

基于历史结果的实验室智能稀释系统开发

邓琅辉 张式鸿 刘 敏

(中山大学附属第一医院检验医学部 广州 510080)

〔摘要〕 以中山大学附属第一医院自身数据为基础,就开发基于患者历史结果的实验室智能稀释系统提出解决方案,介绍系统实现及部署架构,对其应用效果进行分析,指出该系统的使用能够降低人工干预程度,提高临床实验室效率。

〔关键词〕 实验室信息系统;人工智能;稀释;解决方案

〔中图分类号〕 R-056 〔文献标识码〕 A 〔DOI〕 10.3969/j.issn.1673-6036.2015.12.008

Development of a Laboratory Intelligent Dilution System Based on Historical Results DENG Lang-hui, ZHANG Shi-hong, LIU Min, Department of Laboratory Medicine, The First Affiliated Hospital of SUN Yat-sen University, Guangzhou 510080, China

〔Abstract〕 Based on data of the First Affiliated Hospital, Sun Yat-sen University, the paper proposes a solution on the development of a laboratory intelligent dilution system based on patients' historical results, introduces the system realization and deployment architecture, analyzes its application effects and points out that the use of this system can reduce the degree of manual intervention and improve the efficiency of clinical laboratories.

〔Keywords〕 Laboratory Information System (LIS); Artificial intelligence; Dilution; Solution

1 引言

实验室信息系统 (Laboratory Information System, LIS) 是临床实验室运作的重要部分。随着标本量的上升及大规模分析技术的出现,临床实验室提供信息的复杂性与日俱增。这种趋势使得实验室对 LIS 的需求不断增加,对 LIS 的依赖程度不断增强。因此开发人工智能或专家系统,将是 LIS 今后发展的趋势^[1-2]。临床实验室日常分析中经常会遇到由于样品检测值过高而超出检测项线性范围的情况,因样品的检测值不可预知,临床实验室要等待样品上机分析后才能获知样品是否超出检测项线性

范围,继而进行人工稀释或仪器自动稀释(要看仪器是否支持该功能)后重新检测,既增加了样品的检测时间,影响诊疗过程,又增加了实验室工作量,导致成本上升。样品的检测值虽然无法预知,但通过分析该项目的历史结果,可以推测其结果的大致范围。LIS 通过对结果的智能推测,对可能出现超出检测项线性范围的样品预先进行干预,理论上可减少样品稀释重做的情况,从而提高临床实验室的效率。本文以中山大学附属第一医院自身数据为基础,针对开发基于患者结果的智能稀释系统提出解决方案。

2 需求及可行性分析

2.1 需求

〔修回日期〕 2015-10-23

〔作者简介〕 邓琅辉,初级职称,发表论文2篇。

回顾中山大学附属第一医院 LIS 2014 年度的仪

器传输数据,前 10 种需要稀释,但由于各种原因造成漏稀释的测试数共 5 462 项,其中可根据患者历史结果智能稀释的测试数为 2 271 项,占比 41.6%。特别是雌二醇(可智能稀释/需稀释为 838/1 147, 73.1%)及孕酮(233/323, 72.8%)。若由仪器直接分析,不但浪费试剂,而且影响结果发布时间;若先经人工检索历史结果,再人工干预稀释上机,既费时又费力。故有必要开发智能稀释系统。

2.2 可行性

开发智能稀释系统必须同时满足以下基本条件:(1)对数据源的要求:有可供查询的历史结果数据源。(2)对仪器的要求:仪器工作站的接口模式可赋予程序读写权限,且允许写入稀释参数。中山大学附属第一医院现有 LIS 已使用多年,能满足上述对数据源的要求;LIS 与仪器工作站的接口模式为双向传输,接口程序可与仪器操作软件交互和调用^[3],且仪器允许写入稀释参数,满足上述对仪器的要求。故开发智能稀释系统可行。

3 实现及部署架构

3.1 智能稀释系统嵌入 LIS

智能稀释系统嵌入 LIS,见图 1。具体步骤如下:(1)当样品送达并经实验室人员确认后,LIS 会载入当前样品的所有任务,判断是否含有需稀释的任务。(2)如存在此类任务,LIS 将当前样品相关信息提交给智能稀释系统。(3)根据 LIS 提交的信息,智能稀释系统返回任务相应的稀释参数。(4)LIS 找到任务所对应的仪器,经由接口程序将任务及其稀释参数下达到对应仪器的工作站。(5)工作站将任务及参数经过转换,传达给仪器。(6)仪器按任务要求进行分析,将测试结果传送给工作站。(7)仪器工作站将测试结果由接口程序发回 LIS。

3.2 智能稀释系统内部构成

如前所述,LIS 枚举当前样品的所有任务,当存在需稀释的任务时,则交由智能稀释系统处理,其内部构成,见图 2。

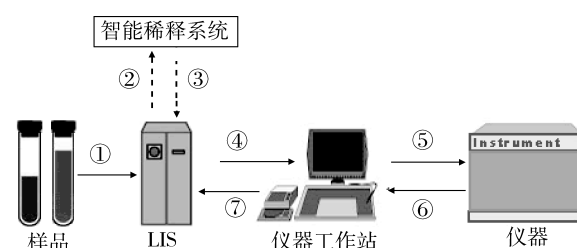


图 1 智能稀释系统嵌入 LIS

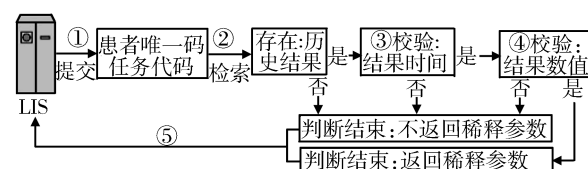


图 2 智能稀释系统内部构成

以项目雌二醇(Estradiol, E2)为例:(1)当样品存在任务 E2 时,LIS 将当前样品的“患者唯一码”(如患者编号、身份证号、诊疗卡号等)及“任务代码”(E2)提交给智能稀释系统。(2)根据 LIS 提交的信息,检索数据源。(3)若检索到该样品存在 E2 的历史结果,则将该历史结果的发布时间与当前时间比较,小于 4 天(基于对本院 2014 年度仪器传输数据的分析,有效率为 89.2%)视为校验通过。(4)综合考虑 E2 检测的线性范围及本院数据,进一步对比该历史结果的数值,大于 500 pg/mL 视为校验通过。(5)判断结束,返回(或不返回)稀释参数。据当前样品枚举的任务数,重复上述逻辑,其中步骤(3)及步骤(4)的校验数值因任务而异。

3.3 部署架构

综合考虑医院 LIS 及其他系统交互的复杂性,参考相关文献或资料^[4-9],决定采用客户端/服务器模式(Client/Server, C/S)与浏览器/服务器模式(Browser/Server, B/S)相互嵌套的 3 层架构模式(3-Tier)。由浏览器(Browser)及其载体承担 C/S 结构中客户端(Client)的部分任务,见图 3。

数据服务器主要为客户端应用提供服务,包括查询、更新、事务管理、索引、高速缓存、查询优化、安全及多用户存取控制等。Web 服务器主要为

客户端应用提供高级逻辑服务，如大量的数据交换、文件读写及可能会存在带宽瓶颈等。客户端应用及仪器工作站应用根据业务需求连接数据服务器或 Web 服务器。本文将“智能稀释”模块放置于 Web 服务器层，主要从效率最优化及开发便利性方面考虑。相互嵌套的 3 层架构模式，其最大的目的是实现高内聚、低耦合，使系统具有更好的维护性和扩展性，可以更高效地完成系统的维护开发，持续地支持业务的发展。

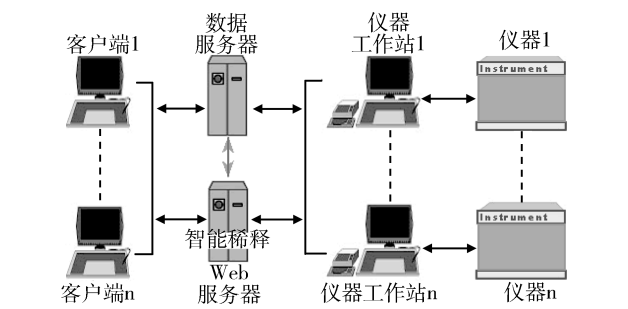


图 3 部署架构

4 应用效果分析

4.1 概述

应用智能稀释系统前，因需人工检索样品的历史结果，再按需进行人工干预、稀释上样，效率极低；加之临床实验室日常工作任务繁重，不检索直接上机分析的情况普遍存在，对试剂造成巨大浪费。智能稀释系统嵌入 LIS 后，每份目标样品都经系统分析、判断及智能稀释，在保证效率的基础上，最大程度地减少了非必要的试剂浪费。

4.2 数据对比

以中山大学附属第一医院 2015 年 1 月份数据为例，项目雌二醇（E2）本月调用智能稀释系统 3 638 项次，通过预设的不同稀释阈值，返回稀释参数，具体见表 1。

表 1 雌二醇（E2）不同稀释阈值比较

稀释阈值 (pg/mL)	返回稀释参数 (项次)	判断成功 (项次)	判断失败 (项次)	漏稀释 (项次)	灵敏度 (%)	特异性 (%)	复查数 (项次)
> 800	570	559	11	203	73.4	99.6	214
> 700	621	599	22	163	78.6	99.2	185
> 600	678	634	44	128	83.2	98.5	172
> 500	741	673	68	89	88.3	97.6	157
> 400	808	706	102	56	92.7	96.5	158
> 300	909	734	175	28	96.3	93.9	203
> 200	1 061	756	305	6	99.2	89.4	311

判断成功的定义为：小于 4 天的前次结果值大于稀释阈值，且当次结果检测值大于项目的检测上限，代表真阳性。判断失败的定义为：小于 4 天的前次结果值大于稀释阈值，但当次结果检测值在项目的检测线性范围内，代表假阳性。漏稀释的定义为：小于 4 天的前次结果值小于稀释阈值，但当次结果检测值大于项目的检测上限，代表假阴性。灵敏度 = 真阳性 / （真阳性 + 假阴性），特异性 = 真阴性 / （真阴性 + 假阳性）。复查数 = 判断失败 + 漏稀释，代表需人工干预稀释的项目数。综合考虑，稀释阈值大于 500 pg/mL 的应用效果最理想，其复查

数最少，人工干预的程度最低，能最大程度提高临床实验室的效率。

5 结语

本文以中山大学附属第一医院自身数据为基础，顺应 LIS 发展的要求^[10-11]，经分析、比对、设计及完善，提出了智能稀释系统的解决方案，该方案是对 LIS 实现人工智能、专家系统等先进信息技术的一次探索，望籍此完善 LIS 的功能，优化效率。由该院 2015 年 1 月雌二醇（E2）数据可见，引入智能稀释

系统后,本需人工干预稀释的项次由理论上的 830 次骤减到 157 次。开发基于患者历史结果的智能稀释系统,能从本质上提高临床实验室的运行效率,减少不必要的试剂浪费,缩短患者报告整体的发布时间。

智能稀释系统基于 LIS,本质上是 LIS 的一个模块。随着 LIS 模块化程度的增强,各类子模块的嵌入越发灵活,但其是否需要开发、能否开发、该如何开发受相应数据源、LIS 及仪器功能的制约。通过回顾分析 2014 年中山大学附属第一医院的仪器传输数据,发现部分项目检测频率高、稀释概率大、检测值趋势稳定,由此构思了智能稀释系统的开发思路,有一定的偶然性。另外,本文引入智能稀释系统所涉及的参数及带来效率的提升,不同 LIS 在开发应用时效果可能并不一致,因此,不同实验室、不同 LIS 数据源应结合自身情况综合分析。

参考文献

- 1 费阳,王薇,王治国. 临床实验室信息系统的基本要求[J]. 中国医院管理, 2014, 34 (12): 36-38.

- 2 方媛. 智慧医疗应用探索[J]. 医学信息学杂志, 2014, 35 (12): 2-7.
- 3 唐国圣,金丽琼. LIMS 仪器接口在实验室自动化管理中的应用[J]. 现代科学仪器, 2007, (2): 125-127.
- 4 Richter J. 框架设计[M]. 北京:清华大学出版社, 2006.
- 5 罗超理. 管理信息系统原理与应用[M]. 北京:清华大学出版社, 2002.
- 6 栾瑞,王春鹤,任慧,等. 基于 B/S 构架医疗新技术管理系统的研发[J]. 中国医院管理, 2013, 33 (2): 72-73.
- 7 陈志刚,刘安丰,熊策,等. 一种有效负载均衡的网格 Web 服务体系结构模型[J]. 计算机学报, 2005, 28 (4): 458-466.
- 8 李伟,徐志伟,卜冠英,等. 网格环境下一种有效的资源查找方法[J]. 计算机学报, 2003, 26 (11): 1546-1549.
- 9 宋磊. 医院信息化建设中的网络架构规划与设计[J]. 医学信息学杂志, 2014, 35 (11): 17-21.
- 10 杨海鹰,沈彤,陆婉珍. 从 LIMS 到 Lims Solution[J]. 现代科学仪器, 2002, (2): 4-6.
- 11 马丽果,牟德海,申茜,等. 综合实验室成功实施 LIMS 的关键——量身定制[J]. 现代科学仪器, 2011, (6): 154-156.

2016 年《医学信息学杂志》编辑出版重点选题计划

2016 年本刊将继续以“学术性、前瞻性、实践性”为特色,及时追踪并深入报道国内外医学信息学领域前沿热点,反映学科研究动态,展示学科应用成果,引领学科发展方向。现对 2016 年度编辑出版重点选题策划如下:

一、医药卫生体制改革与医药卫生信息化

1 “十三五”卫生信息化建设的创新与发展; 2 医药卫生信息规划与发展战略; 3 区域卫生、公共卫生、基层卫生信息化建设; 4 各级医疗健康信息平台建设; 5 医疗卫生信息相关标准研发、应用和落地; 6 医疗卫生信息化相关安全隐私保护和法律法规; 7 国外医药卫生信息化建设最新技术、成功经验。

二、医学信息技术

1 基于健康大数据的科学决策与监管; 2 医学大数据与精准医疗; 3 “互联网+”医疗; 4 移动医疗、远程医疗服务与健康管理; 5 物联网、智慧医疗技术与实现; 5 各类医学信息系统信息互通与操作衔接; 6 医学机构知识库构建技术与方法。

三、医学信息研究

1 医学信息学理论及方法研究; 2 医学科技创新体系和发展战略; 3 医学科技监测与舆情监测; 4 医药卫生信息分析评价; 5 生物医学数据挖掘与利用、知识发现技术与实现。

四、医学信息组织与利用

1 医学数字图书馆发展趋势与标准建设; 2 泛在化医学知识服务与决策咨询服务; 3 医学知识组织的关键技术与发展方向; 4 医学信息交互及存取; 5 医学图书馆区域合作及资源共享模式研究。

五、医学信息教育

1 医学信息专科、本科、研究生教育及继续教育体制改革与模式创新; 2 医学信息素养及职业岗位的培养与教育; 3 医学信息课程改革与实践; 4 国外医学信息学教育的先进经验借鉴。

(《医学信息学杂志》编辑部)