

基于 Agent 技术的医疗信息整合研究

张春飞¹, 郑山红², 李万龙²

(1. 吉林大学, 吉林 长春 130062;

2. 长春工业大学, 吉林 长春 130012)

摘要: 医疗信息整合(integrating the healthcare enterprise, IHE)一直以来都是医院数字化发展进程中最重要的问题。本研究的目的在于消除由于医疗信息设备的异构性和软件系统采用数据标准的差异性而造成的信息孤岛现象,从而实现医疗信息的互通和共享。在介绍了 IHE 的发展现状及 Agent 技术之后,采用 Agent 理论及 XML 技术,给出了一个基于 Agent 技术的医疗信息整合系统框架,并就其关键技术转换 Agent 的设计及不同格式的医疗信息数据到 HL7 格式的转换方法作了进一步的研究。

关键词: 医疗信息整合;多 Agent;人工智能;ACL

中图分类号: TP311

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2009)10-0250-04

Research on Integration of Healthcare Enterprise Based on Agent Technology

ZHANG Chun-fei¹, ZHENG Shan-hong², LI Wan-long²

(1. Jilin University, Changchun 130062, China;

2. Changchun University of Technology, Changchun 130012, China)

Abstract: Integrating the healthcare enterprise (IHE) has been always the most important issue for the development of digital hospital. The purpose of this study lies in the elimination of the phenomenon of information isolated island because of the heterogeneity of medical equipment and different data standards of software systems, and then implements the exchange and sharing of medical information. In this paper, the development status of IHE and the technology of Agent are introduced. Using the theory of Agent and XML technology, a framework of integrating the healthcare enterprise based on Agent technology is presented. At last, it also offered some advanced research of the key technology that is the design about transform Agent and the method of transforming different formal data to HL7.

Key words: integrating the healthcare enterprise; multi-agent; AI; agent communication language

0 引言

医疗信息整合又称医疗企业整合,始于1997年,由RSNA(Radiology Society of North America)和HIMSS(Healthcare Information Management System Society)联合发起,旨在促进影像和信息系统更高水平协同工作能力^[1]。它是医学专家、信息技术专家为增强计算机系统在医疗保健信息共享上的有效利用所提出并倡导的新规范,以促进已有的通信标准如DICOM(Digital imaging and communication in medicine)和HL7(Health level seven)在临床护理治疗中的协同使用^[2]。

IHE的发展大致经历了三个阶段^[3]:在第一阶段,IHE定义了一些基本的功能系统结构来集成放射科设备和医院信息系统(HIS)。通过确定关键交互流程,形成了一个更完整的集成框架。第二阶段主要在于进一步扩展放射科的集成,包括影像的可取性、病人信息的调整、图像显示的一致性和组过程。同时还定义了良好的机制来访问放射和非放射的信息,向跨科室的信息共享迈出了第一步。第三阶段进一步充实了第二阶段的工作,使得市场更进一步了解IHE并给厂商更多的时间来实现IHE的目标。至此,IHE已经成为一个现实的可以使用的规范。

近年来,随着人工智能的不断发展完善,尤其是Agent技术不断应用于各个领域,从而使得各种系统的智能化水平有了很大的提高,但就医疗信息整合领域来说,由于其机构的特殊性,主要是各个系统的异构

收稿日期:2009-02-03;修回日期:2009-05-19

基金项目:吉林省教育科技项目(吉教科合字[2006]第75号)

作者简介:张春飞(1979-),男,讲师,硕士,研究方向为人工智能与软件工程;李万龙,教授,博士,硕士研究生导师,研究方向为软件系统与智能系统。

性及各种数据库信息格式的差异性,导致了 Agent 技术在该领域的研究尚处于探索阶段。针对医疗信息整合的特殊性要求,结合智能 Agent 的各种特性,给出了以下的基于 Agent 技术的医疗信息整合系统框架。

1 Agent 的相关理论

1.1 Agent 的定义

Agent 技术的诞生和发展是人工智能和网络技术相结合的产物。从而 20 世纪 60 年代起,传统的人工智能技术开始致力于对知识表达、智能推理、机器学习等领域的研究,这些研究成果在计算机软件中的应用使得软件有了一定程序上的主动性,并在自主判断和行为选择上有了一定程度的智能性。Agent 最先由美国麻省理工大学研制,截止目前,广大专家学者对 Agent 的定义还没有达成共识^[4]。

Wooldridge 和 Jennings 在 1995 年提出了目前比较权威的、获得了普遍认同的定义,它包括两个子定义^[5]:

定义 1(弱定义):Agent 是一个基于软件(在较多的情况下)或硬件的计算机系统,它拥有自治性、反应性、社会性和能动性等特性。

定义 2(强定义):Agent 在弱定义的特性基础上,还要包括情感人类的特性,如知识、信念、义务、意图等。

1.2 Agent 的内核结构

Agent 的内核结构如图 1 所示。

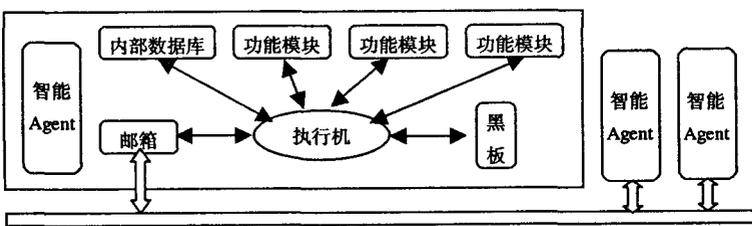


图 1 智能 Agent 内核结构

每个 Agent 由一个通用的 Agent 内核和许多功能模块构成,Agent 内核由内部数据库、邮箱、黑板、执行机等几部分组成。各个功能模块都是相对独立的实体,由执行机启动后完全并行地执行,并能通过黑板协调工作,感知、行动、反应、建模、规划、通信、决策生成等都以功能模块的形式加入 Agent 中,它们可以使用不同的编程语言、数据结构,只要支持同样的黑板格式即可^[6]。

2 基于 Agent 的医疗信息系统整合框架

在充分研究了传统医疗信息系统诸多弊端基础上,结合 IHE 的发展现状,提出了这样一种信息整合方案,即在医院原有系统的基础上通过加入多个相互协作的 Agent,来实现医疗信息的有机整合。这样既避免了由于不同系统数据信息格式的不一致所造成的信息不能共享的现象,同时又大大增强了各医疗单位的运作效率。结合 Agent 的智能性,给出如图 2 所示的基于 Agent 的医疗信息整合框架。

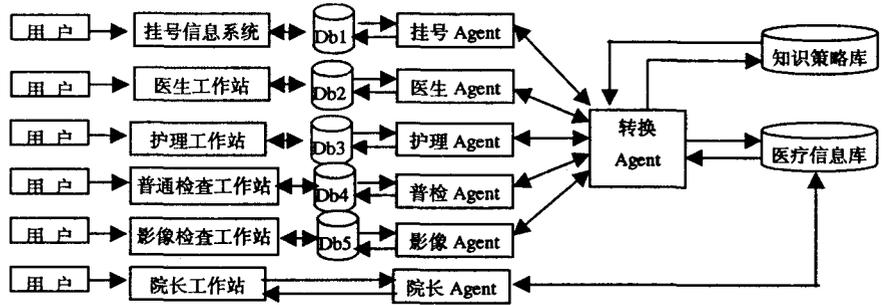


图 2 基于 Agent 的医疗信息整合系统框架

从图中可以看出,在原有的每一个医疗信息系统中都加入了一个软件 Agent,当不同的用户以各自身份登录系统时,各个系统对应的 Agent 便自动生成一个相应的对象模型,来完成相关医疗信息的采集和数据类型的转换。以下给出当一个医生登录该系统后,所产生的一系列工作流程。

Step 1: 识别用户。医生通过医生工作站登录系统后,医生 Agent 根据该医生的唯一编号自动生成一个与该医生相关的医生 Agent 模型。

Step 2: 医生 Agent 模型通过 ACL 语言,发出搜索病人相关信息的请求。

Step 3: 各 HIS 系统的 Agent 在侦听到该请求后,通过病人的 ID 号,在各自的数据库中提取相关的信息,如挂号系统 Agent 取到的是病人的自然情况,影像工作系统 Agent 取到的是病人的影像检查资料等。

Step 4: 各子系统的 Agent 与转换 Agent 进行交互,将各自取到的信息通过网络进行传输,如果没有搜索到相关信息,则什么也不传送。

Step 5: 转换 Agent 启动内部的转换机制,通过对各种信息格式的识别和对知识规则集的查询,完成所接收到信息的整合,即统一转化成基于 HL7 标准的 XML 字符串信息,并将其存储在医疗信息库中。

Step 6: 转换 Agent 通过 ACL 语言与医生 Agent 模型进行通信,将整合后的 XML 信息再转换成该医生工作系统所能识别的数据格式,供医生使用,至此一次

信息整合过程结束。

其他用户以各自身份登录系统后,其工作流程与上述基本相似,在此不作论述。系统中 Agent 间的通信语言(agent communication language, ACL)采用 KQML 语言^[7]。它是一个基于消息的通信语言和信息交换协议,它支持 Agent 的高层通信,能有效地在多 Agent 间共享知识。

另外,当与病人相关的医疗信息需要在医院之间相互传输时,如病人需要转诊时,构建了如图 3 所示的连接模型,通过转换 Agent 就可以将不同医院的不同 HIS 产生的医疗信息数据按照 HL7 标准格式化后再统一传送。首先,医院甲把需要传送的信息通过转换 Agent 转换成基于 HL7 标准的 XML 信息,然后通过互联网传送,当医院乙收到这些信息以后,再通过相应的转换 Agent 将其转化成本医院内部 HIS 所能识别的数据类型,提供给相应的工作站。这样就从根本上解决了上面提到的“信息孤岛”问题,避免了医护人员的一些重复性工作,实现了资源的共享和有效利用。



图 3 医院之间的信息连接模型

3 关键技术研究

3.1 转换 Agent 的结构

依据上述对于医疗信息整合框架的研究,不难发现,转换 Agent 的定义是整个医疗信息整合的关键所在。以下给出转换 Agent 的结构如图 4 所示。其中包括了 DB<->XML 转换工具、DICOM 接口、转储工具、知识规则集、推理机及基于 XML 的数据整合体。

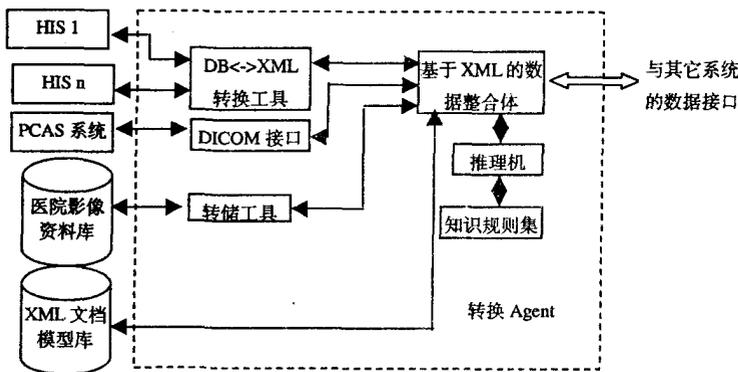


图 4 转换 Agent 的结构

下面就转换 Agent 的主要部分组成及工作原理说明:

(1)DB<->XML 转换工具的设计:根据医疗信

息数据双向存储机制,设计 DB<->XML 双向转换工具,通过 XML→DB 转换完成从整合后的基于 HL7 的 XML 信息到各 HIS 子系统数据库的转换;而通过 DB→XML 转换则完成从各 HIS 系统数据库的数据到整合后的医疗信息数据库的转换。

(2)DICOM 接口的作用主要是针对各种 PCAS 系统产生的影像资料按照 DICOM 的标准进行格式转换,从而将转换后的信息提供给基于 XML 的数据整合体,DICOM 标准主要针对的是医学影像领域的信息。

(3)转储工具的作用是实现存储在各种不同地点以及各种不同存储形式的影像资料的转储,包括将各种图像格式统一转换成统一标准的二进制位图信息等。

(4)知识规则集是整个转换 Agent 的智能库,它里面存储了整合过程中用到的各种知识,以知识树的形式进行存放,包括对各种医疗信息系统数据的识别、转换以后的格式等等,主要供推理机进行实时的查询。

(5)基于 XML 的数据整合体是转换 Agent 的核心部分,它通过对知识规则集和 XML 文档、模型库的查询,实现对各接口提供的信息的双向转换,主要机制是通过对 DTD 及 XSL 文件的解析来实现的。一方面将各个接口工具所提供的需要进行整合的信息按照 DTD 模板库的要求进行整合,生成基于 HL7 标准的 XML 信息,另一方面则将 XML 信息转换成各 HIS 子系统所能识别的数据库信息。

3.2 将数据转换为 HL7 格式的实现

将数据转换为 HL7 格式部分,主要功能为将各医疗信息子系统产生的数据进行转换,使之成为符合 HL7 标准的 XML 文档数据格式^[8]。当某项医疗活动结束后,系统便可将这些信息存入医疗信息整合数据库中。因为医疗信息整合数据库中数据的存储格式使用的是 HL7/XML 的格式进行存储,所以,在存储这些数据前,需要将该部分的数据转换成 HL7/XML 的格式,这样经过统一格式后的数据将被存储于医疗信息整合数据库中。其过程如图 5 所示。

将数据转换为 HL7 格式服务,这里使用了 XML DOM 进行处理 XML 文档,在这个过程中主要是往初始化后的 DOM 树中添加元素节点,从而生成新的 DOM 树,也就是生成新的 HL7/XML 文档,其转化过程描述如下:

(1)从数据库中读取要进行处理的数据,或者读取

医疗信息子系统直接产生的数据。



图5 接收数据并存入医疗信息整合数据库

(2)通过建立 DOM 对象,新建一棵 DOM 空树,这棵空树是要产生的 XML DOM 树的初始化形态。

(3)根据 HL7/XML 的元数据定义,将使用者输入的数据和元数据对应,使其完全符合 HL7/XML 标准,将不同含义的数据加上不同的标签,这样就可以生成新的 XML DOM 节点,这一个节点也就是所建立的医疗信息整合后的一个最小数据单元。

(4)将新建立的 XML DOM 节点插入到第 2 步所建立的树中去。

(5)重复(2)、(3)、(4)的过程,直到所有数据被插入到 DOM 树中。至此,已经在内存中建立起来一个医疗信息整合的 DOM 树,最后将这棵树输出,保存进医疗信息整合数据库中。

4 结束语

医疗信息化建设是目前医疗卫生行业发展的一个总趋势,而医疗信息的有机整合又是其中最核心的部分,只有这样才能真正消除原有医院之间及各医院内部各医疗系统间信息的相对封闭性及传输滞后的状

态,实现信息的高度共享,最终服务于医患人员。

借助于智能 Agent 技术,并将其应用到医疗信息系统中是一种全新的尝试,相信也会为今后医疗卫生行业的信息化建设提供一种新的思路。

参考文献:

- [1] 姚伟华,朱旭阳. 医疗信息整合研究概述[J]. 第一军医大学学报, 2003,23(12):1334-1336.
- [2] 陆波,李伟鹏. 基于 HL7 Engine 的医疗信息网络整合方案[J]. 医疗卫生装备, 2005,26(2):34-37.
- [3] America National Standards Institute. Health Level Seven Version 3[S]. Michigan:Health Level Seven Inc,2003.
- [4] 刘毅,张月琳. 基于 Agent 的邮件过滤与个性化分类系统设计[J]. 计算机技术与发展,2009,19(2):66-67.
- [5] 何炎祥,陈萃萌. Agent 和多 Agent 系统的设计与应用[M]. 武汉:武汉大学出版社,2001.
- [6] 张春飞,李万龙. 基于多 Agent 的智能教学系统模型[J]. 河北科技大学学报,2008(1):48-52.
- [7] Hoffmeyer J A, Vogler L E, Mastrangelo J F, et al. A new HF channel model and its implementation in a real-time simulator[C] // Proc. IEEE Fifth International Conference on HF Radio Systems and Techniques. Edinburgh, UK: [s. n.], 1991:173-177.
- [8] 张文君,胡淑涛,张磊. 基于 XML 的医疗机构信息交换系统[J]. 上海大学学报:自然科学版, 2006,12(4):419-422.

(上接第 249 页)

```
Placeholder1.Controls.Clear();
```

```
Placeholder1.Controls.Add(new LiteralControl(strImageTag));
```

(7) 输出结果。

结果如图 3 所示。可以看到库容与水位、泄量的关系,以便于决策层分析和制定具体的应对方案。

根据用户的实际需求,通过更改 OWC 组件相关类里面的方法和属性,就可以输出不同类型的统计图表,例如柱状图、饼状图等等。

3 结束语

通过调用组件 OWC 可以根据用户的实际需要输出不同类型的图形,灵活多变,执行效率高,大大提高了开发效率,避免了直接输出动态图表到客户端时有可能带来的一系列问题,克服了由于 .NET Framework SDK 中没有提供制作数据图表的相关类而使得在 Web 环境下绘制各种动态统计图、趋势图复杂、麻烦的缺点,增强了系统的统计功能,有利于快速集成和开发。

参考文献:

- [1] 张成才,田文文,崔雅博. TeeChart 控件实现河南省航运水资源量动态统计图[J]. 计算机技术与发展,2009,19(2):224-226.
- [2] Microsoft. OWCVBAl1.chm[M]. 美国:微软公司,2002.
- [3] Stearns D. Microsoft Office 2000 Web Components 编程技术内幕[M]. 希望图书创作室译. 北京:北京希望电子出版社,2000.
- [4] 金栋林. OWC 图表组件及其在 WEB 环境中的开发应用[J]. 沈阳航空工业学院学报,2006,23(4):58-59.
- [5] 刘焯,季石磊. C# 编程及应用程序开发教程[M]. 北京:清华大学出版社,2007.
- [6] 朱冠宇,熊伟. 基于 ASP.NET 的图像动态显示技术[J]. 微机发展(现更名:计算机技术与发展),2004,14(7):49-51.
- [7] 倪峥. 利用 GDI+ 和 ASP.NET 实现 Web 图形的动态生成[J]. 信息技术,2005(11):81-83.
- [8] Smacchina P. Practical .NET2 and C#2[M]. 北京:人民邮电出版社,2008.