



基于 workflow 技术的中小型企业软件过程管理系统

马永军¹, 贾玲²

(1.天津科技大学计算机科学与信息工程学院, 天津 300222;

2.天津科技大学电子信息与自动化学院, 天津 300222)

摘要: 针对中小软件企业项目管理的不足,利用 workflow 技术实现了一个软件过程管理系统. 首先设计出适合中小型企业的工作流模型,包括流程定义、工作流引擎、工作流监控和管理等核心模块,然后提出系统架构并分析实现的关键技术,包括工作流模型实现、权限管理以及数据库设计,最后采用 B/S 架构实现了一个灵活、实用的软件过程管理系统. 通过全面测试,该系统能够满足中小型企业的需要,并已经在实际项目中得到应用,效果良好.

关键词: 中小型企业; 工作流; 软件过程管理

中图分类号: TP181

文献标志码: A

文章编号: 1672-6510(2009)01-0066-05

Workflow-Based Software Progress Management System for Small and Medium Enterprises

MA Yong-jun¹, JIA Ling²

(1.College of Computer Science and Information Engineering, Tianjin University of Science & Technology,

Tianjin 300222, China; 2.College of Electronic Information and Automation, Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300222, China)

Abstract: The software progress management system based on workflow technology was proposed to deal with project management for small and medium enterprises. The workflow model that includes progress definition, workflow engine, workflow monitor and management was designed to adaptive to the small and medium enterprises. Then, the main model of the system was designed, and the core technology was analyzed, including workflow model implement, rights management, and database design. At last, the software progress management system was accomplished. The testing results show that the system works well and can meet the requirements of small and medium enterprises.

Keywords: small and medium enterprises; workflow; software progress management

我国目前的软件企业中 50 人以下的小型软件企业超过全行业的 60%. 中小企业往往没有规范软件开发过程, 绝大部分软件项目都会出现延期、预算超支的问题^[1].

工作流技术自 20 世纪 90 年代被提出以后在信息技术中的地位越来越重要. 工作流技术有助于提高项目的透明度、效率和质量^[2]. 本文将讨论一个用工作流技术构建的符合 CMMI 标准的软件过程管理系统来辅助管理软件项目的开发过程.

1 工作流技术简介

工作流是一类能够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、信息或任务能够在不同的执行者之间进行传递与执行.

工作流管理系统是一个软件系统, 它完成工作流的定义和管理, 并按照在计算机中预先定义好的工作流逻辑推进工作流实例的执行^[3]. 它的主要目标是调整业务过程中各步骤的先后次序, 进行流程再造, 从

收稿日期: 2008-07-11; 修回日期: 2008-10-17

基金项目: 天津市科技支撑计划重点项目(08ZCKFGX00600); 天津市高等学校科技发展基金资助项目(20061011)

作者简介: 马永军(1970—), 男, 吉林长春人, 副教授, 博士.

而实现业务过程的自动化^[4]。

企业实施 workflow 管理所带来的好处是非常明显的^[5]:从企业管理的层面上讲,可以提高管理的规范化程度、改进工作质量;从处理业务过程的角度上讲,可以不断改进工作流程;从人力资源管理的角度上讲,可以在工作人员之间更好地均衡负荷、提高工作人员的业务能力。

2 开发流程再造

CMMI 模型是优秀的软件项目管理方法,能够有效指导软件组织的过程改进。但 CMMI 更多的考虑规范化,实施成本较高。在综合分析中小型企业现状的基础上,将 CMMI 进行本地化,分析其所要求的过程域和特殊实践,并将其进行剪裁和归并。通过对中小型企业软件项目开发过程进行流程再造,得到更加高效而灵活的软件开发流程,如图 1 所示。软件开发流程主要由项目需求、项目计划、开发、测试、用户反馈组成。针对中小型企业资源紧张的特点,流程中强调项目计划和需求变更对项目资源的依赖;针对中小型企业开发能力不足的缺点,提出了开发、测试、交付版本、用户反馈的多次循环来确保最终软件产品的质量。

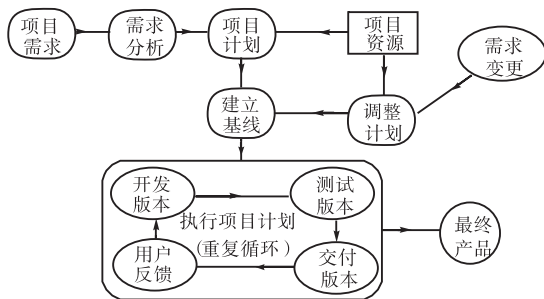


图 1 软件开发流程图
Fig.1 Software develop process

3 工作流模型设计

针对中小型企业软件过程管理特点,工作流模型主要由流程定义、工作流引擎、工作流监控和管理三个模块组成,系统涉及到的数据包括工作流控制数据、工作流相关数据和工作流应用数据。

3.1 工作流定义

流程定义模块主要负责工作流的定义,用图示化的方式进行过程建模。对于业务流程的工作流建模,本文采用有向图模型^[6]。具体实现上,采用的是扩展的有限状态机。根据工作流管理联盟 WFMC 的定义,

工作流可以用一个二元组表示:

$$workflow = \langle workflowFSM, state \rangle$$

状态包括初始、就绪、执行、挂起、完成等。

$$workflowFSM = \langle A, R, f, A_0, F \rangle$$

A (Activity) 包含软件项目工作流的所有活动; R (Rule) 指工作流的过程约束; $f: A \times R \rightarrow A$ 是指活动在 f 的作用下转到后继工作流活动; A_0 是起始工作流活动; F 为 f 的集合 A 可以用六元组来表示:

$$A = \langle name, role, pre, next, state, metadata \rangle$$

name 即工作流当前活动的名称, role 为有权限处理此活动的角色集合, pre 为当前节点前驱边集合及每条边的控制流程, next 为当前节点后继边集合及每条边的控制流程, metadata 为当前活动要处理的内容。

3.2 工作流引擎及接口

工作流引擎是工作流管理的核心调度模块,主要管理工作流过程及各活动步骤之间的状态转换。工作流引擎对流程定义进行解释,按照定义好的流程运行如图 2 所示,工作流引擎由调度中心、启动控制、流程控制、任务管理、异常处理五个模块组成,涉及的数据主要有工作流控制数据、工作流相关数据和工作流应用数据。

根据过程管理的实际情况,工作流引擎对外提供了 4 个接口。

接口 1: 流程定义接口,定义了工作流模板的格式和读写操作;

接口 2: 应用程序接口,定义了客户应用和工作流服务之间的交互方式;

接口 3: 工作流监控和管理接口,定义了工作流的监控和管理方式;

接口 4: 互操作接口,实现了和其他工作流管理系统的信息交互。

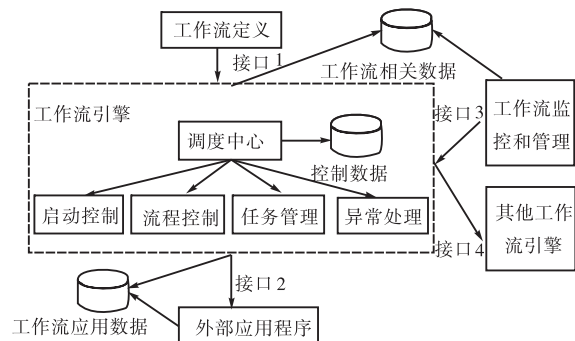


图 2 工作流引擎结构图
Fig.2 Workflow engine

3.3 工作流监控和管理

工作流监控是对工作流模块进行操作和对其运

行状况进行监控,主要负责监控工作流的运行状态,包括活动的执行状态、执行时间、所用资源、负责人等,并将执行状态反馈给用户. workflow 管理是 workflow 执行中与任务承担者之间的交互接口. 用户通过自己的工作量列表获取 workflow 引擎派发的任务.

4 系统实现

4.1 系统四层架构

根据中小型软件企业项目管理需求,过程管理系统总体架构如图 3 所示. 本系统为 B/S 架构,采用数据服务层、业务逻辑层、WEB 服务层、客户应用层四层结构, B/S 架构具有结构易于扩展、开放性强、维护升级简单以及成本低等优势^[7].

数据服务层为业务逻辑层提供各种数据. 业务逻辑层负责处理客户提交的各种需求,在数据服务层的支持下完成各项业务逻辑. WEB 服务层负责 WEB 信息的发布和接收,是系统和外界的接口. 客户应用层为不同类型的应用赋予了相应的权限. 项目的参与人员通过 B/S 结构的终端发起任务、接收任务及提交任务.

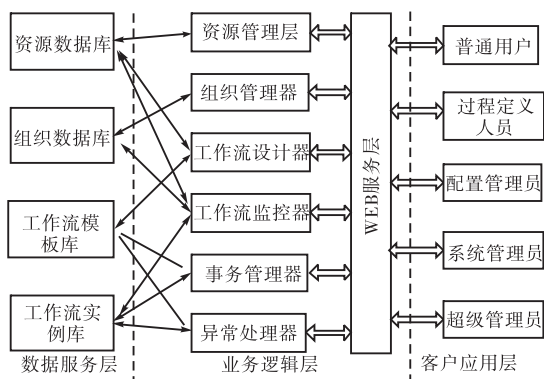


图 3 系统四层架构
Fig.3 System architecture

4.2 工作流模型实现

4.2.1 基于 XML 的工作流定义

XML 具有结构化、数据显示与格式分离、易表达语义等特点,为了获得更好的互操作性以适应 B/S 架构,本文提出了基于 XML 的工作流模型定义语言,它的基本结构如下:

```

<?xml version="1.0" encoding="GB2312" ?>
<Workflow name="工作流名称" id="工作流序号">
  <process Id="表单 ID" name="表单名称" />
  <Activity id="活动 ID" name="活动名称" />
  <transition id="跳转 ID">

```

```

  <name>"跳转名称" </name>
  <prelink>"前驱活动" </prelink>
  <postlink>"后继活动" </postlink>
</transition>
  <participant>"角色" </participant>
  <state>"活动状态" </state>
  <description>"活动描述" </description>
  <code>"工作代码" </code>
</Activity>
<Activity>
.....
</Activity>
.....
</process>
.....
</Workflow>

```

4.2.2 工作流引擎

工作流引擎是 workflow 管理系统的核心,它负责过程实例运行时的推动和导航. 本系统采用了 Microsoft 公司的 WF 引擎. 工作流运行时引擎为工作流提供可配置的执行环境,在 WF 中由工作流运行时来完成. 当用户在页面启动一个流程后,就会生成一个工作流实例添加到工作流实例库中. 工作流运行时是服务的容器,外部信息交换接口负责工作流引擎和外部程序的交互;工作流持久化服务将工作流实例的状态信息和流程信息保存成 XML 文件,需要时再重新装入工作流引擎,继续执行. 这个服务对需要长时间运行的流程非常有效,可以大大节约系统资源.

4.2.3 工作流状态管理

活动包括六种状态,即初始、就绪、执行、挂起、终止和完成,如图 4 所示.

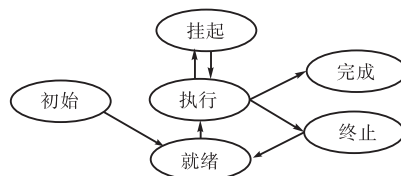


图 4 状态转移图
Fig.4 State change

初始状态是建模时活动的默认状态,条件满足时可以转化为就绪状态;就绪状态的活动已是被使能,经过触发机制触发就进入执行状态;对于正在执行的活动,可能因为一些异常的发生被转移到挂起或终止状态;挂起后可以在 workflow 管理系统的管理下再次进入执行状态;终止状态的活动完全被清除了执行时的相关数据,要想再被执行要先进入就绪状态;活动执行完后,进入完成状态,完成状态是不能重新启动的.

4.2.4 workflow 服务与应用程序接口

workflow 执行服务与客户应用之间的接口,用来约定所有 workflow 客户端应用与 workflow 执行服务之间的操作方式.这些操作包括 workflow 实例的创建、过程状态的管理、用户任务列表项的处理、workflow 任务提交、workflow 实例的状态监控与信息查询等等.为完成以上诸操作,系统中存放一个用户任务列表对象,该对象中存放用户所有已分配的任务. workflow 过程对象用来完成 workflow 实例的创建、管理等操作.该对象如下所示:

```

public class wfprocess
{
    //属性
    processID;//任务 ID
    RoleID;//任务执行者 ID
    StartTime;//任务开始时间
    FinishTime;//任务结束时间
    Status;//任务状态
    WorkflowID;//任务所属 workflow ID
    ActivityID;//任务所属活动 ID
    //方法
    public initialFlow();
    //workflow 实例触发
    public getTask();//工作项获取
    public submit();//任务提交
    ...
    public endFlow();//workflow 结束
}

```

4.3 权限管理

系统采用静态授权和动态控制相结合的权限管理策略.首先,采用改进的基于角色访问控制机制(RBCA)实现 workflow 系统的静态授权,将 User、Role、Department 灵活组织起来.其次,随着 workflow 的运行,用户在不同状态下的访问权限也需要控制,基于状态的访问控制机制(SBCA)作为补充.

4.4 数据库设计

系统采用数据库连接池技术以保持高效的数据库访问,数据库管理模块的主控类管理多个数据库连接池,每一个连接池对象管理一组 ODBC 连接对象.数据库的表结构设计如图 5 所示,包含了权限管理、workflow 管理、业务信息、流程控制等信息资源.

4.5 系统主要功能模块

系统主界面如图 6 所示.页面左侧为各模块导航,包括系统首页,我的工作,用户管理,模板管理,workflow 管理,workflow 状态,系统管理.系统内建 workflow 包

括立项管理、需求管理、需求变更、系统设计、开发测试、BUG 管理、结项管理等流程.页面右侧是开发测试流程的表单创建页面,表单内容包括项目编号,项目名称,项目类型,起始和终止时间,项目描述,备注和附件等信息.

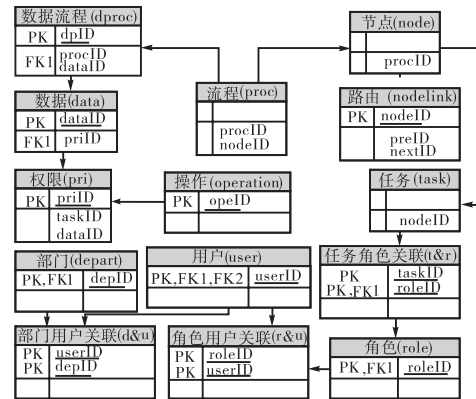


图 5 数据库设计

Fig.5 Database design



图 6 系统主界面

Fig.6 System main page

5 测试和应用

为了保证系统的稳定运行,对该系统进行了比较全面的测试.功能测试采用自底向上模式,各个模块独立测试,最后进行系统联调的方案.模块功能测试包括正常功能测试、异常功能测试、页面测试、业务逻辑测试.系统联调测试通过模拟应用项目,测试各个模块接口的正确性.

性能测试采用的测试机 CPU 频率 3.2 G,内存 512 M,网络带宽 1 M,操作系统 Windows XP,测试工具 LoadRunner8.1,以 workflow 状态流转作为事务划分依据,测试了不同压力下的最小事务响应时间、最大事务响应时间、平均事务响应时间,测试结果如表 1 所示.结果表明,系统在较大并发客户时的响应速度能够达到要求,服务器也没有崩溃的现象.

表1 性能测试结果
Tab.1 Result of load test

客户数	最小时间/s	最大时间/s	平均时间/s
40	11.283	16.313	13.246
80	16.857	27.795	22.259
120	39.080	67.619	50.385

6 结 语

在对中小型软件企业进行充分调研的基础上,结合 workflow 发展现状与趋势的分析,提出了适用于中小型企业的工作流管理系统模型,并实现了一个灵活、实用的软件过程管理系统。

本系统成功应用于实际项目的开发过程,将开发工作分解成定义良好的任务、角色,按照一定的规则和过程来执行这些任务并对它们进行监控,提高了办事效率,精简了工作人员,促使项目开发过程的规范化,从而能够有效的协助项目经理控制进度、改进过程。

(上接第 53 页)

图 6 为 SRM 进入稳态运行后,突加和突减负载扰动电流时的速度和位置波形. 图中可以看到,在 0.35 s 和 0.4 s 突加、突减扰动后,估计误差有所增大,但仍在一个较小的误差范围内,观测结果仍然有效。

通过分析以上的仿真波形可知,在加入滑模观测器之后,系统响应速度快速平稳,转速和转子位置的估计值与实际值误差很小,并且对电机参数变化以及负载扰动具有较强的鲁棒性. 但滑模观测器无法实现初始角度误差为零的位置检测,需要采用其他的初始位置检测方法,如注入脉冲信号法^[4]。

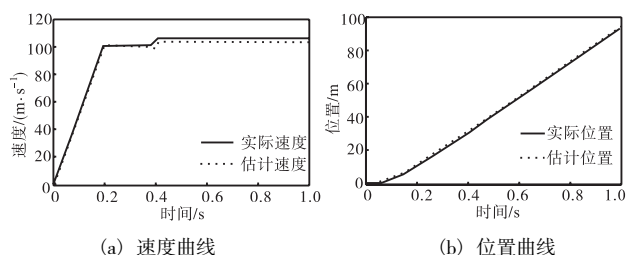


图 6 突加和突减扰动时的转速与位置的波形

Fig.6 Speed and position waveform when perturbation changing

5 结 语

本文提出了基于滑模观测器的无位置检测方法,不需要另外附加硬件. 仿真结果证明了该方法的合理性和有效性,表明滑模观测器法可以对转子速度及位

参考文献:

[1] 罗运模,谢志敏. CMMI 软件过程管理与评估[M]. 北京:电子工业出版社,2004(6):1-30.

[2] 孙延海,李振坤,梁海健. 基于 CMM 和工作流的软件项目管理系统的研究[J]. 微计算机信息,2006. 22(2): 244-246.

[3] 范玉顺, workflow 管理技术基础[M]. 北京:清华大学出版社,2001.

[4] Trappey AJC, Chiang T. A, Sam. K. Developing an intelligent workflow management system to manage project process with dynamic resources control[J]. Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers, 2006, 23(6) 484-493.

[5] 赵瑞东,陆晶,时燕. 工作流与工作流管理技术综述[J]. 科技信息,2007(8):105-107.

[6] 刘玥波,索东梅. 工作流技术及建模方法研究[J]. 长春师范学院学报:自然科学版,2005(6):78-80.

[7] 厉英,于瑞云,张登科. 基于 B/S 架构的工作流管理系统的设计与实现[J]. 控制工程,2006(3):190-192.

置进行较准确的估计,并且对参数变化、负载扰动具有较强的鲁棒性,结果令人满意. 在今后的研究与实际应用当中,还需要不断改进 SRM 的电感模型,进一步缩小与实际电机的误差,以达到更好的控制效果。

参考文献:

[1] 吴建华. 开关磁阻电机设计与应用[M]. 北京:机械工业出版社,2001.

[2] Fahimi B, Suresh G, Ehsani M. Review of sensorless control methods in switched reluctance motor drives [C]//IEEE Industry Applications Society Annual Meeting, Rome, Italy, 2000:1850-1857.

[3] 周素莹,林辉. 无位置传感器的开关磁阻电机转子位置检测技术[J]. 电气传动,2006,36(2):8-16.

[4] 王宏华. 开关型磁阻电动机调速控制技术[M]. 北京:机械工业出版社,1999.

[5] Lumsdaine A, Lang J H. State observers for variable reluctance Motors[J]. IEEE Trans ind Electronics, 1990, 37(2):133-142.

[6] 王丰尧. 滑模变结构控制[M]. 北京:机械工业出版社,1998.

[7] Husain I, Sodhi S, Ehsani M. Sliding-mode observer-based controller for switched reluctance motor[C]//Conf. Rec. IEEE-IAS Ann. Meet, Denver, CO, 1994:635-643.