

领域工程在医疗信息共享中的应用^①

殷俊华¹, 李莹², 李光强³

¹(中南大学 湘雅二医院, 长沙 410011)

²(中国地质大学 信息工程学院, 武汉 430074)

³(中南大学 地球科学与信息物理学院, 长沙 410083)

摘要: 区域医疗信息共享是推进医疗卫生改革、提升医疗卫生服务水平的重要措施, 为了解决医疗机构各应用系统之间信息共享困难的问题, 将领域工程的软件思想引入区域医疗信息共享体系的建设中, 依据面向服务架构的基本要求, 分析了基于面向服务架构的区域医疗信息共享的基本结构, 进而研究了基于领域工程的区域医疗信息共享的软件体系。

关键词: 区域医疗; 领域工程; 面向服务

Application of Domain Engineering to the Regional Medical Information Sharing System

YIN Jun-Hua¹, LI Ying², LI Guang-Qiang³

¹(The Second Hospital, Central South University, Changsha 410011, China)

²(Information Engineering Faculty, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China)

³(School of Geosciences and Info-physics, Central South University, Changsha 410083, China)

Abstract: The regional medical information sharing system is a very important way to promote the medical and health reform and the higher level of medical and health service. In order to solve the issue of sharing the information with each other medical institution, this article integrated the domain-engineering idea into the building of regional medical sharing information system. According to the basic requirement of SOA (Service Oriented Architecture), this article analyses the fundamental structure of regional medial sharing information system based on SOA, and then researches the software architecture of regional medical sharing information system on the basis of domain engineering.

Key words: regional medical; domain engineering; service; oriented architecture

1 绪论

进入新世纪以来, 国家以建设全国疾病预防控制体系和突发公共卫生事业医疗救治体系为重点, 加快公共卫生体系建设, 取得了明显成效。然而, 我国的医疗卫生信息化工作相对落后, 仍然存在许多难以解决的矛盾和问题, 其中区域医疗信息共享体系与其他发达国家相比差距更大。区域医疗信息共享是交换疾病检查数据和诊断结果的崭新的医疗服务模式, 能够实现医疗信息与知识的快捷传递与交换, 可以解决(1)进入新世纪以来, 国家以建设全国疾病预防控制体系和突发公共卫生事业医疗救治体系为重点, 加快公共

卫生体系建设, 取得了明显成效。然而, 我国的医疗卫生信息化工作相对落后, 仍然存在许多难以解决的矛盾和问题, 其中区域医疗信息共享体系与其他发达国家相比差距更大。区域医疗信息共享是交换疾病检查数据和诊断结果的崭新的医疗服务模式, 能够实现医疗信息与知识的快捷传递与交换, 可以解决(1)医疗资源使用不均衡, 甚至有的资源闲置无法利用的窘况; (2)社区医院、乡镇卫生院医疗水平难以提高, 国家梯级医疗的目标难以实现; (3)病人在不同医院反复检查, 资源浪费严重; (4)跨医院就诊使得医生得不到病人连续完整的病历和资料, 医疗质量难以保证, 甚至延误

① 基金项目:湖南省科技基础条件平台建设项目(2010TP1001);中南大学前沿研究计划(2010QYYL005)

收稿时间:2011-07-21;收到修改稿时间:2011-08-19

生命抢救时间；(5)无法开展“大健康、大样本、大协作”的医学研究等诸多难题。

虽然经过多年的探索和发展，我国众多医院已经完成了不同程度的数字化建设，几乎每家医院都建立了各具特色的医院应用系统，医疗管理部门也建立许多医疗管理信息系统，并积累了大量医疗信息资源，然而这些信息系统存在诸多问题：(1)独立分散开发，有的单位采用的软件开发技术相对落后，系统主流架构仍然以 C/S 模式为主，面向服务的技术很少使用；(2)医疗信息的数据结构、存储体系、数据传输等存在差异，医疗机构之间、甚至同一家医院内部不同系统之间缺乏统一的标准；(3)一家医院内部可能存在多家公司提供的多套软件和数据库，医院内部信息集成通常采用点对点接口方式或简单的文件交换方式。这些问题导致区域医疗信息共享困难，阻碍了区域医疗协同服务的发展，严重影响了区域医疗卫生服务的质量。

近年来，为了探求区域医疗信息共享和协同服务的新方法、新模式，我国在一些地区开展了区域医疗信息共享试点项目，虽然取得了一些成绩，但由于“领域工程”、“计算模式”、“海量信息聚合与存储”等关键技术在我国区域医疗信息共享方面的研究和应用还不够深入，很难在更大范围和更深层次上推广和应用。然而，推进区域医疗信息共享必须在不同医疗机构的形色各异的系统之间进行互联互通，也就急需寻找一条快速实现医疗应用系统互联、区域医疗信息共享的解决方案。本文在区域医疗信息共享体系中引入领域工程思想，在理论与工程方法上，探讨基于领域工程的区域化医疗信息共享的技术体系。

2 领域工程与区域医疗信息共享

领域工程的研究开始于 80 年代初期，领域工程的研究和实践与其它软件开发方法的发展过程类似，经过了从结构化方法到面向对象方法的发展历程。随着基于组件开发方法受到越来越多的重视，面向构件的领域工程正逐渐成为研究的热点。领域工程表现为领域内可复用构件的生产活动，再依据特定领域的具体应用需求，使用领域构件快速组装成满足用户需求的软件产品。领域工程的生命周期包括领域分析、领域设计以及领域实现三个主要的阶段：

(1) 领域分析通过对特定领域样本应用的分析，识别这些应用的共性和变化性需求，并对这些需求进行

抽象，形成领域（需求）模型；

(2) 领域设计依据领域模型生产出特定领域中的共性软件体系结构，即特定领域的软件体系结构（Domain Specific Software Architecture，缩写为 DSSA）；

(3) 领域实现则以领域模型和 DSSA 为基础，识别、开发和组织领域中的构件和体系结构等可复用软件制品。

当开发同一领域的新产品时，可以通过对领域模型的定制，形成当前应用的需求规范，通过对 DSSA 的定制，形成当前应用的软件体系结构，并以此为基础选择领域构件进行组装，从而形成新的软件产品^[1-3]。基于领域工程的软件开发过程如图 1 所示。

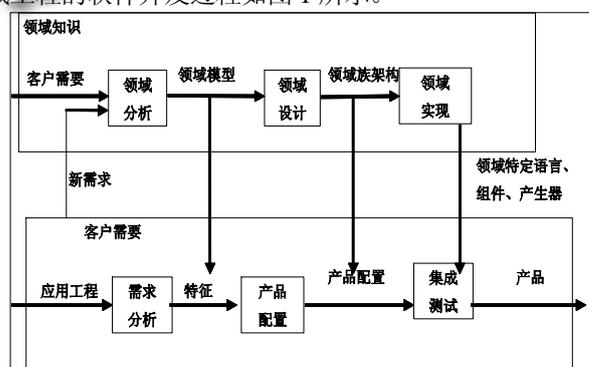


图 1 基于领域工程的软件开发过程

我国在领域工程研究方面，主要集中在领域模型构建、软件构件复用、领域构架重构等方面，理论与方法层面的研究居多^[3-6]。近年来，领域工程开始被用于管理信息系统的软件开发^[7-9]，在医疗信息领域中尚未使用。本文将领域工程用于省级区域医疗信息共享框架的建设中，具有一定的前瞻性，也需要解决以下几个关键问题：

(1) 领域模型方面：①省级资源型医疗机构之间的信息共享在客观上存在“信息壁垒”，获取领域需求较为困难；②省内不同级别、不同规模、不同专科性质、不同体制的医院多达数千家，要完成领域需求分析，需要对有代表性医院的信息化要素进行全面和深入的调查；③省内众多医疗卫生信息系统长期以来积累的各类数据是区域医疗信息共享的重要信息源，而获取和分析现有医疗卫生信息软件产品和业务数据、研究领域内的共性需求和结构是一件极为艰巨的工作。

(2) 领域架构方面：①选择合适的区域医疗信息共享软件体系结构、建立区域医疗信息共享的领域架构

是需要妥善解决的关键问题；②选择合适的开发技术或方法，既要方便继承和保护原有投资，又有利于医院内部集成和医院之间信息共享。

(3) 领域构件方面：①划分区域医疗信息共享领域构件的层次和功能较为困难，制定领域构件的复用规范和标准不能遵循其它领域的现有模式；②由于领域工程很少有一套现成的工具和完整解决方案，建立区域医疗信息共享领域构件的开发和复用需要产生式编程工具，然而并不是所有的产生式编程工具都支持医疗信息共享框架。

3 区域医疗信息共享体系

区域医疗信息共享框架是针对医疗行业的信息共享、交换的集成体系，由于一家医疗机构通常包括医院信息系统 (Hospital Information System, HIS)、电子病历系统 (Electronic Medical Record, EMR)、医学影像存档与通讯系统 (Picture Archiving And Communication Systems, PACS)、放射信息管理系统 (Radioilogy Information System, RIS)、体检管理信息系统 (Physical Examination Information System, PEIS)、临床信息系统(Clinical Information System, CIS)等多套软件，因此区域医疗信息共享框架也是一个以医院异构系统为基础的、以患者为中心的、涵盖病人信息查询、支持医院治疗流程优化及提高社区整体卫生健康水平的信息化综合系统。

当前，区域医疗信息共享框架的解决方案多采用面向服务架构 (Service-Oriented Architecture, SOA) 的开放式框架，以基于服务的功能组件化包装现有异构系统及功能，并采用统一的协议，实现标准化的数据传输，建立医疗机构之间医疗信息的“互认”、“互操作”与“共享”，体系结构如图 2 所示。

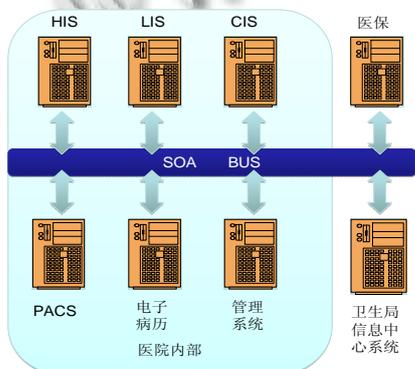


图 2 基于 SOA 的区域医疗信息共享体系

基于 SOA 的区域医疗信息共享体系能够促进医疗卫生服务质量和效率的提高，减少信息集成开支，提高行政管理部门的实时监控与有效决策能力。也就要求框架必须提供无缝集成复杂的异构的医疗卫生信息应用系统的数据访问层，实现对异构系统的封装和数据抽取，再将提取的医疗信息数据采用统一标准转换数据，并封装成标准化的医疗信息服务数据流输送给区域医疗信息服务总线，进而向其它医疗机构提供医疗信息服务。从而，可以避免干预各医疗机构内部的现行系统，很好地保护医院的原有投资，降低异构的医疗卫生信息共享对数据标准化的依赖程度。

在搭建区域医疗信息共享框架时，不仅需要按照 HL7、DICOM 和 IHE 等规范，构建医院 Web Service 开发中间件；还要针对不同规模、不同级别和不同性质的医疗卫生机构具体情况与领域架构的差异，研究区域医疗信息共享领域架构的层次关系及其不同层次架构间的继承模型，从而获取医院内部的信息集成和医院内外交换接口模式，这也是基于领域工程的区域医疗信息共享框架建设的重点工作。

4 基于领域工程的区域医疗信息共享框架

4.1 基于领域工程的区域医疗信息共享研究方法

在建立区域医疗信息共享框架过程中，分析各医疗机构现有异构信息系统的数据通信接口、构建医疗信息数据访问中间件，将是整个项目中最为复杂和繁琐的工作，所以使用领域工程思想研发可复用的领域构件，可以有效减少重复工作，详细的领域工程研究方法与技术路线如图 3 所示。

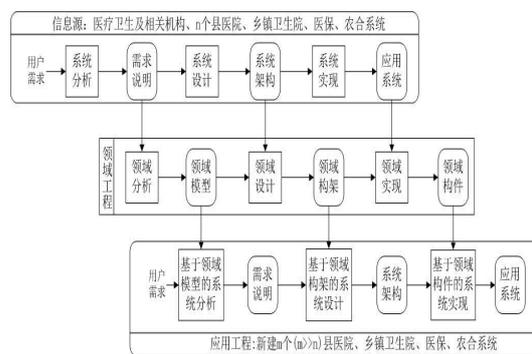


图 3 领域工程技术路线

在分析现有医院信息系统数据接口时，首先要收集各医疗机构的系统结构、运行模式、数据存储结构，

并依据领域构件的层次和功能划分,分析各医疗机构信息系统的共性需求;然后分析医疗信息共享的领域模型需求,制定领域构件的复用规范和标准,设计符合领域需求的医疗信息访问、服务封装和共享的领域构件;再参照领域架构,选择合适的方法对构件进行归类 and 划分,应用面向服务的方法,确定各种构件的层次、接口以及相互之间的关系;最后选择合适的软件开发工具,研发领域构件,充分保证构件的可定制性、可扩展性和易复用性,并能解决在异构医疗信息系统之间的集成和互操作,从而达到领域构件的平台无关性。

4.2 基于领域工程的医疗信息共享结构

领域工程与区域医疗信息共享应用的结合,需要采用特定领域的软件架构对区域医疗信息共享的各个环节进行充分剖析,识别其共同特征和可变特征,形成领域模型,依据领域模型产生出区域医疗信息共享领域共有的体系结构,并以此为基础识别、开发和组织可复用构件。

由于需要共享的医疗信息来源不同医疗机构的不同应用系统,所以在分析共性需求时,使用分层的分析方法,能够使整个系统处于有效的松耦合状态,便于分解领域构件的粒度,从而有效提高领域构件的质量。多层的架构模式能够把领域对象所涉及的操作进行分层,实现有效的解耦,方便利用代码生成技术对每一层生成相应的代码,多层领域构件结构如图 4 所示。

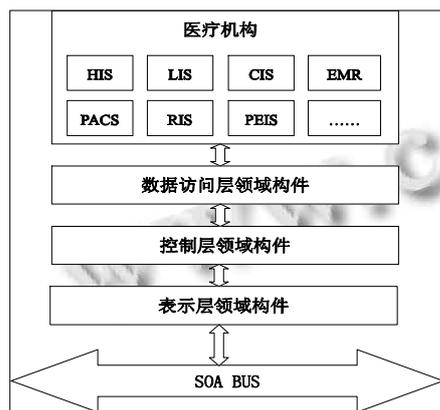


图 4 领域构件层次结构

(1) 数据访问层领域构件 (Data Access Layer Domain Components, DALDC)。DALDC 是在充分理解各医疗机构的应用系统运行模式的基础上,得到的共性需求模型,从而建立的领域构件。例如,在分析各

医疗机构的 HIS 系统时,从中可以发现 HIS 的数据结构的共性、数据存储模式的共性,进而得到数据访问的共性需求,因此就能将数据访问层进一步分解成诸多小粒度的中间件,并组成数据访问层领域构件模型库,当针对一家医疗机构的 HIS 系统构建数据访问模型时,可以从数据访问层领域构件模型库中抽取需要的中间件,并快速组合成该 HIS 的数据访问层。

(2) 控制层领域构件 (Control Layer Domain Components, CLDC)。CLDC 是对 DALDC 抽取的数据进行加工的领域构件,也就是 CLDC 针对 DALDC 抽取的数据,按照区域医疗信息共享规范进行数据封装和转换,生成包括医疗数据和服务元数据的区域医疗服务数据包。

(3) 表示层领域构件 (Presentation Layer Domain Component, PLDC)。PLDC 是对 CLDC 生成的区域医疗服务数据包的再分组与服务协议的封装,并向数据服务总线提交数据分组,从而完成向其它医疗机构提供所需的医疗信息服务。

从以上分析可以看出,利用领域工程思想,分析、归纳区域医疗信息共享系统各层次的共性特征,并通过面向共性特征的领域分析方法,识别出领域的共性特征和变化性特征,从而构建各层领域构件模型库,这是区域医疗信息共享的领域分析中最重要的一个环节。

5 结语

基于 SOA 的区域医疗信息共享框架涉及众多医疗机构的异构、异源应用系统,在干预现行应用系统的前提下,实现各应用系统的互联、互访、互操作是一件繁重的任务。本文探讨基于领域工程的区域医疗信息共享的新方法,为区域医疗信息共享提供了一种新思路、新模式,在区域医疗信息共享分层体系的基础上,可以采用领域工程方法分析不同医疗卫生机构的领域属性和共性特征,能够从数据访问、服务生成、数据表示与传输等多个层次上分别建立区域医疗信息共享的领域构件库,这亦是当前区域医疗信息共享的一条快捷途径。

参考文献

- 1 <http://iknow.seforge.org/sewiki/>.
- 2 <http://baike.baidu.com/view/1945292.htm>.

(下转第 199 页)

是比例系数 k_s 、 k_d 随个体的差异较大。S 判别法认为：对脉搏波最大波峰 A_m 对应的脉搏波进行积分，再除以脉搏周期，得 A_s ，最大波峰 A_m 左边，波动幅度为 A_s 的脉搏波峰值对应的袖带压定为收缩压，最大波峰 A_m 右边，波动幅度为 $(A_m - A_s)$ 的脉搏波峰值对应的袖带压定为舒张压。经验证以上算法在满足 AAMI 测量标准的前提下，均会存在一些误差。

因此我们提出一种改进算法。考虑到个体差异导致特征系数 k_s 、 k_d 难以确定，我们选用 S 判别法。在兼顾 S 判别理论的基础上，加入较易实现的波形特征法——差分比值法。

所谓差分比值法^[7]，就是记录脉搏波峰 $\text{peak}(i)$ 的与其相邻峰值 $\text{peak}(i-1)$ 的相对差值 $rd = [\text{peak}(i) - \text{peak}(i-1)] / \text{peak}(i-1)$ ，选此相对差值最大的点为脉搏波的波形特征点。单纯依靠此波形特征法，易于实现，但它的的一个缺点是在脉搏波峰值很小时，峰值相对误差 rd 会偏大，导致收缩压的判定偏高，舒张压的判定偏低。

因此我们实现将 S 判别理论与差分比值法结合。具体测量方法如下：以收缩压判定算法为例（舒张压判定算法与此类似），按 S 判别法确定收缩压特征峰值后，选特征峰值附近五个峰值，分别计算其与相邻峰值的差分比值，选此比值最大的峰值对应的袖带压为收缩压。具体流程图如下图 4：

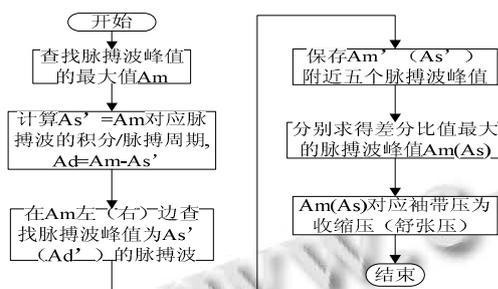


图 4 收缩压舒张压判定流程图

(上接第 157 页)

- 周锦程,王丹,余泉,等.基于领域工程的构件化可扩展管理信息系统.计算机系统应用,2010,19(12):34-38.
- 庄晋林,布辉.基于领域分析的工程项目管理应用框架研究.人民黄河,2010,32(11):1-6.
- 胡阔见,魏长江.基于构件的领域工程实现.计算机工程与科学,2008,30(4):92-94.
- 梁海华,朱淼良.一种用于多 Agent 系统的领域工程方法.计

4 结语

应用以上介绍的形态学滤波的改进算法，在准确提取脉搏波包络的基础上，简化了程序的设计思想，加快了程序执行的速度。

在 S 判别法的基础上，加入差分比值法的设计思想，充分考虑了个体脉搏波的波形特征的差异性，有效的克服了单纯的归一化比例系数法个体适应性差的缺点。

将此算法应用到本实验室设计开发的血压测试仪中，通过血压模拟仪验证，结果显示其较单纯的归一化比例系数法，其准确性及重复性都得到很大提高。对血压的准确测量，具有较大的参考价值。

参考文献

- 全晓丽.心血管动力学参数检测方法的研究.重庆:重庆大学,2006.
- 张建成,新杰.形态滤波在实时信号处理中应用的研究.传感技术学报,2007,20(4):828-831.
- 孙圣和,春晖.一种噪声污染的心电信号形态滤波方法.仪器仪表学报,1998,19(1):76-79.
- 王宏.无创血压测量中若干关键技术问题的研究及仪器设计.天津:天津大学精仪学院,2006.
- 许怀湘,房兴业,许志.采用示波原理间接测量血压方法的进展.航天医学与医学工程,2000,13(3):231-234.
- Sapinski. Standard algorithm for blood pressure measurement by sphygmo-oscillographic method. Medical and Biological Engineering and Computing, 1996:82-83.
- 全晓莉,何为,张维维.利用示波法原理测量血压的一种新方法.航天医学与医学工程,2006,19(1):71-73.

算机工程,2008,34(11):64-68.

- 邹津,赵晓峰,梁婷婷,等.基于领域工程的特种作战指挥系统建模研究.无线电工程,2009,39(10):5-7.
- 宋旭东,杨莉国.基于领域工程的应急决策支持系统.大连交通大学学报,2009,30(5):82-84.
- 宋旭东,杨莉国.基于领域工程的社区信息化系统构件开发方法研究.计算机工程与设计,2009,30(8):1938-1940.