

# workflow自动化机制在数字医院系统中的应用

杨延双, 张 晶, 杨 武, 张 艺

(北京工业大学 计算机学院, 北京 100022)

**摘 要:** 为了推进医院的数字化进程, 实现医院诊疗流程的数字化, 对当今医院的信息化现状进行了分析, 充分利用 J2EE 体系架构的优势, 结合医院诊疗流程的实际情况, 详细分析、设计了适合医院诊疗流程的工作流管理系统. 引入 workflow 自动化机制, 可以降低原有医院部门科室之间固定的耦合关系, 整合各个业务系统的功能模块, 构建数字医院系统, 实现医院诊疗流程的动态定制和快速二次开发, 使医院的诊疗流程规范化、科学化和系统化.

**关键词:** 数字医院; 工作流管理系统; 工作流引擎; J2EE

**中图分类号:** TP 393.09

**文献标识码:** A

**文章编号:** 0254-0037(2006)09-0847-06

近些年来, 我国的医疗卫生建设在技术和设备上有了很大提高, 医疗技术并不落后于当今的发达国家, 在某些领域甚至走在了世界前列, 但管理水平与国外发达国家相比则有一定的差距. 使用陈旧的管理方法与体制, 造成了医疗单位的管理混乱、效率低下等诸多弊病. 随着信息技术的不断发展, 先进的 IT 技术被充分应用于医疗保健行业. 20 世纪 90 年代, 特别是近 5 年, 信息技术在我国医院的发展较为迅速, 医院信息系统已从自主开发发展到产业化应用; 从简单的几个模块应用发展到全面展开, 逐步发展成为医院现代化管理的重要组成部分. 作者将 workflow 自动化机制引入医院中病人看病的诊疗流程, 构建了数字医院系统, 实现了诊疗流程的动态定制和快速开发, 使医院诊疗流程更加规范化、科学化和系统化. 基于 workflow 自动化概念建立的工作流系统, 可以对业务过程中各活动发生的前后次序及同活动相关的信息资源进行调度, 从而实现业务过程的自动化.

## 1 数字医院系统概述

根据医院内部诊疗流程的具体功能需求, 本数字医院系统主要分为 5 个功能模块.

1) 挂号子系统: 负责建立和维护病人的主索引信息, 分配病人的 ID 号, 为病人建立就诊卡, 对门诊病人进行挂号处理, 分配病人至相应科室的队列中, 为门诊病人的后续活动以及门诊工作量统计提供信息.

2) 专家子系统: 根据病人挂号情况门诊自动叫号, 完成病历基本指标的填写, 病情、病史的记载, 医嘱开立和实施及相关辅助功能, 自动生成处方, 实现医生病历收发和医嘱作业的数字化.

3) 收费子系统: 根据医生开设的处方获取患者诊疗信息, 包括患者姓名、病历号, 医疗类别, 临床诊断, 医生编号, 开处方科室名称, 药品/诊疗项目名称、数量等, 实现划价、找零、打印报销凭证等功能.

4) 药房子系统: 获取患者收费信息, 完成门诊病人的取药以及药品的请领、入库、退库、报损等工作, 同时对药品的出入药房情况提供有针对性的查询和统计功能.

5) 系统配置子系统: 主要提供医院的组织结构、用户、安全级别的设置, 工作流程、角色的分配, 工作流监控管理等功能.

以上几个子系统体现了医院诊疗流程的典型过程. 在数字医院系统中各个功能子系统之间, 由工作流系统作为内部流程流转的核心, 进行诊疗流程的任务分配和流程流转.

收稿日期: 2005-10-14.

作者简介: 杨延双(1952-), 女, 贵州三穗人, 副教授.

## 2 workflow概述

根据 workflow 管理联盟的定义<sup>[1]</sup>, workflow 就是一类能完全或者部分自动执行的经营过程,它根据一系列过程规则、文档、信息或任务能在不同的执行者之间进行传递与执行. 简单地说, workflow 就是一系列相互衔接、自动进行的业务活动或任务. 运用 workflow 思想可以有效减少工作时间,原来必须由许多人工完成的工作,可以由 workflow 系统自动或部分自动执行. 这样,不但提高了工作效率,而且把人们从繁重的重复劳动中解放出来,可以使人力资源得到更好的利用,从而降低了成本,为企业在竞争中保持优势提供了有力保障.

workflow 是业务过程的计算模型,即将相应的业务逻辑和业务规则在计算机中以恰当的模式进行表示,并对其实施计算<sup>[2]</sup>. 具体的 workflow 过程模型为了适应不同的需求而具有一定的复杂性,需要对 workflow 的建模、执行、监控进行统一的管理. workflow 管理系统(workflow management system,简称 WfMS)是支持企业经营过程高效执行并监控其执行过程的计算机软件系统. 系统具有以下 3 方面的功能.

- 1) 建立阶段功能:主要完成 workflow 过程和相关活动的定义和建模.
- 2) 运行阶段控制功能:在一定的运行环境下执行 workflow 过程,并完成每个过程中活动的排序和调度.
- 3) 运行阶段交互功能:实现各种活动执行过程中用户与 IT 应用工具之间的交互.

workflow 管理系统将业务流程中的工作如何组织协调在一起的规则抽象出来,从而分离了具体工作的逻辑和流程组织的逻辑. 在 workflow 管理系统的协助下,用户无需重新开发业务系统,就可以自己更改 workflow 流程,以适应业务变化的需要.

在诊疗流程中引入 workflow 管理系统为医院带来诸多益处:①提高医院管理的规范化程度;②降低诊疗过程的处理时间;③降低管理成本,避免不必要和重复的工作,提高工作效率;④增加对流程的管理和监控;⑤适应医院诊疗流程的变化.

客户的需求具有多变性,使用 workflow 管理系统动态地定制 workflow 流程,可以最大限度地避免由于医院内部的业务需求变动对管理系统的影响.

## 3 J2EE 概述

作者采用 J2EE 架构构造 workflow 管理系统. J2EE 是 SUN 公司定义的一个开放式企业级应用的规范. 它为开发人员提供了一个多层次的分布式应用模型和一系列开发技术规范. 使用 J2EE 架构构建 workflow 系统,将使其具有 3 个特点.

1) J2EE 平台提供了一个多层应用程序模型:客户机层、中间层(由 1 个或多个子层组成)和企业信息系统层. 这意味着应用程序的不同部分可以运行在不同的设备上. 采用多层结构,便于开发出结构良好、模块化、灵活、可维护和高度可重用的多层应用.

2) J2EE 可以使开发者专注于业务逻辑的实现,不必考虑分布式事务处理、自动容错等其他关键功能的实现,从而加快开发速度. 而且,有众多的 API,包括支持从 XML 语法分析、XML 绑定、SOAP 消息发送、注册表查询、XML RPC 到 XML 消息传递等能满足各种 Web 服务需求的 API,可供开发人员使用,进行应用系统的快速开发.

3) 使用 J2EE 便于构建 B/S 架构的系统和维护,只需要将软件部署在服务器上,不用为每台终端安装客户端软件,为日后软件升级提供了方便.

## 4 workflow管理系统的系统框架

对于数字医院中基于 Web 的 workflow 管理系统<sup>[3]</sup>的设计,根据医院各个业务部门需求的特殊性,从实用、灵活和低成本的设计原则出发,不要求 workflow 引擎的功能完备和复杂,而是实现 workflow 管理系统的必

要功能,应用多种设计模式<sup>[4]</sup>,为业务系统提供良好的接口,由 workflow 管理系统作为各个业务系统之间的关联。在设计 workflow 引擎时,主要考虑对其数据模型的定义和解释、活动之间的协调以及任务的分配和控制等功能提供支持。其体系结构如图 1 所示。

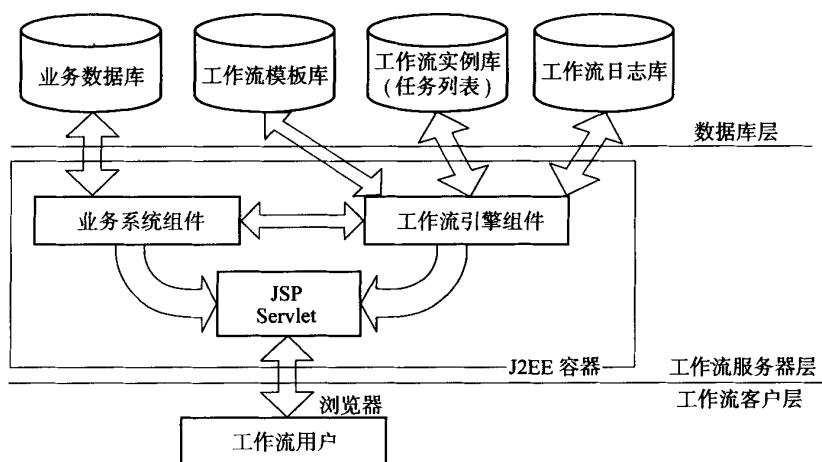


图 1 工作流管理系统的体系结构

Fig. 1 The architecture of the workflow management system

系统采用中心数据库集中进行数据管理, workflow 执行过程中的内部数据和业务数据全部存储在中心数据库中,便于对 workflow 的执行进行管理和监控。

在数据库层,将业务数据库和 workflow 数据库分离开, workflow 引擎不会直接对业务数据库进行操作,有以下 3 个原因。

1) 诊疗流程中并不是单一的文档传递,涉及到很多单据的转化、归档、保存, workflow 引擎仅操作 workflow 数据库,可以避免进行文档的转换和保存,保证了 workflow 引擎的工作效率,提高了灵活性,也保证了流程的正常流转。

2) 每个业务系统都有其特殊的需求,如处方权、病例数据的加密保存等,由 workflow 引擎负责流程流转,而业务系统提供自己特殊需求的解决方案,可以保证特殊业务需求的实现。

3) 各个业务系统需要特定的统计功能,如药房、收费处等,这些功能仅涉及到自己的业务系统。

在系统中, workflow 引擎组件负责流程活动的转移和调度,操纵与流程流转有关的工作流数据;具体的业务功能由业务系统组件操纵业务数据库完成。各个业务系统之间没有直接的耦合关系,它们通过 workflow 引擎实现流程的流转和具体的业务需求, workflow 引擎与业务系统之间通过流程 ID 和角色指派产生联系;业务系统组件需要实现 workflow 引擎定义的预处理逻辑接口和后处理逻辑接口,在流程活动定义时绑定流程流转时活动节点所需执行的方法,在流程流转时由 workflow 引擎进行调用执行,实现流程流转中的业务功能。预处理逻辑是指产生任务时流程流转之前需要经过的事件段,完成必要的初始化工作;后处理逻辑是指用户提交表单之后触发的事件段,完成流程活动节点的后期处理。

workflow 引擎组件在保证流程正常流转的基础上,将会使用 JSP 和 Servlet 为用户提供工作列表和工作流程监控、管理等功能,而业务系统组件则会使用 JSP 和 Servlet 协助 workflow 引擎组件实现每个流程节点的操作界面,为 workflow 引擎提供流程流转的信息,并完成业务系统自身的特殊功能。

## 5 workflow 引擎的设计

workflow 引擎为系统提供运行阶段的控制功能,是 workflow 管理系统的核心,其设计的完备与否与效率高低直接关系到 workflow 管理系统的运行效率<sup>[5]</sup>。 workflow 引擎包含以下 4 个功能。

## 5.1 角色管理

在工作流管理系统中,流程的流转需要执行者的参与.在数字医院工作流管理系统中,把角色作为流程中每个活动的任务分配的基本单位.为了适应多变的需求,灵活地实现工作流引擎中的角色管理,角色分配将基于以下 2 种策略.

1) 根据组织机构,建立医院内部的树型组织机构模型,不但可以实现医院内部日常的人员管理,维护医院人员组织结构的信息,另外按照科室的组织机构(如内科科室、外科科室等)进行角色的指定,还可以满足大部分流程活动节点对任务分配的要求.

2) 根据用户组,对于某些流程活动节点需要一些特殊的人员组合参与实现,可以定义不同的用户组,按照用户组的策略进行角色指定来分配任务.

## 5.2 流程管理

工作流引擎通过对工作流模板库、工作流实例库的操作实现对流程运转和管理的功能.具体的诊疗业务流程的流转信息全部保存在工作流模板库中,每个流程都是由若干个活动构成的,活动可以分为以下 8 种类型.

1) 开始活动(Start). 其作为每个流程的第 1 个活动,进行必要的初始化工作,生成一个新的流程.

2) 普通活动(Common). 普通活动必须与具体的业务环节相对应,也需要与医院工作人员进行信息交互.工作流引擎将会在完成流程定义时该活动所绑定的动作后,自动将流程流转到后继活动.

3) 与分支活动(AND-Split). 流程流转时工作流引擎将会同时激活其所有直接后继活动.

4) 或分支活动(OR-Split). 工作流引擎将通过流程运行中的一些数据(如用户的选择信息),激活相应的 1 个或多个后继活动.

5) 与聚合活动(AND-Join). 当此活动的所有前驱活动都处于完成状态时,工作流引擎才会将其激活,这一过程需要由引擎进行同步.

6) 或聚合活动(OR-Join). 当此活动的前驱活动中有 1 个处于完成状态时,工作流引擎就可将其激活.

7) 虚拟活动(Dummy). 该活动并不与具体的业务环节相关联,使用虚拟活动对流程定义进行扩充,可以实现更多的特殊需求,构造更为复杂的业务规则.

8) 结束活动(Complete). 该活动表示当前业务流程的终结.

业务流程的流转主要是对与分支、或分支、与聚合、或聚合活动的控制.工作流引擎将根据每个活动的类型,使用计算出入度的方法判断流程流转的条件.活动出度是指由活动流出的分支个数;活动入度是指流入活动的分支个数.

当医院内部业务流程在模板库中被创建后,所有的分支和聚合活动的额定出入度均被计算出来<sup>[6]</sup>.在具体业务流程流转中,当前驱活动的状态为“完成”时,工作流引擎将对后继节点的入度加 1.若此后继活动为与聚合,则只有其入度与额定入度相同时才能进行流程流转,否则只能标记其状态为“等待”;对于或聚合,只要其入度不为 1,则可继续流转.

当一个活动执行完毕后,以活动的出度为循环次数依次查看其后继活动,若该活动的类型为或分支,则激活其后继活动中满足条件的活动;而当该活动的类型为与分支时,则激活所有后继节点(在后继节点不为与聚合的情况下).

当某一流程任务被申请时,工作流系统从医院流程模板库中获取该流程的定义.工作流引擎读取流程的开始活动信息,按照流程定义开始流转,将第 1 个活动按照活动所指定的方法进行任务分配,完成后将该活动加入待办任务列表中(工作流实例库),并在系统日志记录;其他用户登陆系统后,工作流系统会为其列出待办工作列表,当用户处理完一件任务后,引擎便会将当前任务添加到已完成任务列表,同时进行流程流转,并将操作记录入系统日志.

上面提到的任务分配指的是活动的任务依照哪种原则分配给角色中的具体人员执行,这将在流程的

活动定义时与活动进行绑定。作者采用以下 3 种默认策略进行任务分配。

- 1) 最少任务的人先分配。通过对待办工作列表的查询,得知角色中工作量最小的人员,将任务分配给此人。
- 2) 循环分配法。 workflow 引擎会按照角色中人员的一定顺序将任务依次下发给他们。
- 3) 自定义方法。通过实现 workflow 系统定义的任务分配接口,用户可以为活动定义自己的任务分配方法,实现一定的可扩展性。

5.3 流程监控和日志管理

workflow 管理员可以在监控中心管理和监控所有的工作流实例,对 workflow 实例进行内容和状态的修改。流程活动具有以下 5 种状态(见图 2)。

- 1) 等待(waiting)。该活动任务处于等待与汇聚的同步“等待”状态。
- 2) 就绪(ready)。该活动任务已经完成了任务分配,处于“就绪”状态等待用户处理。
- 3) 挂起(suspend)。用户可以暂停处理手上的任务,使任务处于“挂起”状态。
- 4) 完成(complete)。任务处理完毕,标记为“完成”状态。
- 5) 终止(terminated)。任务由于其他原因没有经过正常处理,处于“终止”状态。

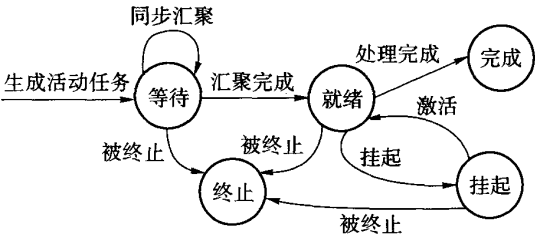


图 2 活动状态转换图  
Fig. 2 The conversion among action status

另外, workflow 引擎在进行所有与流程活动节点有关的操作时都会将操作记录存入日志库,这些信息包括活动节点 ID、诊疗流程 ID、操作人、操作时间和备注信息等。 workflow 管理员可以通过浏览器按时间或类型查看日志信息,辅助完成一些监控和统计功能。

5.4 菜单管理

workflow 管理员可以将收费、药房等不同业务系统的各种页面地址以菜单资源的形式录入系统,然后为属于不同角色的人员定制不同的一级菜单和二级菜单。不同的用户经过验证登陆进入系统后, workflow 引擎将会根据用户的登录名查询其所在的角色或角色集合,取得角色集合对应的菜单并集合后,对菜单集合进行分类整理,最终呈现在用户面前的是不同的菜单列表。

使用菜单管理,可以动态地为不同角色的用户分配菜单资源,不但在用户界面层实现了系统的权限管理,使系统维护更加方便,大大提高了系统的适用性,而且将各个部门科室的业务系统和 workflow 自动化机制很好地结合在一起,因此,一些实现部分数字化办公的医院可以简单快捷地实现信息整合和系统集成。

6 结束语

作者结合医院的诊疗过程,详细分析并设计了一个基于 J2EE 架构、以数据库管理系统为中心的工作流管理系统。该系统提供了丰富的接口,应用了多种设计模式,能适应不同的具体业务需求。本系统的实现对医院现有的业务系统与 workflow 自动化机制的整合也是一种有益的探讨,为医院诊疗流程规范化、科学化和系统化提供了参考依据。

**参考文献:**

- [1] 范玉顺. 工作流管理技术基础[M]. 北京: 清华大学出版社, 2001.
- [2] HOLLINGSWORTH D. WfMC-TC00-1003 The workflow reference model[S]. Winchester Hampshire, UK: Workflow Management Coalition, 1995.
- [3] 史美林, 杨光信, 向勇, 等. WfMS: 工作流管理系统[J]. 计算机学报, 1999, 22(3): 325-334.  
SHI Mei-lin, YANG Guang-xin, XIANG Yong, et al. WfMS: workflow management system[J]. Chinese J Computers, 1999, 22(3): 325-334. (in Chinese)
- [4] GAMMA E, HELM R, HOHNSON R, et al. 设计模式-可复用面向对象软件的基础[M]. 李英军, 马晓星, 译. 北京: 机械工业出版社, 2000.
- [5] LEUNG K R P H, CHUNG J M L. The liaison workflow engine architecture[C/OL] // Proc. of the 32nd Hawaii Int'l Conf. on System Sciences, Hawaii, Jan. 1999 [2005-10-14]. <http://www.computer.org/proceedings/Hiccs2>.
- [6] 张洪山, 殷人昆, 张素琴. 基于 Web 的工作流引擎设计[J]. 计算机工程, 2004, 30(4): 83-85.  
ZHANG Hong-shan, YIN Ren-kun, ZHANG Su-qin. Design of workflow engine based on web[J]. Computer Engineering, 2004, 30(4): 83-85. (in Chinese)

## Application of Workflow Automatization in E-hospital

YANG Yan-shuang, ZHANG Jing, YANG Wu, ZHANG Yi

(College of Computer Science and Technology, Beijing University of Technology, Beijing 100022, China)

**Abstract:** In order to advance the digitized process of a hospital, implement the digitization of diagnose flow in the hospital, the authors analyze the situation of information construction in the hospital. The authors design a workflow management system which is based on J2EE architecture and make full use of the advantage of it. The system, which adapts to the diagnose flow, is designed for the real situation in the hospital. It can decrease the former coupling of departments in the hospital and build the e-hospital on it by integrating all function modules of the business system. The authors can dynamically customize the diagnose flow and develop the flow rapidly by using the system. Seeing a doctor in the hospital becomes a standard, scientific, systemic process by using the workflow management system.

**Key words:** e-hospital; workflow management system; workflow engine; J2EE