

JBPM workflow管理系统的研究与实现

许爱军

(广州铁路职业技术学院,广东 广州 510430)

摘要: workflow管理系统作为一种满足企业业务流程分布性、重用性和普遍性等要求的软件包,得到了广泛应用。在对比分析主流 workflow管理系统的的基础上,研究了 JBPM workflow管理系统的系统架构、工作过程和开发步骤。结合铁路线路故障报修流程,设计开发了一个故障报修系统,阐述了主要设计思路和实现的关键技术。该系统经过前期应用,表明 JBPM workflow管理系统在程序的健壮性与可维护性、流程的并发性与数据的可操作性等方面具有明显优势,能满足业务流程灵活多变的要求,能有效提升线路故障的报修率和修复率。

关键词: workflow; workflow技术; JBPM; workflow引擎

中图分类号: TP311.5

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2013)12-0100-06

doi: 10.3969/j.issn.1673-629X.2013.12.024

Research and Implementation of JBPM Workflow Management System

XU Ai-jun

(Guangzhou Institute of Railway Technology, Guangzhou 510430, China)

Abstract: Workflow management system as a kind of software package to meet the enterprise business process distribution, reusability and universality and so on, has been widely applied. Based on comparative analysis of the main workflow management system, the system architecture, working process and development steps of JBPM workflow management system are researched. Combined with the railway line fault repair process, designed and developed a fault repair system, expounded the main design idea and key technology. After the preliminary application, it showed that the JBPM workflow management system has the obvious advantage in the robustness and maintainability of the program, the concurrent process and operational data etc, it can meet the requirements of the business process flexibility, and effectively enhance the repair rate of the line fault.

Key words: workflow; workflow technology; JBPM; workflow engine

0 引言

workflow是一个起源于生产组织和办公自动化领域的概念,提出的目的是为了满足不同业务自动化和管理信息化的要求^[1]。

workflow技术能同化企业复杂信息环境、满足业务流程多变的需求,在电讯业、制造业、金融业、航运业、教育业和卫生保健等领域得到广泛应用,已成为计算机应用技术与信息技术领域最具发展潜力的方向之一。

在此情况下,探讨workflow技术的相关概念,把握其开发流程和实现技术,研究一套具有参考价值的实现

方案是非常必要的。

1 workflow管理系统概述

1.1 定义与功能

workflow属于计算机支持的协同工作(Computer Supported Cooperative Work, CSCW)范畴,它用一个个有序的任务点(活动点)来抽象表示业务流的处理过程。workflow管理联盟(Workflow Management Coalition, WfMC)对workflow管理系统(Workflow Management System, WfMS)的定义是^[2]: workflow管理系统是一个软件系统,它完成workflow的定义和管理,并按照在计算机中

收稿日期: 2013-03-04

修回日期: 2013-06-08

网络出版时间: 2013-09-29

基金项目: 全国教育信息技术研究“十二五”规划课题(126230653); 广东省教育科研“十二五”规划课题(2011jyk250); 海南省自然科学基金项目(612136); 中国职业技术教育学会科研规划项目(203921)

作者简介: 许爱军(1978-), 男, 硕士, 副教授, CCF 会员, 研究方向为计算机网络与智能算法、数据管理系统。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20130929.1541.034.html>

预先定义好的工作流逻辑推进工作流实例的执行。

从以上定义可以看出,工作流管理系统的主要任务是定义、管理、执行工作流,协调工作流执行中的工作(任务)以及群体成员之间的信息交互等,即完成工作流建模、工作流运行、流程管理与监控、业务过程分析等任务。

1.2 模型与分类

WfMC 在 1994 年 11 月发布了工作流管理系统的参考模型,如图 1 所示。

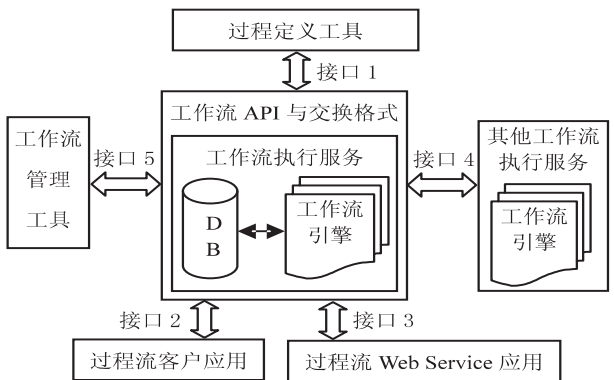


图 1 工作流参考模型

该模型体现了国际市场上主流工作流产品的特点,分为 5 个基本部件和 5 个基本接口。其中,工作流引擎是工作流管理系统的枢纽,是模型中最重要的组成部分。

根据任务项的传递机制不同,工作流管理系统可以分为三种类型^[3]:

- 第一种采用共享文件的方式完成任务项的传递,通常称之为“基于文件的工作流管理系统”;
- 第二种通过用户的电子邮件系统传递文档信息,通常称之为“基于消息的工作流管理系统”;
- 第三种通过 WWW 实现任务间的协作,通常称之为“基于 Web 的工作流管理系统”。

1.3 对比与分析

目前,市场上形成了以 Shark、Osworkflow、JBPM 为代表的三大主流开源工作流管理系统。三者间的对比情况如表 1 所示。

表 1 三大主流工作流管理系统的对比情况

产品	目前版本	依靠公司(组织)	技术特点	国内应用趋势
Shark	4.0	Enhydra	遵循 WfMC 规范;利用 XPD L 定义流程;持久层采用 DODS 实现	过去使用较多,今后呈缓慢下降趋势
Osworkflow	2.8	opensymphony	优点是灵活性强;缺点是二次开发量比其他工作流引擎大	当前使用较少,今后呈下降趋势
JBPM	5.2	jboss	业务逻辑定义采用 JPDL;持久层采用 hibernate 实现	当前使用较多,今后呈大幅上升趋势

从表 1 可以看出,由于 JBPM 和 Shark 具有足够的弹性与良好的扩展性,非常适合商业应用的二次开发,因此应用面相对较广。同时,由于 JBPM 还得到了开源社区的支持,也可以作为 RedHat/JBoss 的子项目,因而它的商业服务保证比 Shark 更高,将成为国内软件公司低成本工作流的首选,今后的应用势必会持续上升。

2 JBPM 的实现技术

JBPM (Java Business Process Management) 是基于 J2EE 的、开源的轻量级工作流管理系统,包含了工作流、业务流程管理、服务协作等功能。JBPM 并没有采用 WfMC 或 BPEL 标准,而是采用自身的轻量级 XML 结构的流程描述语言 JPDL (JBoss jBPM Process Definition Language),它通过结合状态机、UML2.0 活动图、PetriNet 算法等方面的知识,扩充了建模能力,显得更加简单易懂。

2.1 系统架构

JBPM 的系统架构如图 2 所示,它的核心组件是一个 Java 库,可以被打包作为无状态会话的 EJB,将它发布到应用服务器上,可与其他应用服务一起共同处理业务逻辑和流程驱动,从而完成既定的业务。

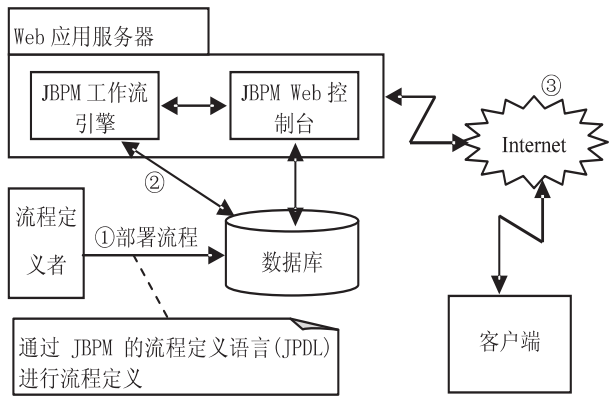


图 2 JBPM 系统架构

2.2 工作过程

JBPM 的工作过程可以分为三步:

- (1) 流程部署。软件开发人员首先要进行流程定义,即把业务流程定义为工作流引擎可以理解的形式化信息,然后按照 JBPM 提供的流程定义部署接口,并把流程定义部署到数据库中。此外,还要进行 JBPM 的配置与部署、Hibernate 的配置与部署、Web 应用的配置与部署等。
- (2) 流程解析。JBPM 的流程定义文件 (jar 格式的压缩包) 被上传到工作流引擎所在的计算机,引擎读取压缩包并进行解析,把所有 XML 格式的文件转换成一个过程定义对象,再把相关信息持久化到数据库中^[4]。当然,解析过程中还会对 XML 文件进行验证,

若出现错误则部署失败。

(3) 用户交互。用户端通过执行接口与 workflow 引擎系统来操作流程实例,交互的方式主要采用活动表单来实现。用户登录系统后,系统通过查询令牌(Token)对象来获得该用户的任务列表。当流程启动时,先要构造一个流程实例(封装流程定义、发起人、启动结束日期、根令牌等信息),并生成一个跟踪流程走向的令牌对象(封装流程执行到哪个节点、参与者是谁等信息),由信号(signal)指示令牌是否继续执行。

2.3 开发步骤

JBPM 系统的开发并不复杂,主要包括如下步骤。

第一步:选定外部数据库。为了便于开发和测试,JBPM 使用的是内存数据库 hypersonic,在实际应用中需要切换到外部数据库。由于 JBPM 使用的是 Java 领域最流行的数据持久层解决方案 Hibernate,因此只要是 Hibernate 支持的数据库,JBPM 都会支持。

第二步:创建流程定义。在 JBPM 中,可以采用图形化流程设计器(GPD)、用 XML 文件直接编写、通过 Java 业务逻辑动态创建等三种方式来创建流程定义,流程定义完成后生成流程定义的描述文件 processdefinition.xml^[5]。

第三步:生成 pde 包的工作目录。将上一步生成的 processdefinition.xml 文件和其他文件放在指定的目录下,使用 ant build.process.archives 生成格式为 jar 的 pde 包。

第四步:把数据库的 JDBC 驱动放在 pde 工作目录的 lib 目录下,更改 pde 工作目录的属性,设定相关的数据库连接信息。

第五步:部署流程定义。使用 Ant deploy.process.archives 把上面生成的 pde 部署到数据库,也就是把流程定义的相关信息保存到 JBPM 数据库中^[6]。

第六步:利用 JBPM API 函数开发相应的工作流程。

3 JBPM 的一个实现方案

3.1 系统背景

在铁路线路检修中,检修人员发现任何线路故障都要求及时报修。以往的报修方式往往采用对讲机或者打电话的方式进行,这种方式直接、方便,但是面对复杂的报修流程,铁路检修单位很难及时跟踪、掌握故障的处理情况,因此迫切需要引入一套信息化故障报修系统,使铁路检修单位对线路故障作出更为迅速、有效的控制和反应,实现线路报修工作信息化、自动化的目标。但是,由于铁路系统的特殊性,故障报修流程通常会根据铁路运输的发车频率和忙闲程度等不断进行调整。因此,传统“硬编码”方式开发的故障报修系统

显然不能适应业务流程多变的铁路系统应用。

在此背景下,以 JBPM4 为基础,利用 Struts2、Spring、Hibernate 三大开源框架,选用 Mysql 数据库,设计实现了面向铁路系统应用的故障报修系统。

3.2 系统流程

该系统的流程环节较多,包括报修人员新建报修单、管理所填单、工区派工填单、维修单位填单、工区审核转报或办结等五大环节。系统的工作流程如图 3 所示。

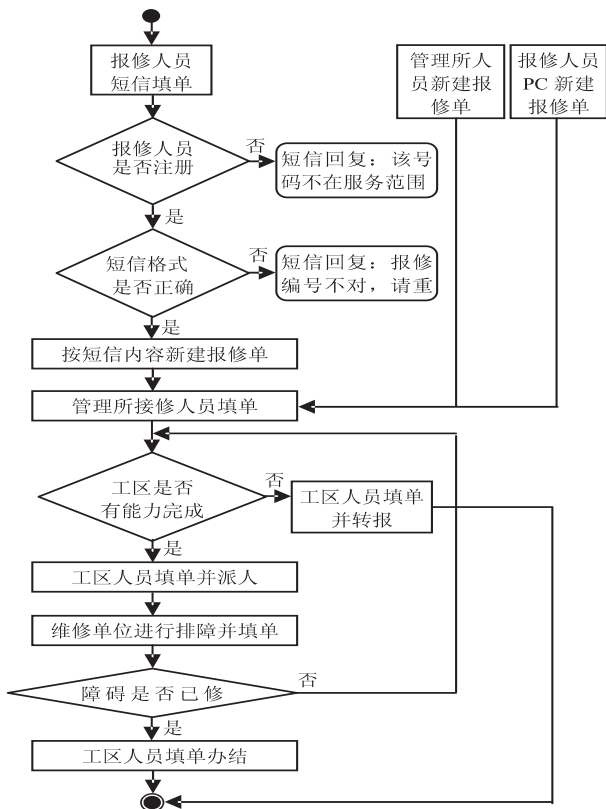


图 3 系统的工作流程

各个环节的详细功能如下:

新建报修单:报修人员可以利用短信或者 PC 机进行报修,管理所人员也可以直接新建报修单。当新建报修单后,系统自动向报修人员发送短信回复“报修单成功发送”,同时也会短信通知报修人员所属管理所的接修人员。报修单自动提交到所属管理所。

管理所填单:管理所人员收到报修人员新建的报修单后,进行接修填单并提交。系统自动向报修人员发送短信回复“报修单成功填报”,同时也会短信通知该管理所所属工区的工区人员。报修单自动提交到所属工区。

工区派工填单:工区人员收到提交的报修单后,先进行判断,确认工区是否有能力完成。如果有,则工区人员填单并派人,系统自动向工区填单人员发送短信回复“报修单成功受理”,同时也会短信通知该工区下维修单位的所有维修人员。报修单自动提交到所辖维

修单位。如果没有,则工区人员填单并转报,系统自动向报修人员、管理所填单人员和工区填单人员分别发送短信回复“该报修单已转报”。

维修单位填单:维修单位收到提交的报修单后,派人对故障进行处理,然后进行填单操作和提交,系统自动向维修单位填报人员发送短信回复“报修单成功填报”,并向工区填单人员发送短信回复“报修单已处理完毕”。

工区审核转报或办结:工区人员收到维修单位返回的报修单时,先判断障碍是否已经修复。如果是,工区人员填单办结,系统自动向管理所填单人员和报修人员发送短信“报修单已办结”。如果没有,工区人员将再次对报修单进行处理。

从以上流程可以看出,每一步流程的处理都会有短信提示和回复,报修人员和流程处理人员能及时掌握流程的走向和处理状态,这是传统的电话或对讲机报修方式所不能实现的。

3.3 系统实现

采用 workflow 技术的好处是,当业务流程发生变更时,只需要对流程进行改进即可,从而避免了对原有系统的改动^[7]。但是,铁路系统应用既庞大又复杂,不可能把整个企业应用都建立在工作流引擎之上,所以通常的做法是只有在需要 workflow 引擎的时候才使用它。这就要求必须解决 JBPM 与面向整个企业应用的开发框架的整合问题。

3.3.1 总体设计

为了把 JBPM 整合到铁路系统应用当中,不能指望 JBPM 的可视化开发插件,因为这种情况下可视化开发插件提供的自动部署流程的功能已经不可用了^[8]。为此,该系统利用 Spring 容器对业务接口和数据访问接口进行可单例化、可工厂化的管理,使流程文件部署独立于 J2EE 系统,从而与其他企业应用的集成更加松耦合。

系统采用典型的 B/S 架构,分为表现层、应用层和数据层,总体架构如图 4 所示。

表现层基于 ExtJS RIA 库构建。ExtJS 是一个与后台技术无关的前端 ajax 框架,主要用于创建前端用户界面,支持多种客户端平台的标准 HTTP 访问。

应用层运行在开源的 Web 容器 TomCat 上,包含 Web 控制、业务处理和数据访问三部分。Web 控制部分采用 Struts2 框架实现。Struts2 以 WebWork 为核心,采用拦截器机制处理用户的请求,这种设计使业务逻辑控制器与 Servlet API 完全脱离开。业务处理部分采用轻量级的控制反转 (IOC) 和面向切面 (AOP) 的容器框架 Spring 实现。

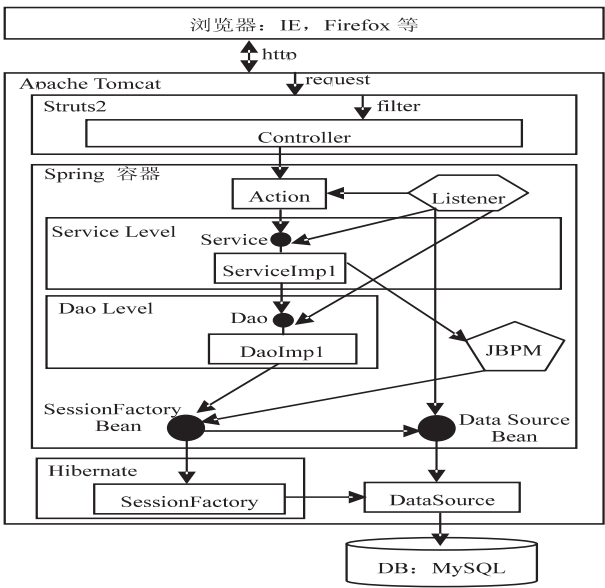


图 4 系统总体架构

其中的 Service 层用来控制事务属性,DAO 层用于数据库直接部署操作^[9],JBPM 用于处理所有与流程相关的数据操作。这种部署方案具有良好的可扩展性和鲁棒性。数据访问部分由对象关系映射框架 Hibernate 实现。

数据层采用开源的关系型数据库管理系统 MySQL。

3.3.2 关键问题与解决

(1) S2SH 框架的搭建与整合。

系统的设计基于 S2SH,即 Struts2、Spring、Hibernate 三大开源框架。在整合前,首先要向工程导入相应的 jar 包,还要把 Struts2 的 Action、Hibernate 的 SessionFactory 和 DataSource 整合到 Spring 中,让 IOC 容器统一管理。这里需要配置 web.xml、struts.xml、applicationContext.xml 三个文件。

系统通过 Spring 的 AOP 让 Service 层进行事务管理处理,这样,同一 Service 即使调用多个 Dao,也能保持事务的一致性和原子性^[10]。但是,由于 Spring 所管理的实体默认是单例的,而系统中 Struts2 的 Action 大多是有状态的,这使得本身线程安全的 Struts2 就变得不安全了。

为解决这个问题,系统采取的方法是修改 Spring 所管理的 Action Bean 的 scope 属性,把它们的作用域从单例改为 session 级别。例如:

```
<!--新建报修单-->
<bean id="CreateRepairReportFormAction" class="com. toceansoft. hrrs. web. action. CreateRepairReportFormAction" scope="session">
    <property name="createReportFormService" ref="CreateReportFormService"></property>
</bean>
```


同时在 web.xml 里加入监听器:

```
<listener>
<listener-class>org.springframework.web.context.request.RequestContextListener
</listener-class>
</listener>
```

(2) Extjs 与 Struts2 的整合。

从传输速率上考虑,系统采用 Json 数据格式把数据从后台传给前台,但在将 Extjs 和 Struts2 转换为 Json 格式时,往往由于版本不兼容的问题出现不能转换的错误。解决的办法是在 struts.xml 配置中作相应的修改。具体配置如下:

```
<package name="json" namespace="/" extends="json-default">
<action name="*" class="*"><result type="json"></result>
</action>
.....
</package>
```

(3) JBPM 与 Spring 的整合与应用。

JBPM 并不能直接支持 Spring,需要第三方插件的支持^[11]。在业务流程定义时,采用 JBPM 的可视化插件进行流程定义,并设置好流程各个环节的执行者和任务跳转的条件。流程定义完成后,则自动生成对应的 XML 文件。

为了将对象统一管理,需要把流程的实例化工作交给 Spring 来处理。首先,在 Spring 的配置文件 applicationContext.xml 里加入一个 bean,具体配置如下:

```
<bean id="springHelper"
class="org.jbpm.pvm.internal.processengine.SpringHelper"/>
<bean id="processEngine"
factory-bean="springHelper" factory-method="createProcessEngine" />
```

然后,在需要工作流引擎的地方注入 processEngine,再通过 JBPM 的 API 读取流程定义文件,根据流程定义以及当前的任务状态,判断是继续执行还是向下跳转,主要代码如下:

```
public class WorkflowEngineImpl implements IWorkflowEngine {
private ProcessEngine processEngine;
private RepositoryService repositoryService = null;
private ExecutionService executionService = null;
private TaskService taskService = null;
//启动流程,完成新建报修单环节,并新建下一环节的任务
public Boolean startFlow(Integer repairReportFormId, Integer userId)
{
repositoryService = processEngine.getRepositoryService();
```

```
executionService = processEngine.getExecutionService();
taskService = processEngine.getTaskService();
//发布流程
String deploymentId =
repositoryService.createDeployment().addResourceFromClasspath("report.jpdl.xml").deploy();
//创建流程实例
ProcessInstance processInstance =
executionService.startProcessInstanceByKey("report", repairReportFormId.toString());
//完成任务节点
processInstance.isActive("新建报修单");
//获取当前任务 id
String taskId = taskService.createTaskQuery().processInstanceId(processInstance.getId()).assignee("reporter").uniqueResult().getId();
//让任务向下流转,提交任务
taskService.completeTask(taskId);
return true;
}
```

4 结束语

工作流管理系统作为一种满足企业业务流程分布性、重用性和普遍性等要求的软件包,已经与信息技术和企业管理紧密结合,逐渐渗入到 MIS(管理信息系统)、EPR(企业资源计划)、CRM(客户关系管理)等企业级关键系统中,并迅速成为这些系统的核心。

文中通过探讨工作流管理系统的概念和分类,对比分析主流工作流管理系统的技术特点和应用趋势,重点研究了 JBPM 的实现技术,并利用 Spring、Struts2、Hibernate 三大开源框架设计与实现了面向铁路系统应用的故障报修系统。

该系统经过初步试用,有效提高了线路故障的报修率和修复率,取得了令人满意的效果。应用表明,JBPM 在程序的健壮性与可维护性、流程的并发性与数据的可操作性等方面具有明显优势,能满足业务流程灵活多变的要求。

参考文献:

- [1] Cumberlidge M. Businessprocess management with JBoss JBPM[M]. Birmingham:Packt Publishing,2007:114-116.
- [2] Work flow management coalition[EB/OL]. 1994-11. <http://www.wfmc.org>.
- [3] 王 玉,杨旭东. 工作流技术在机场信息系统中的应用[J]. 计算机科学,2012(S2):166-168.
- [4] 王宇明,庄继晖. JBPM—一个开源的 J2EE 工作流管理系统[J]. 微处理机,2006(5):113-115.

(下转第 108 页)

由可能会消耗网络带宽和接口队列资源,给整个网络增加负担;而 AODV 协议使用源序列号和目的序列号机制,避免了过时的缓冲路由造成的不良影响,保证了路由更新的及时性。图 4 中网络吞吐量用来表征网络中的数据传输率、数据结果显示,节点移动速度在 50 m/s 左右时,DSR 协议的网络吞吐量高于 AODV 协议的吞吐量,在其他情况下 AODV 协议的网络吞吐量都优于 DSR。

3 结束语

结合 24 台移动通信设备在无线 Ad Hoc 网络环境中实现通信的需求背景,分析了 GloMoSim 仿真环境中 Ad Hoc 网络的路由协议,并在 GloMoSim 仿真平台上结合具体的网络仿真场景对无线 Ad Hoc 网络的 AODV 和 DSR 两种按需驱动路由协议进行仿真,通过端到端时延、分组投递率和吞吐量三项不同的性能指标比较分析不同的移动速度下两种协议的性能优劣。实验结果显示,在静态和动态两种情况下该仿真平台都可以实现无线通信,在静态情况下,由于 DSR 协议采用路由缓存技术,保存有源路由信息,而 AODV 每次有通信需求时都需要重新发起“路由查找”过程,所以 AODV 的平均时延高于 DSR 协议,而在平均分组投递率和平均网络吞吐量方面 AODV 协议均优于 DSR。在动态情况下,由于 DSR 协议使用了路由缓冲技术优化策略,在网络拓扑结构高速动态变化的情况下,路由也处于高度动态变化的状态,一些错误或过期的路由缓冲信息可能会由于节点的监听机制影响和感染其他节点,从而消耗网络带宽和接口队列资源,给整个网络增加负担;而 AODV 协议采用了源序列号和目的序列号机制,能够保证路由信息更新的及时性,避免了过时的缓冲路由造成的不良影响,提高了网络的传输效率,因此 DSR 协议的平均分组投递率和网络吞吐量都低于 AODV 协议。

综合看来,AODV 协议比 DSR 路由质量更好,性能

更加稳定,更适合应用于移动的无线 Ad Hoc 网络环境中。实验不仅满足了 24 个移动节点在无线 Ad Hoc 网络中的通信需求,为战术网络建设提供技术支持,仿真结果也为评价路由协议提供了参考依据,对后续网络协议的研究及算法的改进提供了参考。

参考文献:

- [1] 程伟明,周新运. 一个用于 Ad Hoc 网络的分簇方法[J]. 计算机学报,2005,28(5):864-869.
- [2] Khan K U R, Zaman R U, Reddy A V. Integrating mobile ad hoc networks and the Internet: Challenges and a review of strategies [C]//Proceedings of IEEE/CREATE - NET/ICST COMSWARE 2008. [s. l.]:[s. n.],2008.
- [3] 戴 晖,于 全,汪李峰. 战术移动 Ad Hoc 网络仿真中移动模型研究[J]. 系统仿真学报,2007,19(5):1165-1169.
- [4] 王 博,李腊元. 移动 Ad Hoc 网络路由协议的性能分析与比较[J]. 计算机仿真,2008,25(1):138-141.
- [5] 杨盘龙,田 畅,于 雍. 基于战术互联网环境的自组织网络路由协议性能仿真与评估[J]. 系统仿真学报,2005(7):1538-1542.
- [6] 陈哲愚,张 建,陈 燕. 一种基于节点移动性的 AODV 改进协议[J]. 微电子学与计算机,2010(9):155-158.
- [7] Royer E M, Melliar-Smith P M, Moser L E. An analysis of the optimum node density for ad hoc mobile networks [C]//Proceedings of the IEEE international conference on communications. [s. l.]:[s. n.],2001:857-861.
- [8] Zhang Xinming, Shi Dong, Zou Fengfu, et al. Integrated routing metric for mobile ad hoc networks [J]. Journal of software, 2009,20(11):3077-3085.
- [9] 王 杉,魏急波,庄钊文. 基于 GloMoSim 的移动自组网路由仿真[J]. 电讯技术,2006(5):105-108.
- [10] William N, Tracy C. Stationary distributions for the random waypoint mobility model [R]. [s. l.]:[s. n.],2003.
- [11] Khan K U R, Reddy P A V, Zaman R U. An efficient integrated routing protocol for interconnecting mobile ad hoc network and the Internet [C]//Proc of ICAC. New York: ACM,2009:460-466.

(上接第 104 页)

- [5] 吉 梅,陈力琼. JBPM 工作流在教务管理系统中的应用 [J]. 计算机应用与软件,2011,28(6):230-231.
- [6] 范 菁,吕赛辉,熊丽荣. 基于 Spring 容器的 JBPM 流程文件部署模型[J]. 计算机系统应用,2010,19(2):110-114.
- [7] 顾文轩,王 琼,徐汀荣. 基于 JBPM 的工作流管理系统的设计与研究[J]. 计算机应用与软件,2009,26(5):104-106.
- [8] 傅 明,张 玮. 基于 J2EE 开源工作流引擎 JBPM 的设计实现[J]. 计算机技术与自动化,2008,27(4):111-114.
- [9] 凌正俊. 基于 JBPM 与 JPD L 的工作流管理系统的研究与

设计[J]. 计算机技术与发展,2011,21(8):50-53.

- [10] Yang Mingku, Liang Hongbing, Xu Bin. S-WIMS: A service-based work-flow management system in grid environment [C]//Proceedings of the 19th international conference on advanced information networking and applications. [s. l.]:[s. n.],2005.
- [11] van der Aalst V M. Modeling and analyzing workflows crossing organizational boundaries [J]. Information & management, 2009,37:67-75.

JBPM workflow management system research and implementation

作者:
作者单位:
刊名:

[许爱军, XU Ai-jun](#)
[广州铁路职业技术学院, 广东 广州, 510430](#)
[计算机技术与发展](#)

英文刊名:

ISTIC

[Computer Technology and Development](#)

年, 卷(期):

2013(12)

本文链接:

http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfz201312024.aspx