

医疗信息系统集成技术应用研究

邵泽国

陈 晨

(1 上海健康医学院 上海 201318

(复旦大学信息科学工程学院智慧

2 复旦大学信息科学工程学院智慧医疗电子中心 上海 200433)

医疗电子中心 上海 200433)

陈 炜

(1 复旦大学信息科学工程学院智慧医疗电子中心 上海 200433

2 上海市医学图像处理与计算机辅助手术重点实验室 上海 200032)

〔摘要〕 介绍医疗信息系统集成基本框架, 详细阐述基本集成技术及其应用, 包括中间件、XML、DLL、Web Service 以及集成平台技术。讨论医学信息系统集成平台 Rhapsody 的组成、工作原理及应用并举例解析各技术的应用。

〔关键词〕 医疗信息系统; 集成技术; 集成平台; Rhapsody

〔中图分类号〕 R-056 〔文献标识码〕 A 〔DOI〕 10.3969/j.issn.1673-6036.2018.07.006

Study on the Application of Medical Information System Integration Technology SHAO Ze-guo, 1Shanghai University of Medicine & Health Sciences, Shanghai 201318, China, 2Center for Intelligent Medical Electronics, Department of Electronic Engineering, School of Information Science & Technology, Fudan University, Shanghai 200433, China; CHEN Chen, Center for Intelligent Medical Electronics, Department of Electronic Engineering, School of Information Science & Technology, Fudan University, Shanghai 200433, China; CHEN Wei, 1Center for Intelligent Medical Electronics, Department of Electronic Engineering, School of Information Science & Technology, Fudan University, Shanghai 200433, China; 2Shanghai Key Laboratory of Medical Imaging Computing and Computer Assisted Intervention, Shanghai 200032, China

〔Abstract〕 The paper introduces the basic framework of medical information system integration, expounds on the basic integration technology and its application concretely, including the middleware, XML, DLL, Web Service and integration platform technology. It discusses the composition, working principle and application of Rhapsody, the medical information system integration platform, and cites examples to analyze the application of various technologies.

〔Keywords〕 Medical information system; Integrated technology; Integrated platform; Rhapsody

1 引言

〔收稿日期〕 2017-11-19

系统集成是指在系统工程科学方法的指导下,

〔作者简介〕 邵泽国, 讲师; 通讯作者: 陈晨, 博士后。

根据用户需求，提出系统性的应用方案，优选各种技术和产品，按方案对组成系统的各个部件或子系统进行综合集成^[1]，从而解决单个（孤立）业务系统出现的“数据孤岛”、“应用孤岛”的问题。早在1979 年哈佛大学教授查德诺兰提出的著名信息系统进化6 阶段理论模型就预示系统集成是计算机时代进入信息时代的必然历程^[2]。随着医院数字化建设的不断加速和深化，信息系统应用不断渗入到临床业务的各个角落，这些信息系统大多业务单一，且来源于不同开发商，其开发的技术、方法、平台及运行的环境各有不同，即系统间存在着突出的异构问题^[3]。即便诸多孤立的业务系统叠加性地将医院所有业务覆盖，只是形式上的全覆盖，内部之间仍然是离散的，无法或很难进行彼此间的数据共享，不能满足医疗整体信息化的需求。此外特定的医疗业务往往需要多个系统协同工作才能实现，因此各类异构系统的集成成为临床信息化的趋势和关键^[4]。

2 医疗信息系统集成基本框架

系统生命周期中与用户利益始终保持一致的服务是系统集成的目标。其关键是系统整体优化，即所有部件和成分合成后不只是能工作，而是要建成低成本、高效率、性能匀称、可扩充性和可维护性好的系统。根据系统论，医疗信息系统集成可分为网络、数据、应用以及用户集成4 个层面，同时另需构建安全平台贯穿始终。医疗信息系统集成基本框架，见图1。（1）网络集成。用来提供系统运行的硬件环境，支持网络系统的互联，它是系统软件运行的物质基础。（2）数据集成。信息集成建设中最核心的工作，中心任务是将互相关联的分布式异构数据源集成到一起使用户能够以透明的方式访问这些数据源。（3）应用集成。将截然不同、基于各种不同平台、用不同方案建立的应用软件（系统）有机地集成到一个无缝、并列、易于访问的单一系统，使它们犹如一个整体进行业务处理和信息共享。（4）用户集成。目前仅是用户管理数据的集成，将来在智能信息系统成熟应用后，特别是以用

户服务为核心的智能系统，将面临用户级的集成问题。（5）安全平台。集成的信息系统异构性强、开放性强，与单一的系统相比存在更多的安全漏洞和隐患。要保证系统的安全性，集成系统还要进行安全性的防护体系设计，该设计将涉及集成工作的各个层次内容。



图1 医疗信息系统集成基本框架

3 基本集成技术及应用

3.1 中间件技术

3.1.1 中间件 基础软件的一大类，位于系统软件和应用软件之间，起承上启下的作用。分布式应用软件借助该软件在不同的技术之间共享资源。中间件位于客户机/服务器的操作系统之上，应用程序可以工作于多平台或操作系统环境相连接的系统，即使其具有不同的接口，但通过中间件相互间仍能交换信息^[5]。中间件模型，见图2。

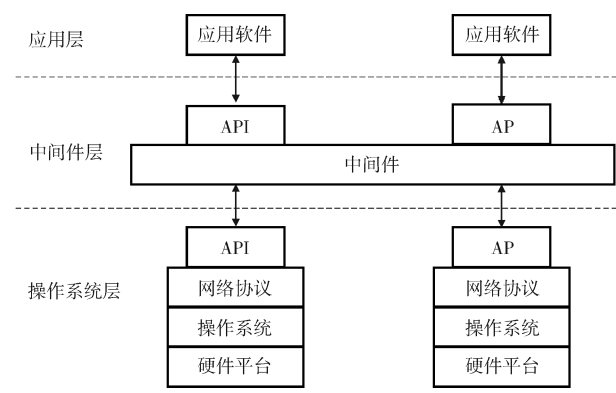


图2 中间件模型

3.1.2 中间库 典型的中间件技术，主要用来解决数据集成层面的问题，其实现方式最为直接简单，易用性强，但安全性一般^[6]。它在被集成的系统间建立一个第3 方数据库，用来存储和管理交互数据。系统间的数据异构问题是通过建立数据字典对照来解决，因此它最适合结构化数据，在非结构

化和半结构化数据的异构问题上，解决能力较差。使用中间库技术来做数据集成，其本质是将被集成的信息系统的底层数据结构提供给第 3 方——中间库，这就注定中间库技术在集成上数据安全性较弱。以医院信息系统（Hospital Information System, HIS）与检验信息系统（Laboratory Information System, LIS）集成为例，集成需求为：患者在 HIS 上通过挂号操作产生患者基本信息，在 HIS 的医生工作站产生检验项目信息，在 LIS 工作站上产生检验结果信息，上述信息 HIS 与 LIS 可以交互共享。采用中间库方案，即将 HIS、LIS 服务器与接口服务器（即中间库）互联并实现数据交换，这样 HIS、LIS 间需要交互的数据就被同时存储在中间库上，HIS、LIS 工作站可以直接访问中间库得到对方的数据。HIS 与 LIS 通过中间库集成，见图 3。HIS 与 LIS 之间的数据异构问题由接口服务器（中间库）来解决，解决的方法为将 HIS 与 LIS 的数据字典拷贝到中间库上，将彼此的数据字典——数据表建立映射关系，保证每个数据对象的每个属性都有在对方字典里对应。当某一方某属性缺失时可以用有的一方的属性来补充，保持一致的数据类型和格式。

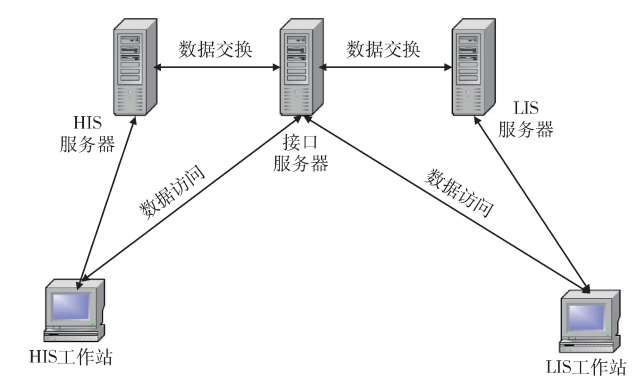


图3 HIS 与 LIS 通过中间库集成

3.2 XML 技术

解决数据异构就是统一数据的表示和转换的方式，目前普遍采用的方法是可扩展标记语言（Extensible Markup Language, XML）及其相关技术。它能够很好地将结构化数据、半结构化数据统一格式，或重新描述非结构化数据，达到消除数据异构的目标^[7]。XML 技术在医疗信息系统集成中得到广

泛应用，是数据交换的主要格式。利用 XML 文档内容受其 Schema 模式约束的特性，给出所有医院应用系统间要交换信息的 XML Schema 模式标准描述，作为信息集成时数据转换结构的定义，可以将 XML 文档作为数据共享的媒介，保证 HIS 中各子系统间、HIS 与外部实体间进行交流的 XML 数据文件都有标准、统一的数据结构形式。应用系统数据到标准结构 XML 文档的转换模式，见图 4。以 XML 作为数据交换的中介，用统一的 XML 格式呈现数据给系统的实现带来极大的灵活性。基于 XML 的异构医院信息集成方案充分利用 XML 易于扩展、交互性好等特点，但直接采用单一的 XML 集成数据信息的安全性较差。

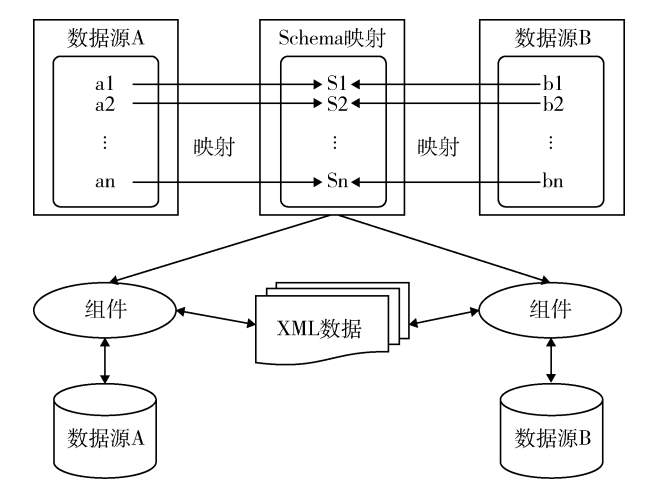


图4 临床数据转换模型

3.3 DLL 技术

动态链接库（Dynamic Link Library, DLL）是一种可执行文件，允许程序共享执行特殊任务所必需的代码和其他资源，具有很强的共线性。它是一个封装的文件，因此安全性较高。DLL 的调用会消耗内存空间，当调用频繁或数量过多时会造成系统资源的浪费。另外 DLL 的每次修改重建时都必须调整编译所有源代码，增加编译过程的复杂性，也不利于阶段性的单元测试^[8]。以 HIS 与医保系统集成为例，HIS 通过调用 DLL 完成医保业务的办理，见图 5。（1）就医登记。参保患者住院登记时在 HIS 中录入就医登记信息，通过调用 DLL，获取医保系统中的患者信息；HIS 中读入患者信息，提交入院请求，传出入院科室、诊断、日期等信息；医保系

统接收入院请求后返回此次入院登记的唯一标识至 HIS, HIS 保存唯一标识, 完成入院登记。(2) 费用明细上传。HIS 中录入参保患者费用明细后, 通过调用 DLL, 将费用明细上传到医保中心。(3) 费用结算。在参保患者出院结算时, 先调用 DLL 计算出该患者的自费金额、自付金额、统筹支付金额、大病支付金额等, 医院根据调用 DLL 返回结果打印收费发票。HIS 在做 2 次开发时不需考虑相关系统交互细节, 只要根据 DLL 要求传入相关参数信息, 然后根据返回信息完成相关业务。通过 DLL 的调用或共享可以实现系统间的数据交互与方法共享。DLL 文件在被系统使用时是以拷贝的形式, 且是分散的, 这一点不利于后期的集中维护。

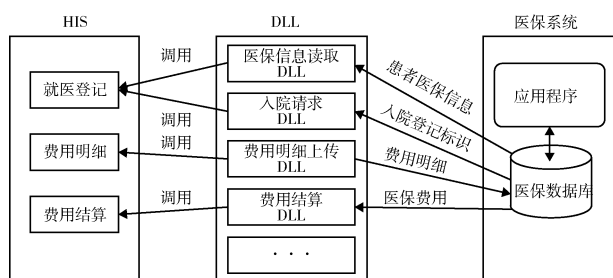


图 5 HIS 与医保系统通过 DLL 集成

3.4 Web Service 技术

Web Service 是平台独立、低耦合、自包含、基于可编程的 Web 的应用程序。可使用开放的 XML 标准来描述、发布、发现、协调和配置这些应用程序, 用于开发分布式的互操作的应用程序^[9]。Web Service 技术在集成功能上与 DLL 技术很相似, 但其服务是集成的, 在维护上很方便; 在系统结构上 Web Service 与中间库有相似之处, 其服务依赖于第 3 方, 安全性不够高。Web Service 是一个软件系统, 用以支持网络间不同机器的互动操作, 提出面向服务的分布式计算模式。具有完好的封装性、松耦合、使用协约规范性、使用标准协约规范、高度可集成性等特征。利用 Web Service 的跨平台及与语言无关的特点^[10], 能将现有的医疗信息系统功能进行封装, 然后将其部署到平台上, 提供给其他系统进行调用。医院的数据具有复杂性且分布于各子系统中, 因此需要将各子系统的数据以 Web 服务的形式展现出来, 供给有需要的系统。Web 服务以

XML 的参数形式进行传递, 而在 .NET 技术中, 创建和调用 Web 服务非常容易实现。医院信息系统通过 Web Service 的集成, 见图 6。无论 Web Service 是用什么工具、哪种语言开发, 只要客户端使用简单对象访问协议 (Simple Object Access Protocol, SOAP) 通过 HTTP 来调用, 医疗信息系统只需要阅读 WSDL 文档来调用 Web Service 服务。客户根据文档生成 XML 格式的请求消息, Web 服务器收到请求消息后将其发给 Web Service 请求处理器。处理器将请求消息发送给相应的信息系统, 然后将信息系统返回的消息再发送给客户端, 完成系统间的交互。

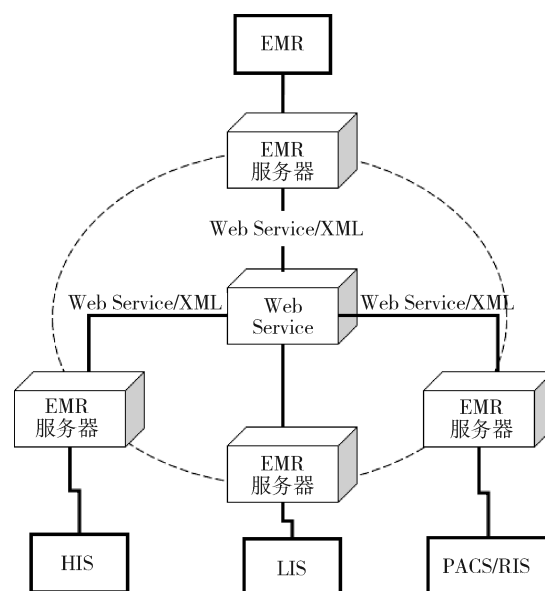


图 6 医院信息系统 Web Service 集成框架

3.5 集成平台技术

上述这些技术起源较早, 已经达到比较成熟的水平。在早期集成需求简单, 被集成的业务系统数量较少时上述技术可被广泛应用。但是随着集成需求越来越复杂、要求越来越过, 被集成的业务系统数量不断增加, 业务领域也由原来的 workflow 相邻的业务逐渐形成横向扩展 (如医院内外部)、纵向延伸 (医院、社区、国家) 趋势。单一的使用上述技术难以实现当下医疗信息系统集成需求, 需要以平台软件的形式将各种技术综合利用。集成平台属于系统服务软件, 在操作系统层和应用层之间工作。它连接两个或更多的应用程序, 为其提供连接和协

同工作的功能^[11]。集成平台的工作原理相似于中间件，但较中间件功能更为综合，通常除具备应用功能外，还提供开发功能。其核心功能包括应用程序接口、消息路由及数据处理，其中数据处理包括数据格式化、过滤、映射、转换以及数据丰富等。集成平台具有系统低耦合度、集成简单、连接标准化、系统可维护性高等优点。目前常见的医学信息系统的集成平台有 Orion 的 Rhapsody，InterSystems 的 Ensemble，西门子的 OpenLink，甲骨文的 SOA。Rhapsody 是专门面向医学信息系统集成，其平台提供如 HL7 等丰富的医学专用协议及标准。

4 医学集成平台 Rhapsody

4.1 概述

Rhapsody 集成引擎是一个支持医疗信息交换标准 HL7 和快速医疗互操作性资源标准（Fast Healthcare Interoperability Resources，FHIR）的工具，支持各种医疗信息系统间的互操作性，不受技术和标准的限制。平台主要由 Rhapsody 引擎、Rhapsody IDE 整合研发环境、Rhapsody 控制台组成。Rhapsody 总体架构，见图 7。

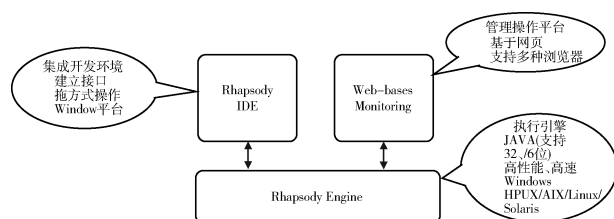


图 7 Rhapsody 总体架构

4.2 Rhapsody 引擎

是整个集成平台的核心和提供快速服务的关键。它保证数据的内部交换、不同格式的映射以及逻辑性的消息路由。支持基于 Web Services 的服务封装、安全与服务调用；支持 XML，XPATH，XSLT，SOAP 等 Web Services 标准。支持基于数据转换引擎的数据转换功能，包括 XML，HL7，X12，ASTM，EDIFACT 的数据转换、解析与映射；支持

丰富的传输访问协议，包括 HTTP/HTTPS，TCP/IP，FTP/File，Socket，SMTP，SOAP/HTTP，SQL。

4.3 Rhapsody IDE

基于 Windows 操作系统的图形化配置及设计工具，它连接到 Rhapsody 引擎并指示引擎展开各项数据处理工作。IDE 具有良好且直观的图形配置界面，方便实施人员对通讯点、过滤器和路由进行设置。其特点包括可视化的接口开发、内置的单元测试功能、单一文档的配置迁移、设计文档的自动生成、映射及数据格式互换。此外还具有内置线下帮助文档和接口报警的通知规则设定功能。

4.4 Rhapsody 管理控制台

可以在任何有浏览器的设备上访问，随时提供引擎监控界面，通过精确的事务位图索引实现对业务的监控、审计与管理，在必要时发送通知和警告。管理控制台提供端到端的管理，包括可视化的快速故障诊断与消息检测、监测整个系统及关键指标的行为与状态，能自动生成相应的监测报告。HIS，LIS，RIS 通过 Rhapsody 集成，见图 8。集成的流程如下：（1）HIS 在开完医嘱后，将患者信息和医嘱信息发送到 Rhapsody。（2）Rhapsody 经过数据处理后，根据医嘱类型分别将消息路由到 RIS 或 LIS，在 RIS 或 LIS 的登记队列就能看到相关的患者信息和医嘱信息。（3）RIS 或 LIS 工作站上的检查状态更新，如预约、取消预约、到检、取消到检、完成检查等都回传给 Rhapsody，Rhapsody 再将这些状态信息回传给 HIS。在 HIS 的医生工作站可以看到检查当前的状态。（4）医生在 RIS 或 LIS 报告工作站上审核完报告后，Rhapsody 将报告消息传回。通过 Rhapsody 的数据监控界面能够清楚地看到在数据交互程序中各节点的详细情况，并且能及时反映出错误信息。Rhapsody 在系统接口实现上很便捷，全程可视化操作，编码量小，且数据交互的过程可以通过控制台全程监控，便于快速诊断故障与检测消息以及监测整个系统及关键指标的行为与状态。

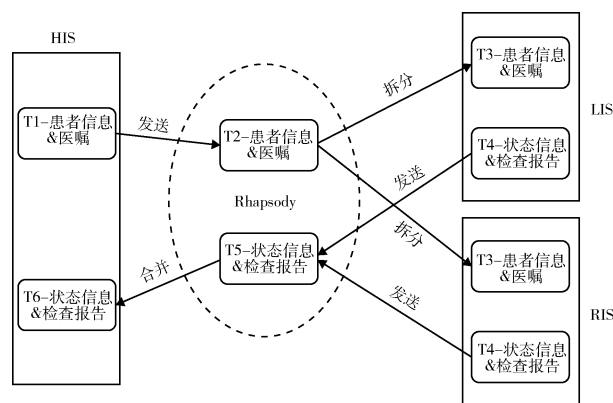


图 8 HIS, LIS, RIS 通过集成平台集成

5 结语

在基本集成技术中中间库方式最为简单、易用，但安全性一般；DLL 函数调用方式规范性、安全性好，参数及传输信息多时调用比较复杂，接口开发及维护工作量较大；XML 易于扩展、交互性好，数据信息的安全性较差；Web Service 方式可移植性好、安全性一般，接口较复杂。当被集成业务系统数量较少、集成需求简单，特别是单层集成或局部集成时，上述技术可以根据具体需求结合技术特点做出选择。集成平台低耦合、集成简单、连接标准、可维护性高。典型的医学专用集成平台 Rhapsody 集引擎、开发环境、控制台于一体，同时实现集成应用开发、过程监控以及运行维护管理。Rhapsody 可以在医院内、院区间和公共卫生部门之间进行快速、可靠的连接和数据共享^[12]。其可靠的技术能够兼容不同的系统，跨越不同的部门，无缝地连接传统的和新一代的医疗系统。简化接口开发工作，更快地实现新的集成项目的交付，同时延长现有系统寿命和价值，不断适应最新的医疗保健行业变化，保证未来的健康事业需求，提高工作人员解决复杂问题的效率，优化基础设施运行并减少系统维护时间，对临床应用系统数量多、结构复杂、

规模大的集成是目前最佳选择。

参考文献

- 1 费奇, 余明晖. 信息系统集成的现状与未来 [J]. 系统工程理论与实践, 2001, 21 (3): 75-78.
- 2 王农跃, 梁新弘. 从 Nolan 阶段理论看我国企业 IT 成长的关键因素 [J]. 科技管理研究, 2007, 26 (1): 85-87.
- 3 段会龙, 吕旭东. 医疗信息系统的工作流集成 [J]. 浙江大学学报 (工学版), 2002, 36 (2): 199-204.
- 4 Nie H, Li S, Lu X, et al. From Healthcare Messaging Standard to Semantic Web Service Description: generating WSMO annotation from HL7 with mapping-based approach [C]. Santa Clara: IEEE International Conference on Services Computing. IEEE, 2013: 470-477.
- 5 齐勇, 赵季中, 侯迪, 等. 基于 Web 的中间件系统集成框架—应用服务器的研究 [J]. 计算机研究与发展, 2001, 38 (4): 430-437.
- 6 杨立平, 王小蕾, 李彤, 等. 数据库中间件技术及在三层客户机/服务器模型中的实现 [J]. 小型微型计算机系统, 2001, 22 (4): 482-484.
- 7 Bhargav Perepa. 使用 IBM Worklight 进行服务器端移动应用程序开发: 第 2 部分. IBM Worklight 适配器与 Web 服务业务逻辑的集成 [J]. Plant Physiology, 2013, 110 (2): 431-438.
- 8 周立, 张文渊. 控制算法动态连接库的实现与优化 [J]. 上海交通大学学报, 1999, 33 (4): 428-430.
- 9 周文罡, 李厚强, 卢亦娟, 等. Encoding Spatial Context for Large-Scale Partial-Duplicate Web Image Retrieval [J]. 计算机科学技术学报 (英文版), 2014, 29 (5): 837-848.
- 10 苏鹏, 冯志勇, 陈世展. 交互式 Web 服务语义增强 [J]. 计算机科学与探索, 2015, 9 (6): 682-691.
- 11 车敦仁, 周立柱. 软件体系结构, 应用平台及框架仓库技术 [J]. 计算机研究与发展, 1996, 33 (7): 501-506.
- 12 左嵩, 李先锋, 黄黎明. 基于 Orion Rhapsody 的医院信息集成方案 [J]. 中国数字医学, 2017, 12 (6): 91-93.