

跨组织工作流的动态协同技术研究

赵 静, 马金平, 张 磊
(青岛大学, 山东 青岛 266071)

摘要:跨组织的工作流致力于跨越组织边界进行业务重组。针对多个组织间动态协同的复杂性,在组织间协作过程中必须考虑对组织的隐私信息、已建立的工作流和已建立的工作流管理系统的保护,解决成员间进行信息共享时出现的问题,从而真正实现协同商务。为满足这些需求,提出了基于视图的方法,这个方法考虑了工作流和资源的部分可见性,不同程度的可见性可以使企业保持其内部工作流隐私和安全性所需的水平,从而把工作流的可见性降低到合作所需的最低水平。研究的目的是使得组织在增强对外交互能力的同时,保护组织内部的敏感信息。

关键词:跨组织工作流;动态协同;工作流的可见性

中图分类号:TP311

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2011)02-0013-05

Research of Dynamic Collaborative Technology for Inter-Organizational Workflows

ZHAO Jing, MA Jin-ping, ZHANG Lei
(Qingdao University, Qingdao 266071, China)

Abstract: Inter-organizational workflows apply themselves to re-shape business processes beyond the boundaries of individual organizations. Considering the complexity of dynamic collaboration, the privacy of partners, preestablished workflows and preestablished workflow management systems must be taken into account in the collaboration of inter-organizations. To deal with the requirements in such cooperation, present the approach based on views, allowing for partial visibility of workflows and their resources. Varying degrees of visibility of workflows enable enterprises to retain required levels of privacy and security of internal workflows. So the workflow intervisibility is reduced to be as little as the cooperation needs. The aim is to enable organizations to strength their ability to interact, while protecting the information within organizations.

Key words: inter-organizational workflows; dynamic collaboration; the visibility of the workflow

0 引言

业务流程作为代表企业服务水平和竞争力的核心资产,受到企业的普遍关注。而工作流技术是实现业务流程建模、流程管理与流程自动化的核心技术,工作流是通过将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,达到提高生产效率、降低生产成本、提高企业生产经营管理水平和企业竞争力的目标^[1]。传统的工作流系统灵活性不强,缺乏对动态性和自适应性需求的支持,不足以应付复杂多变的业务流程。为了使工作流系统能够较好地适应变化,曹健辉和李峰^[2]对基于规则的柔性工作流的动态建模机制进行了深入的研究,分析了

现有的基于规则的工作流动态建模机制的不足,提出了能够动态构建出包含循环逻辑的工作流模型的方法。针对工作流系统应用在企业知识管理时面临的流程数据整合不易、文件内容词汇关系的不明确与存取控制不便等问题,王浩等^[3]提出了一种基于本体的工作流知识管理系统架构,并介绍了其设计及实现机制。

然而传统的工作流技术主要解决组织内的业务流程管理,随着业务需求和计算机技术的发展,需要进一步研究跨组织工作流的业务流程集成技术,以实现组织间的交互与合作。跨组织工作流的应用使企业跨越组织内部进行重组变成可能,跨组织的业务流程的集成将会为组织带来各种优势,更高层次的集成,使交互更加便捷,提高效率等,然而跨组织工作流必须考虑不同的参与组织的工作流管理系统的交互与协调。所以跨组织工作流集成过程中可能会遇到很多的难题。国内外学者已经对工作流在集成过程中遇到的问题进行了研究。例如, W. M. P. vander Aalst 等^[4]使用消息顺序图和 Petri 网的方法对跨组织商业过程进行建模

收稿日期:2010-06-02;修回日期:2010-09-17

基金项目:山东省自然科学基金项目(Q2008H01)

作者简介:赵 静(1985-),女,山东淄博人,硕士研究生,研究方向为信息管理与信息系统;马金平,教授,研究方向为信息管理与信息系统。

和验证,确定了由跨组织商业过程实现的最小需求,证明了跨组织商业过程与消息顺序图的一致性;Schmidt^[5]通过分析动态跨组织商业过程产生的需求,评价已有方法、组件和 web 服务的作用,提出一种合成应用方法实现完全分布式的动态商业过程引擎;张月菊等^[6]提出一种新的跨组织功能集成实现方案——领域语义控制转换,对其核心部件语义存储及转换模块给出了三种模型,并对其进行比较,选择其中较优模型——推荐式领域语义控制转换模型。唐达等^[7]针对从角色及其交互的角度描述跨组织工作流。提出角色视图的概念,将工作流管理系统之间的直接交互转化为角色视图层上的协作,实现了角色之间的过程协作,并支持动态跨组织的商业过程。Paul Grefen 等^[8]描述了 CrossFlow 工程中契约的方法,利用契约寻找合适的参与者,连接不同类型的 W F M S,控制外包的工作流,支持动态商业过程。

文中主要探讨的是跨组织工作流在动态协同过程中遇到的问题。跨组织工作流协同交互需要满足的基本要素包括:灵活性支持、原有业务流程的保留、顾客导向以及协议过程^[9],而现存的方法都不能满足跨组织工作流协同中出现的所有需求。CrossFlow^[10]是用于研究跨组织工作流中出现的问题,它是一个基于协议的方法,用于定义企业间的业务关系,然而它不支持任意公开工作流,同时对于协议执行没有标准定义语言和描述。Issam Chebbi 等^[11]提出了一个基于视图的方法,该方法为参与共享但没有预先建模好的跨越组织边界的协同工作流的组织提供支持,工作流不同程度的可见性可以使组织保持其工作流的内部流程的隐私性和安全性所需要的水平,然而在对工作流进行广播时,把工作流的内部结构全部发布到寄存器中,没有考虑到对工作流的隐私保护,另外,此方法使用 Petri 网表示法,但是工作流视图和内部工作流的关系并没有形式化。文章在文献[11]提出的基于用户视图方法的基础上进行改进,在对工作流进行广播前先对工作流进行抽象从而保护了工作流的隐私;同时,此方法跨组织的工作流可以直接采用参与协同的伙伴的工作流而不必改变工作流的内部结构,从而为参与的企业提供很高程度的灵活性;另外,参与的工作流可以在不改变它的合作中的角色的情况下改变自身的工作流,这将更加增加灵活性,同时提高跨组织工作流的效率、降低成本。

1 组织间动态协同技术方法

为满足跨组织工作流协同过程中的柔性支持、隐私保护原则以及已建立的工作流的保护,文章提出基于视图的方法,本方法主要考虑了工作流和资源的部

分可见性,首先在工作流进行广播之前先把工作流抽象为只包含合作活动的工作流,然后当两个工作流匹配后进行互连时会创建相应的合作流程的公开视图,从而把工作流的可见性降低到合作所需的最低水平。主要包括三个步骤:工作流的抽象与广播、工作流的匹配与互连以及工作流的合作与监控。

1.1 工作流的抽象与广播

对于建立一个跨组织工作流,每个组织必须在所在的虚拟组织中广播它所提供的和它所需要的活动。每个组织识别出具有互补能力和互补知识的伙伴来共同完成通过一个组织无法完成的任务。伙伴识别主要是基于一种自动的对希望加入虚拟组织的新组织或潜在伙伴的搜索。这种识别技术是基于虚拟组织所需要的对服务(例如,工作流活动)的语义描述以及它所需要建立的合作水平。各个组织发布的各种工作流信息可以通过 Web 中的可访问寄存器进行管理,各个组织把它们的工作流(包括活动、控制流和数据流)发布到这个公用寄存器中,下面的问题主要探讨工作流的哪些部分应该发布到公用寄存器中。有两种极端的解决方案:1)工作流的内部结构被全部发布,从而对外部伙伴是完全可见的;2)工作流被隐藏,主要采用黑盒原则,组织间的交流主要通过请求/回复命令的形式。这两种解决方案都不适合于组织间工作流协作。事实上,第一种没有保护伙伴的隐私,因为伙伴只有保持一定程度的可见性才能与其它的伙伴进行合作,因此第二种方案也不合适。

因此,提出一种新的解决方案是非常必要的,它既允许伙伴之间在不泄露工作流内部结构的情况下进行合作,另外,伙伴还可以在不改变他们合作中的角色和行为的情况下改变或更新他们的内部工作流,这样可以保护企业的自主性。为满足这些目标,提出了工作流抽象的概念,这一原则就是仅仅暴露工作流合作时所需的必要的部分而隐藏在合作过程中不起直接作用的所有的内部结构和信息。换句话说,文章提出把工作流的可见性降低到合作需要的最低水平。

在介绍以上提到的工作流抽象的概念之前,文章先对合作活动进行定义。合作活动包括产生合作活动和消耗合作活动。产生合作活动是为来自其它工作流的外部活动产生数据流的活动;消耗合作活动是消耗来自其它工作流的外部活动的数据流的活动。

对于每一个工作流的内部结构,都可以识别出一个虚拟流程,这个虚拟流程包括合作活动(所有的产生或消耗数据流的活动)以及它们之间的连接,而所有额外的和不必要的信息被隐藏。把这样一个虚拟流程称为合作流程。那么如何把一个内部工作流转变为一个合作流程?这个转变过程包括两个步骤:第一步,

要定义一个具有最小连接的工作流,它包括所有合作活动以及它们之间的内部活动从而保证整个工作流的连通性;第二步,通过一个压缩程序把这个最小连接流程转变为一个合作流程。在这个合作流程中,非合作活动只是作为连接活动。

这样,一个包含内部结构的工作流就转化为一个虚拟的合作流程,组织间进行协同时首先要把它的合作流程发送到公用寄存器中,这个寄存器的作用就是为组织提供搜寻和发布信息的能力,便于组织寻找到它所需能力的伙伴。另外,它能为组织提供分享数据流语义信息和工作流资源的能力。实际上,一个语义寄存器是组织间工作流合作能够建立的关键基础模块,寄存器技术使得交易伙伴能识别公用数据集、数据结构和在工作流。

1.2 工作流匹配与互连

在说明匹配条件前,先介绍下面的定义1。

定义1 每个合作活动 t 表示为 $t = (\text{name}, \text{type}, \text{dataflow})$ 。 $t \cdot \text{name}$ 是 t 的标示; $t \cdot \text{type}$ 是布尔类型,当表示收到数据流时 $\text{type} = 1$,当表示发送数据流时 $\text{type} = 0$; $t \cdot \text{dataflow}$ 是用一些共用语义模型表示的业务语义的描述。

为检查属于不同的工作流的两个合作活动 t_1 与 t_2 是否存在相关性,需要比较这些活动的属性,主要考虑两个属性:类型和数据流。例如,如果 t_1 是一个接收活动,那么 t_2 必须是一个发送活动,并且两种活动的数据流的业务语义匹配。如果 t_1 的数据流和 t_2 的数据流处理相同的数据业务语义,那么记为 $t_1 \cdot \text{dataflow} \equiv t_2 \cdot \text{dataflow}$ 。

如果 $t_1 \cdot \text{type} = \neg t_2 \cdot \text{type}$ 并且 $t_1 \cdot \text{dataflow} \equiv t_2 \cdot \text{dataflow}$, 那么记为 $t_1 \sim t_2$, 也就是 t_1 与 t_2 匹配^[12]。

显然,活动的基于业务语义的匹配对于检查两种工作流是否可以互连是不充分的,还需要对其进行行为匹配。

如果对于工作流 W_1 中的任意合作活动 t_1 ,在工作流 W_2 中存在一个合作流程 t_2 使得 $t_1 \sim t_2$,那么就认为 W_2 为 W_1 的合作候选伙伴。工作流经过匹配后试图与其它的合作候选伙伴建立连接。如果连接成功,工作流间就可以进行下一步的合作。

在步骤一中,已经把工作流的内部结构转化为包含合作活动的合作流程,从而使组织的工作流保持在其保持隐私和安全性的一定水平,然而,在工作流互连时并不需要暴露其所有的合作活动,而只需要根据合

作伙伴的不同暴露此次连接的产生和消耗数据流的活动,从而把工作流的可见性降到协作所需的最小水平,最大程度地保护工作流的内部结构,同时也更增加了工作流的灵活性。由此,文中提出了视图的概念,也就是工作流进行互连时会创建相应的合作流程的公开视图,这个公开视图成为公开流程。

一个公开流程根据连接伙伴的不同可以同时创建不同的公开视图,每个公开视图用于定义与一个合作伙伴的合作。公开视图主要包含多个虚拟活动,它们代表合作活动的一个子集。这些虚拟活动并不产生输出或消耗输入,而是把输出数据转移到其它工作流中,或者转移从其他的工作流中输入的数据,也就是说它们不被工作流执行。

1.3 工作流合作与监控

文章提出了一个跨组织工作流协作的平台,这个平台允许所有现存的工作流管理系统的动态加入与退出,并且工作流管理系统满足以下两个条件:首先,能够调用外部应用(例如,程序和 Web 服务);其次,允许外部应用触发其所管理的工作流的任意一个步骤。

图1为跨组织工作流运行平台。

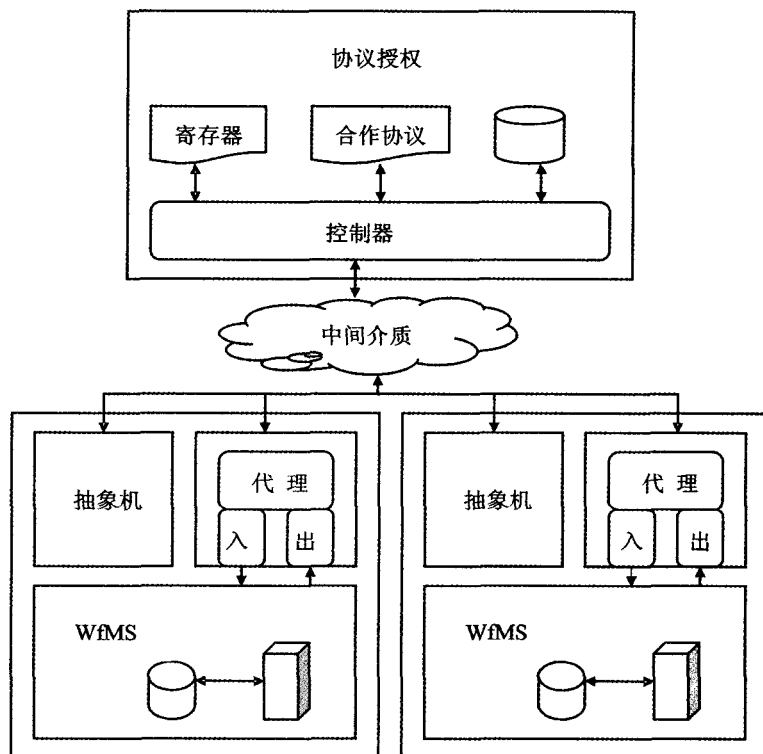


图1 跨组织工作流运行平台

文章使用协议授权对工作流进行监控和控制,它包括一个包含有伙伴信息的寄存器,定义伙伴责任的合作策略,一个控制器和一个数据库。寄存器为企业提供搜寻和发布信息的能力,同时寄存器提供一种抽象服务,对每个工作流的内部结构抽象为合作流程;合作策略描述了合作中的伙伴的责任和角色;本地数据

库存储本地信息和在跨组织 workflow 执行中的暂时信息;控制器按照已建立的合作策略对 workflow 间的交互进行管理和控制,当收到请求时控制器对发送方进行核查并检查是否允许执行被请求的任务,如果请求操作被授权并符合合作策略,那么控制器通过代理把请求及相应的数据发送给 WfMS;代理是连接特定的 WfMS 与控制器的一个接口,当从控制器或 WfMS 收到请求后,代理将其调整后并把它发送到目标位置(控制器或 WfMS);转化机的作用是把 workflow 中在合作中不起直接作用的部分隐藏起来。

2 实例分析

文章以客户、生产商和供应商为例来介绍企业间 workflow 协同的三个步骤,图 2 为三者企业间 workflow。

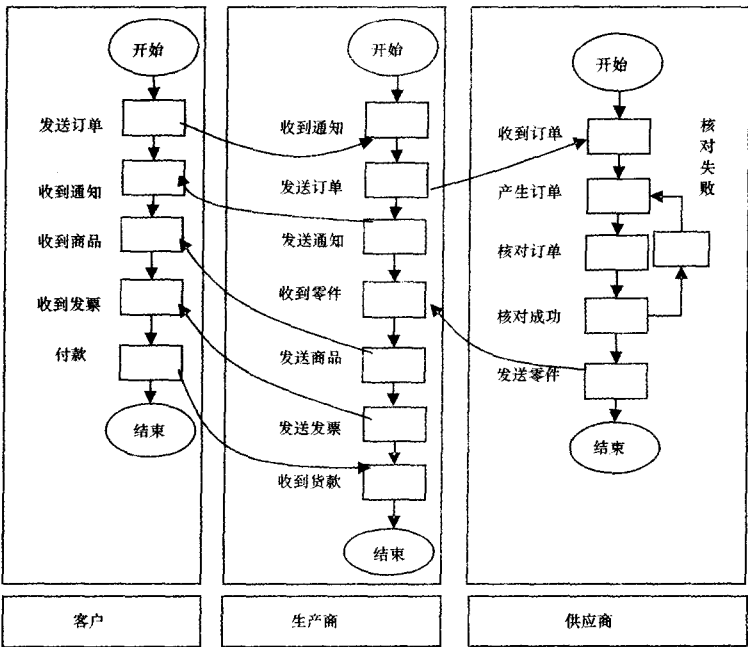


图 2 跨组织 workflow 实例

具体业务描述如下:

客户给生产商发送订单,然后收到订单已经被生产商考虑的通知,当生产商把商品准备好之后,客户收到商品,随之收到发票,最后客户向生产商支付费用。

生产商等待订单需求,然后把商品所需零配件的订单发送给供应商,随后,他通知客户他的订单已经被考虑同时在等待供应商的回复,当他收到所需的零配件后,把它们装配好然后把商品发送给客户,最后他向客户发送发票并等待货款。

供应商收到订单后,他开始生产并检查是否符合订单的规格要求,如果生产的零件符合订单标准,那么就把零配件发送给生产商,否则继续生产零配件直至符合订单标准。

在上面的客户、生产商和供应商的组织间协同过程中,workflow 的内部结构是公开的,这样不利于保护工

作流的隐私和安全性,另外,即使参与 workflow 的角色保持不变上面的跨组织 workflow 也不允许任何参与的 workflow 改变它的内部控制流,因此,跨组织 workflow 缺乏对参与 workflow 的隐私和安全保护,同时缺乏灵活性,从而改变 workflow 会耗费很大的成本。

下面,用文中提出的跨企业间 workflow 协作的三个步骤来对以上的跨组织 workflow 进行改进。

为保护 workflow 的内部结构,在对 workflow 进行广播之前,先要把 workflow 的内部结构转化为只包含产生或消耗 workflow 的活动(即合作活动),然后把合作活动发布到寄存器中。例如,在本例中,发送订单、发送商品、发送发票等都属于产生合作活动,收到订单、收到商品、收到发票等都属于消耗合作活动,由此可见,客户与生产商的合作流程和内部流程是相同的,而供应商的内部流程中只有收到订单和发送商品属于合作活动,供应商的合作流程见图 3。

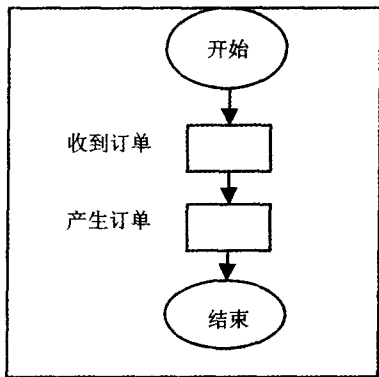


图 3 供应商的合作流程

再将合作流程发布到寄存器后,workflow 开始根据一定匹配技术进行匹配和互连。

根据步骤二中的匹配技术,跨组织间

workflow 活动匹配见表 1。

表 1 跨组织 workflow 活动匹配描述

客户-生产商的匹配		生产商-供应商的匹配	
客户	生产商	生产商	供应商
发送订单	收到订单	发送订单	收到订单
收到通知	发送通知	收到商品	发送商品
收到商品	发送商品		
收到发票	发送发票		
发送货款	收到货款		

匹配结束后,workflow 间就开始互连,而每个组织可能与多个合作伙伴互连,因此可根据合作伙伴的不同只暴露此次产生和消耗数据流的活动。在本例中,客户仅与生产商进行合作,因此客户仅创建一个公开视图;生产商产生两个公开视图,一个是与客户进行互连时创建的由五个虚拟活动组成的视图,另一个是与供

应商进行互连时产生的由两个虚拟活动组成的视图; 供应商仅与生产商进行互连, 因此创建一个视图。表 2 是合作伙伴的公开视图工作流。

表 2 伙伴工作流的公开视图

客户	生产商		供应商
对生产商的视图	对客户的视图	对供应商的视图	对生产商的视图
<div>发送订单</div> <div>↓</div> <div>收到通知</div> <div>↓</div> <div>收到商品</div> <div>↓</div> <div>收到发票</div> <div>↓</div> <div>发送货款</div>	<div>收到订单</div> <div>↓</div> <div>发送通知</div> <div>↓</div> <div>发送商品</div> <div>↓</div> <div>发送发票</div> <div>↓</div> <div>收到货款</div>	<div>发送订单</div> <div>↓</div> <div>收到商品</div>	<div>收到订单</div> <div>↓</div> <div>发送商品</div>

3 结束语

文章提出了一种基于视图的方法, 以此为基础来研究跨企业的动态协同中出现的问题。跨企业动态协同过程中必须考虑的问题包括对工作流的柔性支持、隐私保护原则及已建立的工作流的保护, 为满足上面的要求, 文中提出的基于视图的方法包括三个步骤: 工作流抽象与广播; 工作流匹配与互连; 工作流合作与监控。提出的方法考虑了工作流和资源的部分可见性, 使得企业能够保持其内部工作流隐私和安全性所需的水平, 从而把工作流的可见性降低到合作所需的最低水平。另外, 由于跨企业工作流可以直接采用参与协同的工作流而不必改变其内部结构, 从而为参与企业提供最大程度的灵活性。

参考文献:

[1] 范玉顺. 工作流管理技术基础——实现企业业务过程重组、过程管理和业务过程自动化的核心技术[M]. 北京: 清华大学出版社; 柏林: 施普林格出版社, 2001.

(上接第 12 页)

gramming Model for Bankruptcy Prediction: Empirical Evidence from Iran [M]. Expert Systems with Application (36), 2009, 2, 3199-3207.

[4] Guo Hong, Zhang Qing, Nandi, Asoke K. Feature extraction and dimensionality reduction by genetic programming based on the Fisher criterion [M]. Expert Systems (5), 2008, 11 (5): 444-459.

[5] 曹宏庆, 康立山, 陈毓屏, 等. 常微分方程组并行演化建模的实验研究[J]. 软件学报, 2003, 14 (3): 443-450.

[6] 吴晓军, 薛惠锋, 李 慇, 等. GA-PSO 混合规划算法[J]. 西北大学学报, 2005, 35(1): 39-43.

[7] Kirkpatrick S, Gelatt C D, Vecchi M P. Optimization by simulated annealing [J]. Science, 1983, 220(5): 671-680.

[2] 曹健辉, 李 峰. 柔性工作流动态建模机制的研究与设计[J]. 计算机技术与发展, 2009, 19(10): 47-50.

[3] 王 浩, 武 凌, 张 海, 等. 基于 Ontology 的工作流知识管理系统的研究[J]. 计算机技术与发展, 2008, 18 (6): 23-27.

[4] vander Aalst W M P. Process-oriented architectures for electronic commerce and inter-organizational workflow [J]. Information Systems, 2000, 25 (1): 43-69.

[5] Schmidt R. Web services based architectures to support dynamic inter-organizational business processes [C]//ICWS- Europe. [s. l.]: [s. n.], 2003: 123-136.

[6] 张月菊, 王 涛, 林 拉. 跨组织工作流集成中间件语义转换部件研究[J]. 计算机技术与发展, 2010, 20(3): 92-95.

[7] 唐 达, 钱会敏, 吴占洲. 基于角色的动态跨组织商业过程的工作流研究[J]. 小型微型计算机系统, 2006, 27 (5): 945-949.

[8] Grefen P, Aberer K, Hoffner Y, et al. CrossFlow: cross-organizational workflow management in dynamic virtual enterprises [J]. Int. Journal of Computer Systems Science & Engineering, 2000, 15(5): 277-290.

[9] 刘慧敏, 王刊良. 组织间协同工作流的交互模式研究[J]. 现代管理科学, 2009(10): 53-54.

[10] Grefen P, Aberer K, Hoffer Y, et al. Crossflow: Cross-Organizational Workflow Management for Service Outsourcing in Dynamic Virtual Enterprises[J]. IEEE Data Eng. Bull., 2001, 24(1): 52-57.

[11] Chebbi I, Dustdar S, Tata S. The view-based approach to dynamic inter-organizational workflow cooperation[J]. Data & Knowledge Engineering, 2006, 56: 139-173.

[12] Tata S, Klai K, M'bareck M O A. CoopFlow- A bottom-up approach to workflow cooperation for short-term virtual enterprises[J]. IEEE Transactions on Services Computing, 2008, 1(4): 214-228.

[8] 李少波, 徐立章, 胡建军. 基于遗传编程的可持续模拟退火算法及应用[J]. 系统仿真学报, 2009, 21 (7): 1908-1911.

[9] 胡为成, 王本年, 程转流. 基于模拟退火算法的遗传程序设计方法[J]. 计算机工程与设计, 2006, 27 (23): 4437-4439.

[10] 云庆夏. 进化算法[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2000.

[11] 康立山. 非数值并行算法——模拟退火算法[M]. 北京: 科学出版社, 1994.

[12] Angeline P J. Evolutionary optimization versus particle swarm optimization: philosophy and performance differences[J]. In: Proceedings of 7th Annual Conference on Evolutionary Programming, Germany, 1998: 601-610.