息发送给对方，整个过程是一个动态自动过程，见图 2。

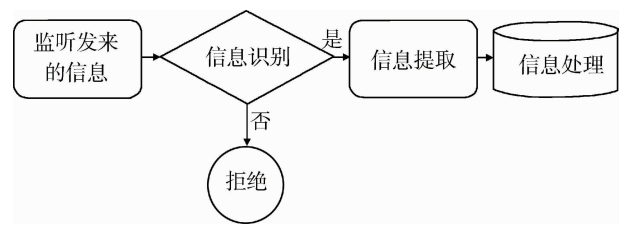


图2 医疗信息（HL7 message）识别流程

3.3.2 查询及响应流程 查询及响应流程，见图 3。甲方首先是发送一个 HL7 查询给乙方，如果乙方收到后会自动发回一个收到确认的告之（Acknowledgment，ACK）给甲方。如果甲方收到 ACK，则停止发送该查询；如果甲方没收到 ACK，则以一定的时间间隔重复发送该查询，直到收到 ACK 或达到一定次数而终止发送。乙方收到查询语句后，会自动识别其语言并按其要求在自身系统中进行数据获取，然后把结果形成响应 HL7 发回甲方。甲方收到响应数据 HL7 后，发回一个 ACK 给乙方，以至于乙方不再重复发送查询结果，即完成一个查询及响应全过程。

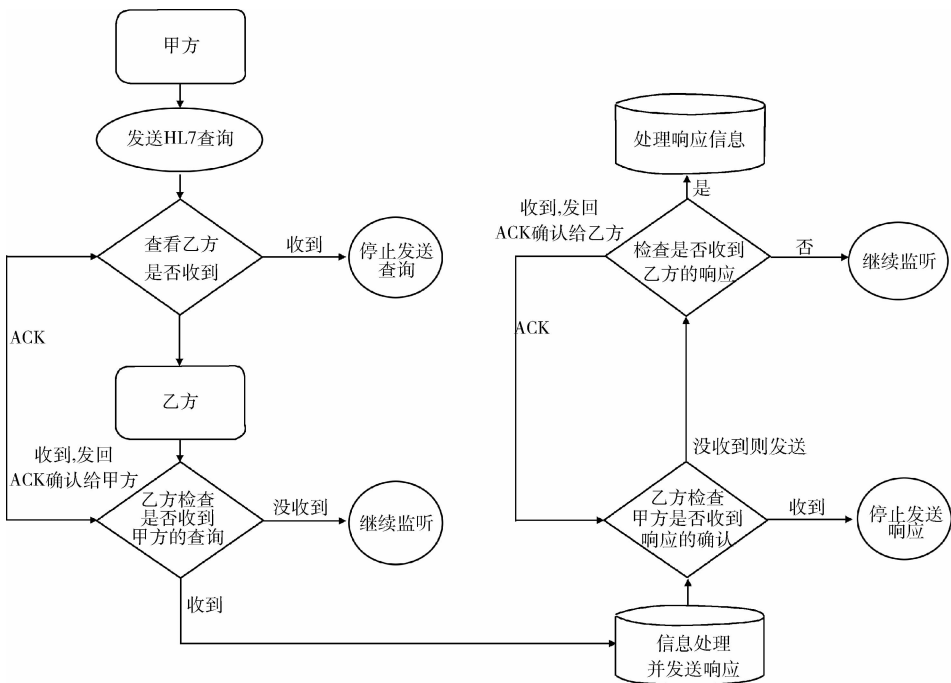


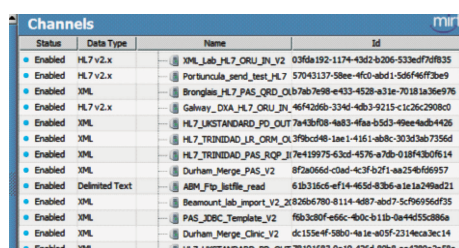
图3 医疗信息通信的查询与响应流程

3.4 医疗信息通信接口技术的集成

3.4.1 技术简介 由于医疗软件系统及硬件不同,目前应用通信技术有多种形式。Web App 或 Web Service 接口技术是在服务器上建立的远程通信平台,客户只需通过 TCP/IP 和 HTTP 协议就可以进行通信,因此不同的医疗系统或平台都可通过 Web App 或 Web Service 技术进行通信。Port-to-Port 接口技术也称为端口监听技术,是指计算机网络层中的传输层的内容。所谓的端口是特指 TCP/IP 协议中的端口,因此两个医疗机构互相确定各自的端口号后,双方监听自己的端口并同时把医疗信息数据发送到对方的端口,从而实现端口之间的数据传输。JDBC 接口技术即指数据库连接,是由一组用 Java 语言编写的类来执行 SQL 语句,用于访问多种关系数据库。一些医疗机构会用这种方式进行数据分享,因为开发人员能够更灵活地编写数据库应用程序,而且速度快。ODBC 接口技术是开放数据库互连,一般与医疗仪器的通信会采用此技术,如 X-Ray Scanner 医疗仪器的自身数据库是微软的 Access 数据库,所以应采用 ODBC 接口技术。

3.4.2 应用 Mirth Engine^[6-7] 建立集成接口

它包含上面所提及的技术。因为在实际工作环境中,一个医疗机构可能同时与多个医疗机构通信,且要求的接口技术也不同。图 4 是用 Mirth Engine 创建的一个集成的通信接口,其中每个通道(channel)是与一个医疗机构的通信接口。多个 channel 可同时与多个医疗机构进行通信。而且每个 channel 里又由多个子通道(sub-channels)组成,因为同一医疗机构会存在不同的接口技术,这样每个 sub-channel 可采用针对性的技术进行通信。所用的计算机语言是 Java 和 JavaScript。



Status	Data Type	Name	Id
Enabled	HL7 v2.x	XML_lab_HL7_ORU_V2	03fa192-1174-43d2-b206-533ed70f835
Enabled	HL7 v2.x	Portuncula_send_test_HL7	57043137-58ee-4fc0-abd1-5d6f46ff3be9
Enabled	XML	Bronglass_HL7_PAS_QRD_Clob7ab7e98-e4328-a31e-70181a3ee976	
Enabled	HL7 v2.x	Galway_DXA_HL7_ORU_IN_4642680-3346-4db3-9215-c126c2908c0	
Enabled	XML	HL7_UKSTANDARD_PD_OUT_7a43b08-aa83-4faa-b5d3-49ee4adb4426	
Enabled	XML	HL7_TRINIDAD_LR_ORU_Clob3b0c48-1ae1-4161-ab8c-303d3ab7356d	
Enabled	XML	HL7_TRINIDAD_PAS_RQP_JI7e419975-63cd-4576-a7db-018f43b0f614	
Enabled	XML	Durham_Merge_PAS_V2	8f2a066d-c0ad-4c3f-b27f-aa254b6f957
Enabled	Delimited Text	ABM_Ftp_testfile_read	61b316c5-ef14-4656-83b6-a1e1a249ed21
Enabled	XML	Seamount_lab_import_V2_2182b6780-1114-4887-abd7-5c196956d35	
Enabled	XML	PAS_JDBC_Template_V2	f6b3c80f-e66c-4b0c-b11b-0a44d55c886a
Enabled	XML	Durham_Merge_Clinic_V2	dc135e4f-58b0-4a1e-a05f-2314eca3ec14
Enabled	XML	HL7_UKSTANDARD_PD_OUT_78181883-0e19-426d-80b8-aa4380e3e58c	

图 4 用 Mirth Engine 建立的集成通信接口

4 实验与评估

4.1 实验过程

实验的宗旨是验证本研究提出的医疗通信标准的可行性,及集成通信接口的可靠性和稳定性。实验数据由多组、多种医疗信息组成,尽量覆盖医疗信息的每个部分。实验内容包含对正常信息、错误信息、异常现象、重复信息、突发事件等通信接口的处理。具体的实验有如下 4 个。实验 1:单独对每一个接口技术进行验证。实验 2:对集成的接口技术进行验证。实验 3:在实验室的医疗环境中,用大数量级的仿真医疗信息对本研究的结果进行验证,分析其可靠性和稳定性。实验 4:在真实的环境中进行实验,验证其应用性并由医疗专家进行评估。

4.2 评估测试

实验首先在模拟的环境下进行,其中每一个实验都有一组相应的测试数据。其次在真实的医疗环境下进行评估测试,这需要双方医疗机构事先在各自的系统中建立测试门诊并创建一组虚拟病人,每个虚拟病人会给出多种不同的诊断及治疗,然后按照双方的需求进行评估测试。通过评估测试后,即可推广到具体的部门去应用。实验结果证明信息准确度要达到 100%,信息的解析准确率为 100%,信息完整性为 100%,附加信息为 0%,遗漏重要信息为 0%,异常错误并没引起通信渠道的中断。目前本研究成果已经被推广到世界各地的医疗机构,如英国的伦敦国王医院(London Kings Hospital)等 48 家医疗机构,以其运行稳定性好,应用性高。

5 结语

本研究建立了一个医疗信息通信的体系并开发了一个集成的接口技术,解决了医疗机构间因等级不同、设备不同,以及应用的医疗系统软件不同而带来的医疗信息通信难的问题。从而为医疗信息集成化和信息可识别化提供了通信技术基础,让各个不同医疗机构间的医疗信息通信变成可行,实现医

疗信息分享, 提高医疗机构的运作效率。本研究成果为今后研发智能医疗互联网提供一个医疗信息通信框架。

参考文献

- 1 Kahn CE Jr, Carrino JA, Flynn MJ, et al. DICOM and Radiology: past, present, and future [M]. Journal of the American College of Radiology, 2007, (4): 652 - 657.
- 2 Health Level Seven (HL7) [EB/OL]. [2016 - 05 - 25]. <http://www.hl7.org/>.
- 3 Huser V, Sastry C, Breymaier M, et al. Standardizing Data Exchange for Clinical Research Protocols and Case Report Forms: an assessment of the suitability of the Clinical Data Interchange Standards Consortium (CDISC) Operational Data Model (ODM) [J]. Journal of Biomedical Informatics, 2015, (57): 88 - 99.
- 4 Primary Health Care and Public Health: foundations of universal health systems [J]. Med Princ Pract, 2015, (24):

103 - 116.

- 5 Paina Ligia, David Peters. Understanding Pathways for Scaling up Health Services Through the Lens of Complex Adaptive Systems [J]. Health Policy and Planning, 2011, 26 (5): 365 - 373.
- 6 HL7 China [EB/OL]. [2016 - 06 - 12]. <http://supplier.hc3i.cn/art/201301/23365.htm>.
- 7 孟晓阳, 孙国强, 许燕. 基于 SOA 与 HL7 的医院信息系统的研究与实践 [J]. 中国卫生信息管理杂志, 2009, (3): 37 - 40.
- 8 Cyr T, Agarwal A, Furht B. Brief Overview of Various Healthcare Tools, Methods, Framework and Standards. In Handbook of Medical and Healthcare Technologies [J]. New York: Springer, 2013: 285 - 295.
- 9 Haque W, Reed A, McCann A. A Framework for Secure Integration of Distributed Point - of - Care Testing Results into Electronic Medical Records [C]. 2013 International Conference on IEEE. 2013: 73 - 78.

(上接第 11 页)

- 2 李华才. “互联网 + 医疗” 建设与应用模式探究 [J]. 中国数字医学, 2015, 10 (11): 1.
- 3 好大夫在线. 好大夫在线简介 [EB/OL]. [2015 - 03 - 16]. <http://www.haodf.com/info/aboutus.php>.
- 4 挂号网. 关于我们 [EB/OL]. [2015 - 03 - 13]. <http://www.guahao.com/about>.
- 5 张会会, 马敬东, 蒋春红, 等. 健康类网站信息质量的评估研究 [J]. 医学信息学杂志, 2013, 34 (7): 2 - 6.
- 6 辛均益, 陈启岳, 王宏宇. 基于全省统一医院预约诊疗平台的应用研究 [J]. 医学信息学杂志, 2013, 34 (11): 24 - 27.
- 7 谢俊祥. 远程医疗及其发展 [J]. 中国医疗器械信息, 2015, (3): 6 - 10.
- 8 李勇, 修燕, 温浩. 新疆地区远程医疗会诊发展动态分析 [J]. 中国卫生信息管理, 2014, 11 (4): 346 - 351.
- 9 两部委开展省院合作远程医疗政策试点 [J]. 医学信息学杂志, 2014, 35 (3): 94.
- 10 赵衡. 远程医疗定价困境 [N]. 医药经济报, 2015 - 03 - 25 (006).
- 11 马豪, 陈荃, 秦盼盼, 等. 国内外远程医疗技术发展趋势及相关问题分析 [J]. 医学信息学杂志, 2014, 35 (12): 35 - 39.
- 12 唐超. 网络医院借药店之力落地 [J]. 中国医院院长,

2015, (6): 42 - 43.

- 13 王旭. 网络医院: 渐行渐广 [J]. 中国药店, 2015, (9): 34 - 35.
- 14 金喆. 首家网络医院调查: 上线半年患者开始排队 [J]. 吉林医学信息, 2015, 31 (7): 31 - 34.
- 15 段万春, 曹勤伟, 李记. 近 10 年国内外移动医疗研究述评 [J]. 昆明理工大学学报, 2015, 15 (5): 1 - 8.
- 16 邓昕. 移动医疗的模式分析和对策建议 [J]. 中国卫生资源, 2015, 18 (5): 311 - 314.
- 17 屈志强, 乔静. 移动支付在优化门诊流程中的作用 [J]. 医学信息学杂志, 2015, 36 (5): 35 - 38.
- 18 深圳人民医院: 虚拟网络让盘活医疗资源 “放风筝” [EB/OL]. [2015 - 03 - 16]. http://zl.39.net/58/140415/4373818_1.html.
- 19 IUD 中国决策案例研究中心. 阿里大健康——开始抢占医院的地盘 [J]. 领导决策信息, 2015, (18): 20 - 21.
- 20 中国宁波网. 全国首家云医院——“宁波云医院”启动运营 [EB/OL]. [2015 - 03 - 30]. <http://tech.huanqiu.com/news/2015-03/5916005.html>.
- 21 中国电子商务研究中心. 阿里、东软两大巨头角逐云医院, 春雨复制淘宝模式 [EB/OL]. [2015 - 03 - 30]. <http://www.investide.cn/news/116838.html>.