

基于 JBPM 的遥感产品在线定制系统^①

马彩虹, 张 静, 段建波, 刘士彬, 刘建波

(中国科学院 对地观测与数字地球科学中心, 北京 100094)

摘 要: 本文将工业生产组织和办公自动化领域的工作流理念引入到遥感在线产品的定制中, 提出了一种融合 JBPM 工作流框架的遥感产品在线定制系统设计方案. 本设计方案, 具有以下几点创新: 为适应遥感产品在线定制系统需求, 将传统 JBPM 的三层框架转化为五层架构; 将富客户端 Flex 技术应用到 Web 可视化流程定制中, 增强了客户端浏览器的兼容性; 采用 JBPM API 的二次开发技术, 解决了个性化流程定制工具与 JBPM 引擎之间的流程驱动问题; 采用面向 SOA 体系的整体设计框架, 降低了系统中各模块间的耦合性. 试验系统表明, 本设计方案能有效的满足用户对个性化遥感产品的在线定制需求, 并高效的完成用户所需遥感产品的生产.

关键词: 遥感数据产品; 工作流; JBPM; Flex

Online Order System of Remote Sensing Products Based on JBPM

MA Cai-Hong, ZHANG Jing, DUAN Jian-Bo, LIU Shi-Bin, LIU Jian-Bo

(Center for Earth Observation and Digital Earth Chinese Academy of Sciences, Beijing 100094, China)

Abstract: In this paper, the workflow technical, as an effective approach to execute the business processes in the industrial production organization and office automation area, is applied on the online order system of remote sensing products. Therefore, a new design of the online order system of remote sensing products based on JBPM which is one of major open source workflow management systems is proposed. The JBPM as an analysis framework is also motivated by the following factors. First, considering the characters of online order system of remote sensing products, the ordinary three-tier architecture of JBPM was changed to five-tier architecture. Second, according to the defects of web process designer in JBPM, the client is developed by Flex and using the SHH designer framework which success to solve many cross-browser compatibility issues. Third, the web service, the JBPM's production-driven designer and the service-oriented architecture are all developed to reduce coupling degree and make the process configuration simple. In order to prove the new design system's good performance, the testing system was build. The testing data on the testing system show that the new system can meet users' diversified and individualized needs of remote sensing products. And those remote sensing products can be produced well.

Key words: remote sensing product; workflow; JBPM; FLRX

近年来, 随着航空和航天技术的飞速发展, 遥感数据的获取技术正向三多(多传感器、多平台、多角度)和三高(高空间分辨率、高光谱分辨率、高时相分辨率)的方向发展, 因此遥感数据量正以每天 TB 级的速度在增长^[1-3]. 同时, 伴随着科学技术的快速发展和高性能计算机的普及, 人类能处理的遥感产品种类也越来越多. 这些具备多空间分辨率、多光谱

分辨率、多时间分辨率的遥感数据产品, 能够为不同领域的用户提供遥感信息支持. 而不同研究与应用领域的用户对遥感产品的需求是多样的, 如何能够从海量的遥感数据和丰富的产品模型中快速与有效获取用户所需的遥感产品数据则成为一个关键问题. 工作流技术, 作为支持现代企业经营重组、经营过程自动化的一项关键技术^[4,5], 为遥感产品数据的快

① 基金项目: 国家 863 计划(2012AA12A301)

收稿时间: 2013-08-16; 收到修改稿时间: 2013-09-10

速、自动化、按需生产的需求提供了一种良好的解决途径。

workflow 技术，起源于工业生产组织和办公自动化领域，主要解决固定程序活动的自动化问题^[6-9,15,20,21]。基于 workflow 引擎的产品生产流程驱动依托于 workflow 引擎技术，解决产品生产过程的解析和与外部程序的消息交互。近年来，随着网络技术的发展，以及信息化的普及， workflow 技术也得到了很大的发展。开源的 workflow 产品也越来越多，比如 fireflow、Willow、workflow 等^[17]。而 JBPM 凭借其优秀的引擎设计架构和良好的可扩展性受到了越来越多的关注。目前对于 JBPM workflow 引擎方面的产品已趋于成熟^[10,11]，但是对流程设计器方面的研究仍存在一定的问題。比如 Web 的可视化中浏览器的兼容性问题，针对这一问题，谈丽等^[12]提出了将得到普遍应用的富客户端 Flex 开发技术应用 Web 可视化当中，解决了 JBPM 在浏览器间的兼容性问题。但如何针对遥感产品，设计出良好的 Web 可视化定制插件，并驱动遥感算法模型进行后台生产，仍存在很多问題，本文针对这些问題进行调研探讨，最终提出了一种融合 JBPM 的遥感产品的在线定制系统设计方案，满足了各类用户对不同遥感产品的生产需求。

1 JBPM workflow 引擎

JBPM, 全称是 Java Business Process Management (业务流程管理)，它是覆盖了业务流程管理、 workflow、服务协作等领域的一个开源的、灵活的、易扩展的可执行流程语言框架。JBPM, 是一个开放源代码的基于 J2EE 的轻量级 workflow 引擎^[10-13,18,19]。 workflow 引擎是 workflow 的核心组件，对流程实例、任务实例进行管理。JBPM 的特色之一是它采用自己定义的 JBoss process definition language(JPDL)流程描述语言。JPDL 使用直观的流程语言以图形化的方式来表示业务流程，使用术语任务、异步通讯等待状态、定时器、自动操作等。并详细定义了这个状态图的每个部分，如起始、结束状态，以及状态之间的转换。JBPM 的另一特色是它使用 Hibernate 来管理它的数据库。Hibernate 是目前 Java 领域非常流行的一种数据存储层解决方案，而 JBPM 支持所有 Hibernate 支持的数据库。通过 Hibernate, JBPM 将数据的管理职能分离出去，自己专注于业务逻辑的处理^[14]。

JBPM 在 web 应用中的框架如图 1 所示，它采用典

型的 J2EE 的三层架构，即客户端、应用服务器和数据库层。客户端使用的瘦客户端，它通过 JBoss JBPM API 实现其与应用服务器的对接。应用服务器使用的是开源的代码 JBoss, 其与数据库之间通过 Hibernate 层实现数据的访问与操作。JBPM 数据库是包含 JBPM 表的一个内置流程的 hypersonic 数据库，主要是便于加法和测试，在生产环境中通常把数据切换成为 mysql、oracle 等主流数据库^[13]。

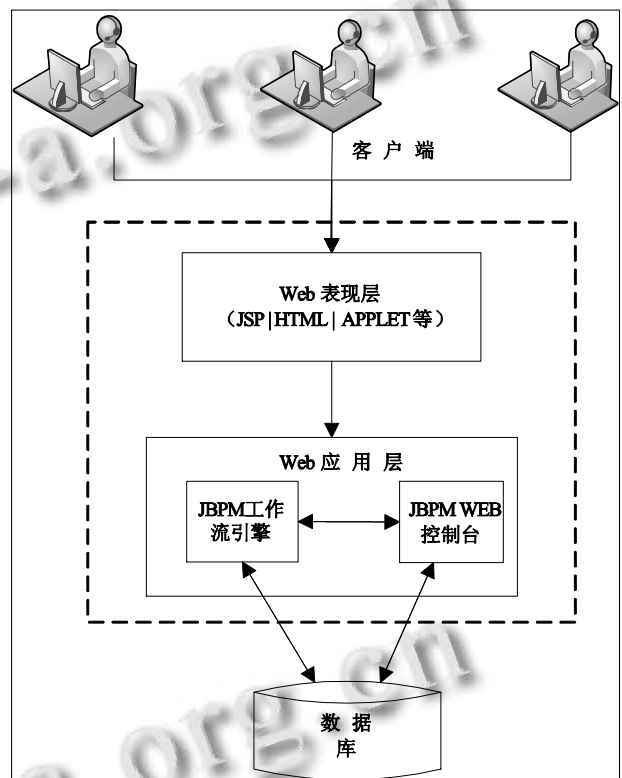


图 1 JBPM 在 WEB 容器中里的运行架构图

其中，应用服务器，主要包括 Web 表现层、JBPM WEB 控制台和 JBPM 工作流引擎组成。Web 表现层，对客户端的请求进行处理和响应，包括 struts action 的触发，JSP 的编译等。JBPM WEB 控制台服务于两个目标。首先，作为一个中央用户作用于流程执行所产生的运行时任务；其次，它是一个管理和监控控制台，控制台允许检查和操作运行时实例。JBPM 工作流引擎是一个纯 java 库，用来管理流程定义和流程执行时的运行时环境^[12,17]。

2 融合 JBPM 的遥感产品在线定制系统设计

为实现用户自主遥感产品的在线定制，本文将

JBPM 的处理思想应用到该在线定制系统中。同时,在借鉴国内外本领域先进的技术经验和成果的基础上,综合先进的计算机网络技术、WEB 可视化技术、工作流程技术以及 WEB 服务技术,本着系统集成与核心自主开发相结合的宗旨,提出了独具特色的融合 JBPM 遥感产品在线定制系统的设计方案。

2.1 设计思想

遥感产品在线定制,是在遥感数据源和遥感算法模型集的基础上,能根据用户对所需遥感产品的需求,绘制对应的目标遥感产品的遥感产品流程图,并能实时驱动流程图生产用户所需进行目标遥感产品的过程。遥感产品在线定制的三大要素:遥感数据源、遥感算法模型和遥感产品流程图。现对遥感数据源、遥感算法模型、和遥感产品流程图和遥感产品数据等概念进行一一叙述。

(1) 遥感数据源

遥感数据源,是指用于生产遥感产品数据所需的基础遥感数据。按照遥感数据处理级别的不同,可将其划分为原始遥感影像数据、初级遥感产品数据和专题遥感影像数据。原始遥感影像数据,是指从遥感传感器中,直接接收,且尚未经过处理的遥感数据;初级遥感产品数据,指经过初步处理的原始遥感影像数据,比如经过辐射校正、正射校正、几何校正等操作后的遥感产品数据;专题遥感影像数据,指原始遥感影像数据或初级遥感产品数据,按照某种专题应用需求生产出的遥感产品数据,比如云产品数据、植被覆盖数据、水产品数据等。

(2) 遥感算法模型

遥感算法模型,是指运用数理统计等多种方法,以及计算机领域的知识,实现对遥感数据源进行处理、分析、解译等目标的算法或者模型。遥感算法模型,作为算法模型的一种,其包括算法模型实体和输入输出参数组成。其中算法模型实体,也即算法模型的实现;算法模型的输入输出参数,是指算法模型实体暴露在外端的算法接口。其中,在遥感产品在线定制中,与算法模型实体相比,我们更关注算法模型输入输出参数的设置。遥感领域的算法模型种类和数量均很多,比如直方图算法、遥感影像配准算法、植被覆盖指数算法(NDVI)、叶面积指数算法(DVI)等。

(3) 遥感产品流程图

遥感产品流程图,指为生产某种遥感产品数据所

需的算法模型的有序集合,其包括算法模型集合的绘制和算法模型参数设置两个步骤。算法模型集合的绘制,即遥感产品流程图的绘制过程;算法模型参数设置,是指为遥感产品流程图中所涉及的算法模型设置参数的过程,也即算法模型中遥感数据源和普通参数的指定。

(4) 遥感产品数据

遥感产品数据,是某些遥感数据源,按照指定的遥感产品流程图,加工生产出的具备某种意义目标遥感数据。

遥感产品在线定制系统,是指满足遥感产品在线定制需求,并驱动遥感产品数据生产的操作系统。其主要包括遥感产品流程图的在线绘制和遥感产品流程图的后台生产两大阶段。其中,如何实现遥感产品流程图的在线绘制,如何实现流程图与后台生产系统的衔接,以及如何驱动相应的遥感模型算法按照流程图所示的顺序进行有序的生产,是遥感产品在线定制系统设计的关键。本文通过调研研究,将 Flex 富客户端技术用于遥感产品流程图的在线绘制,将 JBPM 工作流的技术应用到遥感产品流程图的驱动生产中,并对其中的细节问题进行合理设计,最终提出了一个合理的遥感产品在线定制系统的设计方案。

2.2 结构设计

按照上节所述的设计思想,在 JBPM Web 应用的设计框架的基础上,结合遥感产品在线定制系统的特点,本文将原有的三层架构拓展为耦合度更小的五层架构,本系统的总体架构可用图 2 进行表征。如图所示,本系统的五层架构分别为:Web 表现层、Web 应用服务层、流程生产驱动层、持久访问层和数据库层。其基础架构采用 SOA 架构设计,Web 表现层、流程生产驱动层同数据库的通信,均通过 Web 应用服务层的相应 web service 实现。

(1) Web 表现层

Web 表现层,即终端用户的交互界面。根据用户角色的不同,提供不同的表现视图。(如普通用户和管理员用户)。表现层有关用户交互的有:提供用户选择输入数据的交互界面、与处理算法模型库的交互界面;对处理算法的个性化参数定制界面、流程定制界面、用户流程管理界面;有关系统管理员交互的有处理算法模块库管理界面、参数类型管理界面、公共流程定制界面与公共流程管理界面。根据 Web 表现层的功能,

将该层划分为两个耦合度较低的模块，即流程业务逻辑层和在线流程定制层。

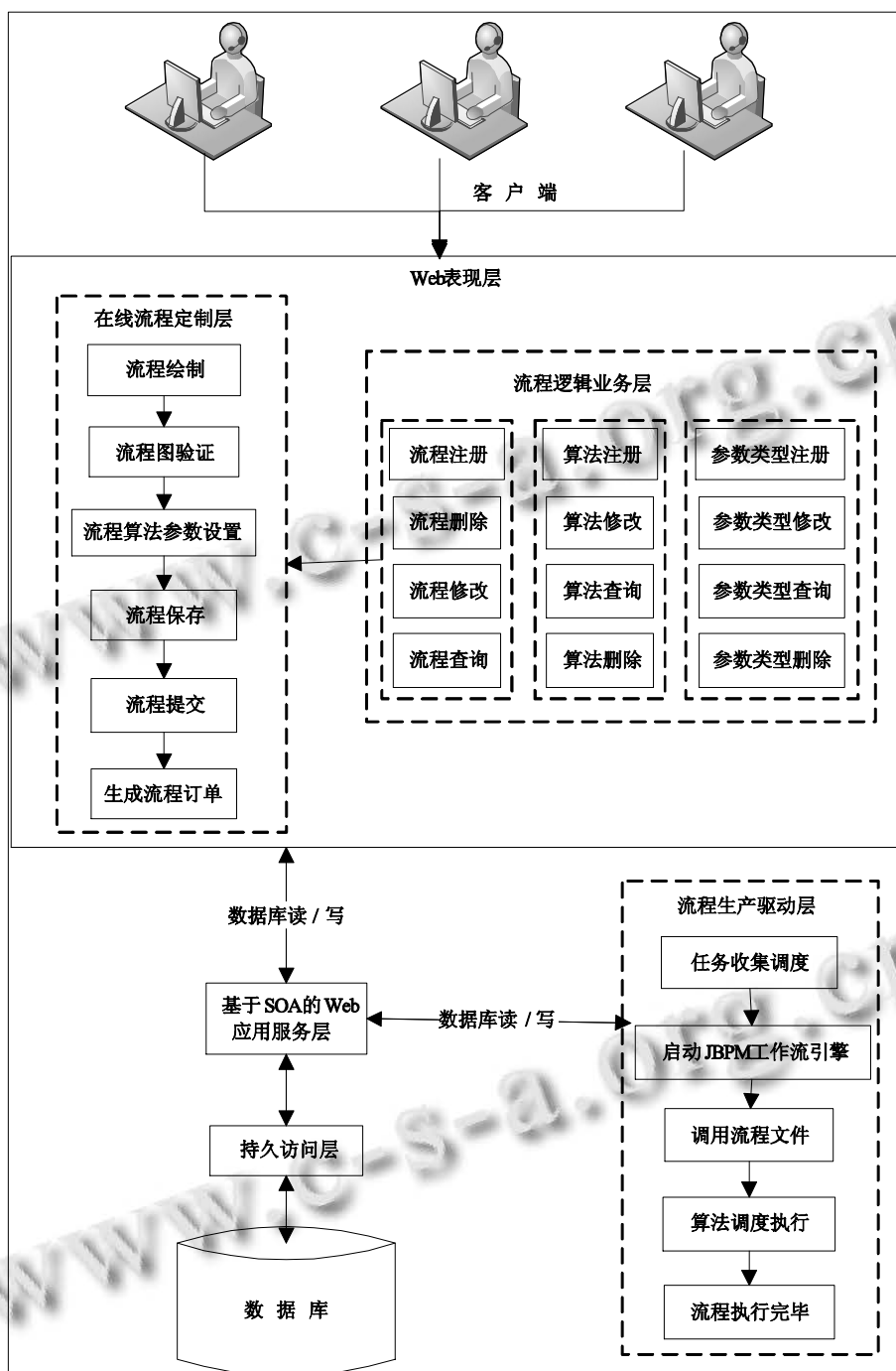


图 2 融合 JBPM 的遥感产品定制系统框架总图

流程业务逻辑层，主要负责对流程、算法模型和算法参数类型进行管理。流程管理模块，主要负责对已有流程的管理，如普通用户对流程的查看、新建、删除等操作，以及管理员对流程属性的修改等操作；算法管理模块，主要是负责对新算法的注册、已有算

法的删除、查询和修改等操作；参数管理模块，主要负责对参数类型的注册、删除、修改和查询操作。其中，对算法管理模块和参数管理模块的操作由专业用户完成。而流程管理模块的部分功能需要调用在线流程定制插件完成，如流程的新建、查询和修改等操作。

在线流程定制层,主要负责用户流程管理和用户流程执行监控工作.用户流程管理功能,主要实现用户在线流程的创建、修改、保存和查询功能,并提交流程订单,以驱动流程生产驱动层对流程的生产执行.用户流程执行监控子系统是用户使用该子系统的入口,用户通过公共基础平台登陆,进入该子系统后,可实现流程执行状态的实时监控.

(2) 基于 SOA 的 Web 应用服务层

Web 应用服务层,主要为便于 Web 表现层和流程生产驱动层对数据库的操作,开发的一系列 Web 应用服务.在本文,该层是用jax-ws开发的一个web service,以满足 Web 表现层对算法表、参数类型表、流程表和流程订单表的读写操作,以及流程生产驱动层对流程表、算法表、流程实例信息表和流程实例日志表的读写操作.而该子系统对数据库的操作都是基于持久访问层实现的,所有的数据库表均被持久访问层映射为相关的 Java 对象,从而通过 Java 对象来访问数据库.

(3) 流程生产驱动层

流程生产驱动层,其核心功能是执行用户在客户端定制的数据处理工作流程,该层由核心工作流引擎包(服务)组成.按照流程生产的功能阶段划分,其主要由:任务收集调度模块、流程执行模块(工作流引擎模块)和算法调度执行模块三个模块组成.该部分的主要执行流程步骤为:首先,收集当前可执行的任务列表,对可执行的任务列表建立队列,采取串行执行的方式进行调度执行;其次,当执行一个任务(用户定制的数据处理工作流程)时,启动 JBPM 工作流引擎;然后,调用用户定制的流程文件,并开始依此执行流程文件中的各个节点(算法).为便于流程执行状况的监控,在流程执行阶段,同时记录流程结点的执行状况.

(4) 持久访问层

持久访问层,主要是对原始数据(数据库或者产品数据文件等存放数据的形式)的操作层,是对数据的操作,具体作用是业务逻辑层或表示层提供数据服务,将业务层的业务对象保存到数据库.根据需求,可以通过“数据库访问系统”提供的接口进行数据库访问,也可以直接访问数据库.对于直接访问,目前基于 Java 的数据持久层框架非常多,应用比较广的是 Hibernate. Hibernate 是一种 Java 语言下的对象关系映射解决方案.它是使用 GNU 宽通用公共许可证发行的自由、开源的软件.它为面向对象的领域模型到传

统的关系型数据库的映射,提供了一个使用方便的框架. Hibernate 也是目前 Java 开发中最为流行的数据库持久层框架.对于本项目来说,将 Hibernate 等类似成熟框架引入,以缩短数据库访问复杂度,并真正以面向对象技术设计数据模型.

(5) 数据库层

数据库层,主要包括流程表、算法表、参数类型表、流程订单表、流程实例信息表、流程实例的日志表等组成.其中,流程表,存储工作流信息表;算法表,存储算法信息;参数类型表,存储参数类型信息;流程订单表,存储已提交的流程订单信息;流程实例信息表,存储正在执行的流程信息;流程实例的日志表,存储已经执行的完的流程信息.

2.3 关键技术

2.3.1 基于 Web 技术的可视化流程定制技术

基于 Web 技术的可视化流程定制技术,是遥感产品在线定制系统设计的前提和先决条件.目前,在实现基于 Web 的可视化流程的定制工具的众多方案中,由于其在浏览器的兼容性上仍存在的问题,例如 IE 浏览器不支持 SVG、而 Chrome 和 Firefox 又不支持 VML.因此,如何实现一个良好的 Web 技术的可视化流程定制插件,以提高系统的稳定性和浏览器的兼容性问题,是 Web 技术的可视化流程定制工具的关键.而 Flex 作为一种成熟、稳定,且得到普遍使用的富客户端技术,能有效的解决浏览器的兼容性问题.因此,在本方案中,选择 Flex 技术来实现 Web 技术的可视化流程定制工具的开发.

基于 Flex 的 Web 的可视化在线流程定制工具,主要完成目标遥感产品流图的绘制,流程图所涉及的算法模型的参数设置,以及遥感产品流程的保存和提交功能.其主要包括两大核心功能模块:友好的 Web 遥感产品流程图的绘制模块和方便快捷的遥感算法模型的参数设置模块.其中,遥感产品流程图的绘制模块,主要是指能满足用户强大绘制需求的 Web 画板,其基本的绘图元素有:主始结点、终止结点、算法结点和分支结点,以及连接以上各节点的路由等五部分组成;遥感算法模型的参数设置模块,主要完成遥感产品流程图中遥感算法模型信息的获取和设置.在此过程中,Web 界面中算法结点信息的获取,以及流程信息的保存等操作,均通过相应的 JAVA 服务实现与后台数据库的实时有效交互.

2.3.2 基于 JBPM 的工作流引擎的遥感产品流程生产

驱动技术

遥感产品流程生产驱动技术,是在现有遥感数据源和遥感算法模型的基础上,按照用户提交的遥感产品流程图的逻辑关系,保证计算机后台准确有效的驱动遥感算法模型有序生产的技术。遥感产品流程生产驱动技术,是遥感产品能否正确有效生产的技术保证,也是遥感产品在线定制系统真正付诸实现的关键技术。而 workflow 技术,作为一项比较成熟的业务流程的全部或部分自动化技术,能通过 workflow 引擎有效的驱动数据、信息或任务按照一定的过程规则流转,实现组织成员间的协同工作,以达到业务的整体目标。因此,我们将 workflow 技术引用到遥感产品流程生产驱动中,已解决遥感产品流程图的正确有效执行问题。在本文中,采用开源的 JBPM workflow 引擎来实现遥感产品流程生产驱动。在此过程中,首先通过 xml 转换软件,将流程定制工具生成的流程文件转化成符合 JBPM workflow 引擎的流程文件。其次,通过对 JBPM 的 API 的二次开发,利用 JBPM workflow 引擎自动解析并控制流程的进行,以完成遥感产品流程的后台驱动生产。

2.3.3 面向遥感算法模型的算法业务逻辑设计

遥感产品在线定制,如前所述,其实质是遥感数据源按照遥感产品流程图生产目标遥感产品的过程。其中,遥感产品流程图的实质为一系列遥感算法模型的有序组合图。而算法模型的有序组合的实现方式,实质是对遥感产品流程图中所涉及的遥感算法模型的输入、输出参数的设置与绑定。因此,合理的遥感算法模型的设计与管理是遥感产品在线定制的设计中较为重要的一环。根据遥感产品流程的需求,首先,按照遥感算法模型中参数的类型不同,将参数划分为遥感数据参数类型和普通数参数类型两类;其次,按照参数对遥感算法模型的需求不同,将参数划分为输入参数和输出参数两类。按照这两类不同的参数划分方式,就可以实现算法间不同参数类型将的有效传递和参数绑定。

2.3.4 基于 SOA(Service-Oriented Architecture)的系统交互与应用设计

由于融合 JBPM 的遥感产品在线定制系统,其涉及五大层架构,而每层架构根据功能需求,采用的开发语言和开发环境各不相同,因此一种良好的低耦合设计架构,对于系统的稳定性和可持续发展性具有重大意义。而 SOA 架构,作为一种面向企业级服务的低

耦合系统设计架构,其具备松耦合性,位置透明性以及协议无关性等特点。也即保证不同服务之间保持一种松耦合的、相对独立无依赖的关系,保证所有服务对于其调用者来说都是位置透明的,保证每一个服务都可以通过不同的协议来调用。这些特点,使得 SOA 架构很适合解决在 Internet 环境下的不同商业应用之间的业务集成问题,比如大量异构系统并存,大量、频繁的数据传输的速度,和无法完成服务(Web service)的版本升级等 Internet 环境下常见问题。因此,本文采用基于 SOA 的系统设计框架,以保证整个系统的松耦合性以及灵活性,这为系统未来的业务逻辑扩展打好了基础。

2.3.5 利用控制反转 IOC 和面向切面编程 AOP 的设计

由于本系统涉及不同的功能层,为降低系统开发人员的工作量,本文引入轻量级的控制反转(IOC, Inversion of Control)和面向切面(AOP, Aspect Oriented Programming)的容器框架,以保证系统的源代码与服务连接和动态功能添加的独立性。首先,IOC 技术,通过在配置文件中描述哪一个组件需要哪一项服务,以保证系统设计的源代码与对象和服务连接不直接连接;其次,AOP 技术,通过将日志记录,性能统计,安全控制,事务处理,异常处理等行为从业务逻辑代码中分离出来,以保证程序动态统一添加功能等行为不影响业务逻辑的代码。

3 融合JBPM的遥感产品在线定制系统实现

3.1 系统运行环境设置

本系统采用的操作系统,是基于 Debian GNU/Linux,支持 x86、amd64(即 x64)和 ppc 架构的 Ubuntu 操作系统。其中,用户在线流程定制子系统,采用基于 Flex4 的 WEB 技术的可视化插件实现。业务管理子系统,采用的是采用 SSH(Struts+Spring+Hibernate)的 WEB 应用集成框架,开发语言为 JSP。生产驱动子系统,即 workflow 引擎层,采用 JBPM5.3 开发实现。另外,本系统的后台数据库为 Mysql,各个子系统之间的信息交互,采用 JAVA 服务实现,其 JAVA 的可开发环境为 JAVA 的开发环节为基于 Apache Http Server 的 Web 服务器和基于 Tomcat 的应用服务器。同时,由于本设计是基于 Web 的开发设计,故系统的客户端需要安装主流浏览器软件。本系统运行所需的具体的基本软/硬件环境的规定如表 1 所示。

表 1 基本软硬件环境配置表

	名称	版本号
操作系统	服务器: Ubuntu	12.10X64
	服务器: Ubuntu	12.10X64
运行环境	Java 运行环境 JDK	7.0
	服务器: Apache	2.4.2
运行支撑库	Struts	2.3.1
	Spring	3.2
	数据库操作: Hibernate	4.1.3
	Web Service: axis2	1.4.1
	日志: log4j	1.2
	Xml 操作: dom4j	1.5
	JBPM	5.3

3.2 流程定制 Web 界面

基于以上的系统设计和实现方法, 其设计实现的系统 Web 客户端示意图如图 3 所示. 本 Web 表现层, 实现了遥感产品流程的在线定制、遥感算法的在线注册与管理、产品流程的管理与查询等功能, 并能在线提交遥感产品流程, 以驱动后台核心工作流引擎的实时生产. 在遥感产品流程的在线定制插件中, 能有效的实现流程图的定制, 并能根据用户的需求实现相关算法模型的输入参数的设定. 其中, 算法列表和算法参数的今本信息均从数据库中读取. 而此 Web 界面生成的遥感产品流程用“.xml”描述, 流程提交后经过 xml 转换软件, 将其转化为 JBPM 所需的“.bpmn”格式.

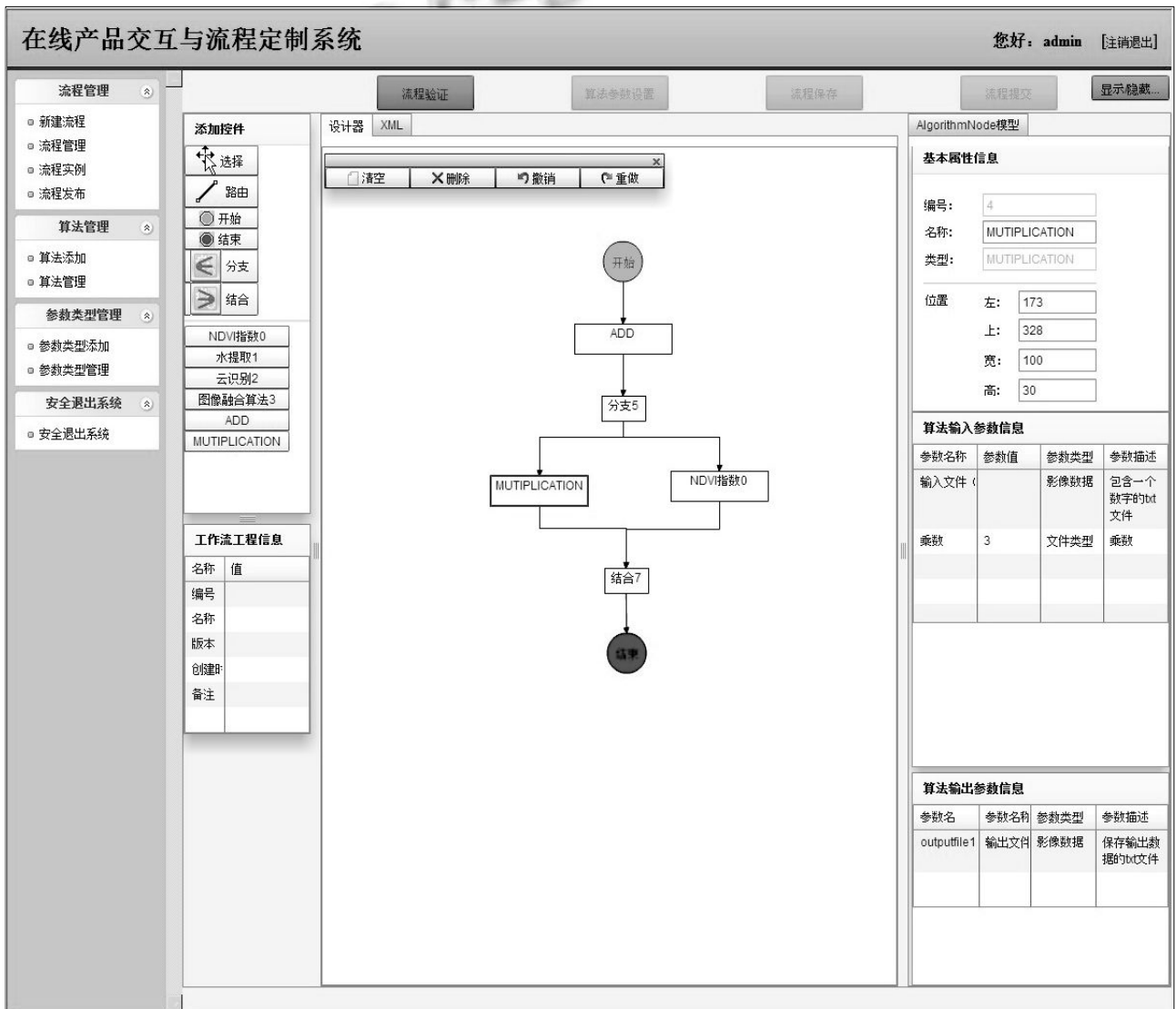


图 3 在线产品定制系统 web 界面示意图

3.3 流程实例后台执行

通过 Web 界面定制流程, 并提交生产后, 流程实例就进入后台生产阶段. 图 4 显示了一个遥感产品流程实例的后台执行效果. 在此流程实例, 采用资源三号的多光谱影像数据作为流程实例的输入数据, 也即

NDVI 算法的输入数据; 采用的算法模型有归一化植被指数(NDVI)和可视化植被指数(VisualizableNDVI), 算法模型采用为可执行的 JAVA 程序, 其中 VisualizableNDVI 算法的输入影像数据为 NDVI 的输出影像数据.

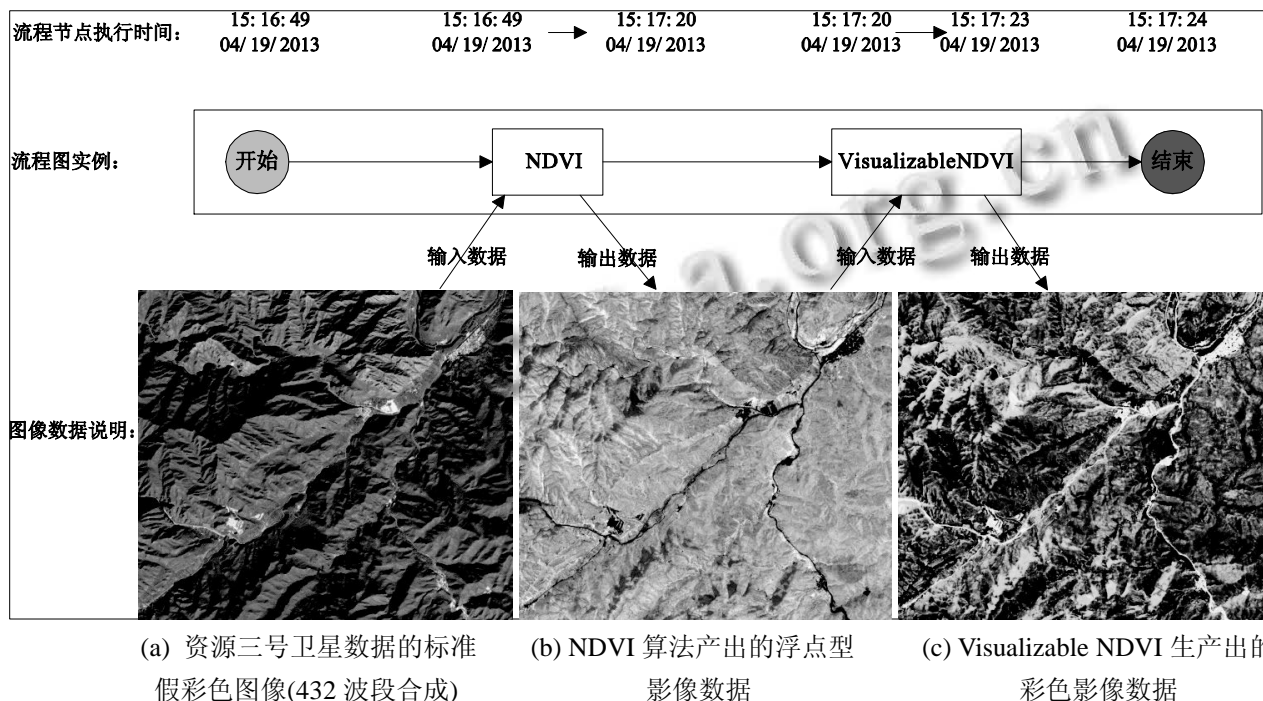


图 4 流程实例运行说明示意图

图 4 中的“流程执行结点执行时间”部分, 显示了“开始”结点和“结束”结点的开始执行时间, 以及“NDVI”算法模型“VisualizableNDVI”和开始执行和执行完毕的时间. 从时间上来看, 总体执行时间为 35 秒, 而流程衔接之间的时间几乎为 0, 从而说明基于 JBPM 的遥感产品在线定制系统的后台执行效率很高. 而图中的“图像数据说明”部分, 用影像数据的形式说明了本系统后台执行的可行性. 同时, 该流程实例后台执行子系统支持多流程实例的并行执行, 能有效的满足网络遥感产品流程定制的需求.

4 结论

本文针对目前大量遥感产品模型中, 如何快速与有效获取用户所需的个性化遥感产品数据问题, 提出了将工业生产组织和办公自动化领域的工作流理念引入到遥感在线产品的定制中, 提出了一种融合 JBPM 的遥感产品在线定制系统. 同时, 在总结 JBPM 的优缺点

的基础上, 对在线产品定制系统中的各个关键技术进行了逐一探讨, 并对其进行了适当的改进. 首先, 为适应遥感产品在线定制系统需求, 将传统 JBPM 的三层框架转化为五层架构; 其次, 将目前得到普遍应用的富客户端 Flex 技术应用到 Web 可视化流程定制中, 解决了现有技术对浏览器不兼容的问题; 然后, 采用 JBPM API 的二次开发技术, 解决了个性化流程定制工具与 JBPM 引擎之间的流程驱动问题; 最后, 本文采用基于松耦合性、位置透明性以及协议无关性的 SOA 架构的系统交互与应用设计, 保证整个系统的松耦合性以及灵活性, 为系统未来的业务逻辑扩展打下了基础.

基于工作流设计思想的遥感产品在线定制系统的设计, 不仅对于用户实时在线定制个性化遥感产品具有重大意义. 同时, 对于大量遥感算法的组织与管理, 以及算法模型的重复利用中也具有十分重要的意义. 除此之外, 此种设计思想, 对于其它学术、科研、生产领域也具备很大的借鉴意义.

参考文献

- 1 Datcu M, Seidel K, Image information mining: exploration of image content in large archives. Aerospace Conference Proc. 2000, 3. 253–264.
 - 2 Dai Q, Liu JB, Liu SB, Ma CH. The research on intelligent content-based remote sensing image retrieval with multi-features. The 17th IASTED IASTED International Conference on Communication, Internet, and Information Technology. CIIT 2012, Baltimore, MD, United states. May. 2012. 14–16.
 - 3 戴芹,刘建波,刘士彬.综合多特征遥感图像智能检索方法的概念设计.地球信息科学学报,2011,3:16.
 - 4 曾月,范玉顺. workflow 管理系统 Web 客户端的设计与实现. 计算机工程与应用,2002,38(2):130–133.
 - 5 戴浩.JBPM workflow 管理系统在 OA 中的应用.电脑学习, 2011,2:130–1315.
 - 6 赵耀,袁梅宇,夏文财.基于 Flex 的 jBPM Web 流程设计器的研究与设计.贵州大学学报(自然科学版),2013,29(2): 107–110.
 - 7 曾炜,阎保平. workflow 模型研究综述.计算机应用研究,2005, 22(5):11–13.
 - 8 van der Aalst WMP. The application of Petri nets to workflow management. Journal of Circuits, Systems, and Computers, 1998, 8(01): 21–66.
 - 9 Medina-Mora R, Winograd T, Flores R, et al. The action workflow approach to workflow management technology. Proc. of the 1992 ACM conference on Computer Supported Cooperative Work. ACM. 1992. 281–288.
 - 10 JBPM team. JBPM User Guide. <http://docs.jboss.org/jbpm/v5.4/userguide/> 2013.3.
 - 11 傅明,张玮.基于 J2EE 开源 workflow 引擎 JBPM 的设计实现.计算技术与自动化,2008,27(4):111–114.
 - 12 谈丽.基于 JBPM+FLEX 的 Ring Cloud2.0 系统的研究与实现[学位论文].北京:北京交通大学,2010.6
 - 13 王宇明,庄继晖.JBPM-一个开源的 J2EE workflow 管理系统.微处理机,2006,10(5):113–115.
 - 14 顾文轩,王琼,徐汀荣.基于 JBPM 的 workflow 管理系统的研究与设计.计算机应用与软件,2009,26(5):104–106.
 - 15 赵瑞东,陆晶,时燕. workflow 与 workflow 管理技术综述.科技信息,2007,8:105–107.
 - 16 van der Aalst W, Weijters T, Maruster L. Workflow mining: discovering process models from event logs. IEEE Trans. on Knowledge and Data Engineering, 2004, 16(9): 1128–1142.
 - 17 Wohed P, Russell N, Ter Hofstede AHM, et al. Patterns-based evaluation of open source BPM systems: The cases of JBPM, OpenWFE, and Enhydra Shark. Information and Software Technology, 2009, 51(8): 1187–1216.
 - 18 Recker JC, Indulska M, Rosemann M, et al. How good is BPMN really? Insights from theory and practice. 2006.
 - 19 Sindre G. An analytical evaluation of BPMN using a semiotic quality framework. Advanced topics in database research, 2006, 5: 94.
 - 20 李玺,胡志刚,胡周君等.基于截止时间满意度的网格 workflow 调度算法.计算机研究与发展,2011,48(5):877–884.
 - 21 胡春华,吴敏,刘国平等.一种基于业务生成图的 Web 服务 workflow 构造方法.软件学报,2007,18(8):1870–1882.
-
- (上接第 30 页)
- redirection protocols. 2011. <http://pomcor.com/techreports/DoubleRedirection.pdf>.
 - 4 时子庆,刘金兰,谭晓华.基于 OAuth2.0 的认证授权技术.计算机系统应用,2012,21(3):260–264.
 - 5 Xu XD, Niu LY, Meng B. Automatic verification of security properties of OAuth2.0 protocol with cryptoverif in computational model. Information Technology Journal, 2013, (12): 2273–2285.
 - 6 薛锐,雷新锋.安全协议:信息安全保障的灵魂-安全协议分析研究现状与发展趋势.中国科学院院刊,2011,26(3): 287–296.
 - 7 邵飞.基于概率进程演算的安全协议自动化分析技术研究[学位论文].武汉:中南民族大学,2011.
 - 8 Dolev D, Yao A. On the security of public key protocols. IEEE Trans. on Information Theory, 1983, 29(2): 198–208.
 - 9 朱玉娜.密码协议符号分析方法的计算可靠性研究[学位论文].郑州:解放军信息工程大学,2008.
 - 10 郑清雄.基于 Spi 演算的安全协议验证.计算机应用与软件, 2011,28(3):262–264,292.
 - 11 Blanchet B. A computationally sound mechanized prover for security protocols. IEEE Symposium on Security and Privacy. 2006. 140–154.