

# 面向产业链协同 SaaS 平台的事件协同感知技术研究<sup>\*</sup>

王淑营<sup>1</sup>, 阴艳超<sup>2</sup>

(1. 西南交通大学 制造业产业链协同与信息化支撑技术四川省重点实验室, 成都 610031; 2. 昆明理工大学 机电工程学院, 昆明 650063)

**摘要:** 为了解决业务关联的产业链协同 SaaS 平台不同企业对象间基于事件的动态协同感知问题, 建立了基于业务事件的平台协同对象感知模型, 提出了基于 AOP 技术的业务事件动态捕获机制、业务关联的协同对象列表产生器实现算法和基于 GSM 信号增强技术的事件消息发布方法。该模型和算法已在汽车零部件产业链协同 SaaS 平台上进行了应用, 能满足汽车售后服务等复杂业务过程中跨单核企业联盟的业务协同需求。

**关键词:** 产业链协同平台; 软件即服务; 协同感知; 事件动态捕获

**中图分类号:** TP391      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1001-3695(2012)10-3769-03

doi:10.3969/j.issn.1001-3695.2012.10.042

## Research on event collaborative awareness technologies for SaaS-based collaborative platform of industrial-chain

WANG Shu-ying<sup>1</sup>, YIN Yan-chao<sup>2</sup>

(1. Sichuan Key Lab of Information-based Collaboration Techniques of Industry Chain, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China;  
2. College of Mechanical & Electrical Engineering, Kunming University of Science & Technology, Kunming 650063, China)

**Abstract:** In order to achieve the needs of dynamic event collaborative awareness between different business objects on associations with business events for the SaaS-based collaborative platform of industrial-chain, this paper erected a business event collaborative awareness model. Furthermore, it proposed a dynamic business event capture mechanism based on AOP technology, a business object associated collaborative objects list generator algorithm and an event message release method based on event news release method. The model and algorithms had been used in the SaaS-based collaborative platform of automotive parts industrial-chain, which met the collaborative needs of complex business processes across single-core business collaboration such as car service in warranty service.

**Key words:** collaborative platform of industrial-chain; SaaS (software as a service); collaborative awareness; event dynamic capture

网络技术和信息技术的不断发展使制造业的生产经营模式发生了重大变化,企业间由个体的竞争发展为基于供应链的整体竞争。为降低供应链的运行成本,以核心企业为主导的制造厂商纷纷联合渠道商建立集信息流、资金流、物流于一体的产业链协同工作平台,其中基于 SaaS 模式的产业链协同平台作为由第三方软件运营商来建立和维护的公共服务平台,部署在 Internet 上,企业根据需要通过 Web 定制和租用平台上的功能,平台的运行、维护升级和技术支持等工作都由专业化的第三方服务商提供,节省了企业建立私有平台的一次性投入成本和后期的运行维护成本,为广大中小企业所青睐。SaaS 是近十年来 Internet 与软件开发技术相结合的产物,它以同一套软硬件为多用户提供个性化配置服务,是未来软件发展的方向,已经成为软件开发的技术热点,目前国内外关于 SaaS 技术的研究多集中在客户身份认证<sup>[1]</sup>、数据安全<sup>[2]</sup>、客户端终端接入技术<sup>[3]</sup>、设备虚拟化与负载均衡技术<sup>[4]</sup>以及可配置技术<sup>[5]</sup>等方面。

产业链协同 SaaS 平台是一个典型的 SaaS 应用软件,其特点是为企业群构建了一个虚拟的协同工作环境,对企业间跨企

业边界的业务协同的支持是其工作的核心,因此,协同感知技术是平台构建过程中除上述提到的虚拟化、安全认证等技术之外的核心技术。协同感知是随着 CSCW (computer supported collaborative work, 计算机支持协同工作) 概念近几年才发展起来的,目前国内外对协同感知技术的研究成果多集中在基于三维模型的“你见即我见”的协同工作场景再现<sup>[6]</sup>、协同感知控制及通信机制<sup>[7]</sup>、基于角色的协同感知<sup>[8]</sup>以及基于行为的协同感知<sup>[9]</sup>等通用技术的探索方面。本文针对产业链协同 SaaS 平台跨单核企业群的纵向深度业务协同需求,引入业务事件协同感知技术,通过事件机制自动捕获各个协同应用产业的事件,根据业务内容及企业间协作关系关联出需要协同工作的对象,使相关对象能同时响应一事件,协同工作。

### 1 SaaS 平台对象协同感知需求

产业链本身是一个复杂的非线性系统,具有多核性和网状性。目前国内外对 SaaS 平台实现技术方面的研究多建立在以单个龙头企业为核心的上下游企业业务协同模型的基础上,将

**收稿日期:** 2011-11-25; **修回日期:** 2012-01-28      **基金项目:** 国家科技支撑计划资助项目(2011BAH21B01, 2011BAH21B02); 四川省科技攻关项目(2010GZ0189)

**作者简介:** 王淑营(1974-),女,天津人,副研究员,博士,主要研究方向为网络化制造、电子商务公共服务平台技术等(w\_shuying@126.com); 阴艳超(1977-),河南安阳人,副教授,博士,主要研究方向为产品应用服务技术。

SaaS 平台的服务对象简化为多个单核企业联盟的叠加,而不考虑这些单核企业联盟之间的业务协同问题<sup>[9]</sup>。这种假设简化了平台构建的难度,但对企业间的业务协同支持带来了限制,有些业务需要涉及到属于多个联盟的多个企业的共同参与,并且随着业务内容的不同,参与对象是动态变化的,随着产业链协同 SaaS 平台的不断应用推广,这种矛盾变得日益凸出。

以汽车维修服务为例,当汽车在三包期内出现问题时,用户需要先到 4S 店进行维修,车辆维修过程是一个连环理赔的过程,即服务站为客户维修后需要向整车制造厂理赔,整车制造厂向总成件供应商理赔,而总成件供应商向祸首件供应商进行理赔。在这个过程中,涉及到的对象包括服务商、整车制造厂、本次维修涉及的总成件供应商和祸首件供应商。在每次三包服务业务事件中,根据业务内容的不同涉及到的协同对象都存在一定的动态性。为了实现整个产品售后服务过程中的协同支持,需要建立跨联盟边界的业务关联的事件协同感知机制,使业务相关的多个对象能在平台的支持下动态协同地工作。具体如图 1 所示。

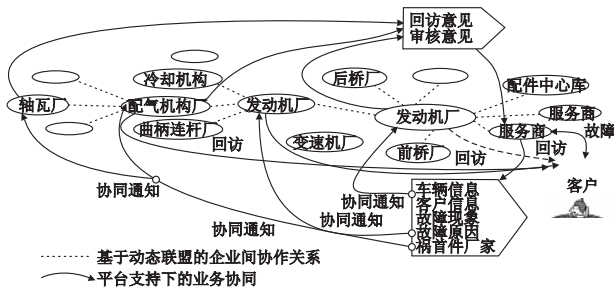


图1 业务关联的产品售后服务多对象协同工作需求

对于构建在企业私有供应链平台上的维修服务系统而言,大多只能实现发动机等总成件厂商与制造厂和服务商联审,这样就给发动机等总成件厂商与对应祸首件供应商的二次理赔带来效率问题,而且容易出现责任纠纷和祸首件确认错误。对于为多企业群提供业务协同支持的 SaaS 平台而言,由于这些企业群都基于平台围绕核心企业开展业务协作,它们之间的供需关系、产品装配和维修档案等均可通过平台关联,这样就可以建立业务驱动的维修服务商、整机制造厂、发动机等总成件制造厂以及具体的祸首件供应商之间的协同鉴定、联合审批、连锁结算的企业群纵向深度业务协同支持环境。

## 2 平台业务事件协同感知模型

由上述分析可知,随着业务事件类型和内容的不同,需要参与事件协同处理的对象不同,对 SaaS 平台而言,为保证业务事件的快速响应,需建立一种业务事件驱动的对象间动态协同机制,当业务事件发生时,平台能根据事件类型和事件内容及及时通知到对应的协同对象,使多方协同工作。

业务事件是指企业通过平台进行的业务操作,如三包单、订单的提交等。当业务事件发生时,意味着平台上的某项服务功能被调用。

**定义 1** 业务事件  $E_{vi}$  可以用一个五元组  $E_{vi} = (PID_i, AID_i, collaID_i, BLM_i, BID_i)$  来表示。其中,  $PID_i$  表示事件发起者在平台上注册的企业 ID,是企业平台上的唯一标志;  $AID_i$  表示本次事件发起者所在联盟 ID,由于一个企业可属于多个联盟,因此即使同一个企业操作同类业务功能  $AID_i$  也可能不同;  $collaID_i$  表示在联盟  $AID_i$  中协作企业  $PID_i$  对应的协作类型

ID;  $BLM_i$  表示业务发生时所调用的业务处理方法名;  $BID_i$  表示本次操作对应单据号,此单据号在平台上唯一标志该操作对应的业务单据。

当业务事件发生时,为实现相关对象的协同感知, SaaS 平台必须能捕获业务事件,并计算出需要协同感知的对象,向它们传递协同信息。

**定义 2** 当业务事件  $E_{vi}$  发生时,一个称之为通知者的对象自动捕获业务事件,根据事件类型和事件内容把事件消息传递给需要接收通知的协同对象,通知者可用一个四元组  $notify = (eventReceiver, CReactorsetGenerator, eventMessageSender, eventSendLog)$  来表示。其中,  $eventReceiver$  表示事件接收器,平台通过  $eventReceiver$  动态捕获业务事件  $E_{vi}$ ;  $CReactorsetGenerator$  表示需要参与协同工作的对象列表产生器,根据  $E_{vi}$  进行查询和计算,得到需要接收通知的协同对象列表  $CObjectset$  和消息内容  $eventMessage$ ,  $CObjectset$  包括接收消息的对象名称和消息传送地址列表,其可表达为  $CObjectset(E_{vi}) = \{ (CObjectNm_1, messageAdd_1), (CObjectNm_2, MessageAdd_2), \dots \}$ ;  $eventMessageSender$  表示通知发送器,根据  $CObjectset$  和  $eventMessage$  发送通知;  $eventSendLog$  表示通知发送日志,以保证通知的可追溯性。

通知者  $notify$  是业务事件协同工作机制的核心,定义 2 给出了通知者  $notify$  的结构模型,基于通知者  $notify$  的 SaaS 平台业务事件协同对象通知模型实现机制如图 2 所示。当业务事件  $E_{vi}$  发生时,  $eventReceiver$  通过某种机制接收事件  $E_{vi}$ , 通过  $CReactorsetGenerator$  和  $eventMessageSender$  得到协同对象并进行通知,调用  $eventSendLog$  进行日志的记录。通过这种机制可保证当业务事件发生时,相关的协同对象能及时作出反应,协同进行处理。

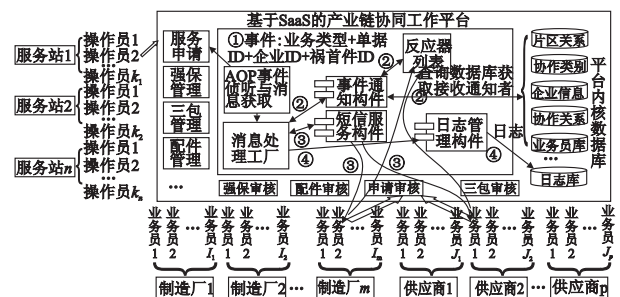


图2 产业链协同SaaS平台事件协同感知机制

## 3 业务事件协同感知的实现技术

### 3.1 基于 AOP 技术的事件接收器

事件接收器  $eventReceiver$  对平台上的各项服务功能进行监控,一旦服务被调用,  $eventReceiver$  捕获事件并获得事件相关的消息。由于产业链协同 SaaS 平台业务服务功能多,为实现  $eventReceiver$  在设计上与这些业务功能的松耦合性,可采用 AOP (aspect oriented programming, 面向方面的编程) 技术来设计  $eventReceiver$ , 将  $eventReceiver$  作为业务功能的横切关注点来设计。利用 AOP 编程思想通过动态代理实现对类中方法的拦截,  $eventReceiver$  在业务功能的业务逻辑层建立侦听,业务逻辑处理类从  $System.ContextBoundObject$  派生,通过  $IContributeObjectSink$  接口的  $GetObjectSink$  方法拦截并获取对象的调用,截取其上下文。当业务逻辑方法被调用时,  $IMessageSink$  接口利用  $nextSink$  将多个  $messageSink$  连接起来,形成一个消息接收器链,截获包含业务事件  $E_{vi}$  的信息,并将所截获的信息传递给代

理对象,通过后处理机制调用 CObjectsetGenerator、eventMessage-Sender 完成消息发送,并调用 eventSendLog 进行日志的记录。

### 3.2 基于 XML 配置的协同对象列表产生器

协同对象列表产生器 CObjectsetGenerator 根据事件接收器 eventReciver 传递的事件信息  $E_{in}$  来计算生成需要接收事件对象列表 CObjectset( $E_{in}$ ) 和消息内容 eventMessage。由于不同业务间的逻辑差异,为实现通知 notify 在工作过程中的动态演化支持,通过建立业务逻辑方法对应的协同对象获取方法的配置信息,主要描述除  $E_{in}$  描述的信息外,要获取协同对象还需要的附加消息的获取方法以及 eventMessage 内容的描述。协同对象列表产生器 CObjectsetGenerator 在实现上包括 XML 文件读取器 XMLReader 和反应器管理器 CObjectManager 两部分。其中反应器管理器 CObjectManager 是核心,其实现算法如下:

输入:业务事件  $E_{in} = (PID_i, AID_i, collaID_i, BLN_i, BID_i)$ 。

输出:平台应发送通知  $\{(messageID_j, reactorNm_j, messageAdd_j, eventMessage_j, E_vID_j, flag_j)\}$ 。

- 根据  $AID_i$  找到联盟对应的配置文件,读取数据库连接,连接数据库;
- 根据业务事件对应的单据号  $BID_i$  获取数据库中该条业务数据;
- 根据  $BLN_i$  调用 XMLReader 获取事件对应的 XML 配置文件中附加信息及 eventMessage;
- 根据附加信息调用平台内核接口获取各协同对象业务员信息  $\{(CObjectNm_1, messageAdd_1), (CObjectNm_2, messageAdd_2), \dots\}$ ;
- 将平台应发的通知  $\{(messageID_j, reactorNm_j, messageAdd_j, eventMessage_j, E_vID_j, flag_j)\}$  写入待发消息作业表 message 中,其中 message-ID<sub>j</sub> 表示消息 ID, flag<sub>j</sub> 表示消息发送状态。

### 3.3 基于 GSM 信号增强技术的消息发送器

在产业链协作过程中,由于核心企业和协作企业的业务人员工作性质和工作环境等原因,有时不能实时网络在线,因此短信提示是针对这种协作环境下业务人员间事件协同的有效手段。基于 GSM 信息增强技术的短信应用技术及产品比较成熟,典型的产品如 FT35A、FT38M 等短信终端设备,能提供成熟的二次开发包,只需要调用二次开发包提供的接口 API 函数,即可实现稳定可靠的短信收发功能,符合 SaaS 平台无线数据通信的要求。EventMessageSender 定时扫描数据库表 message,获取短信发送信息,将任务对应的信息加入到当前设备终端的发送队列,并根据短信发送的结果 OnSendMsg 对表 message 中对应的 flag<sub>j</sub> 进行更新。

## 4 应用验证

### 4.1 可行性分析与验证

本文提出的平台业务事件协同感知模型在实现上分为基于 AOP 的业务事件接收、事件相关的协同对象获取以及协同消息的发送三个环节。由于平台采用面向多联盟的用户统一访问控制模型,因此可认为协同对象的获取环节是可靠的。下面重点分析基于 AOP 的业务事件接收和协同消息发送过程的可靠性。

基于 AOP 的业务事件接收器基于 .NET 平台实现,采用后处理机制监听平台三包等业务事件。为了对其可靠性进行验证,本文以三包服务为例,在三包单对应的数据表上建立了触发器,当业务事件对应的业务数据被写入数据表中后,触发器捕获该数据。可以通过触发器捕获的业务数据记录数与 message 表

中的消息记录数进行对照来验证业务事件的动态捕获机制的可靠性。通过对连续 7 天每天 200 多条三包单的运行测试,message 表中的消息记录数与触发器捕获的业务记录数相同。

基于 GSM 的消息发送的可靠性依赖于全球移动通信系统,为改善其可能引起的延时和发送失败问题,在平台业务事件协同感知模型应用于汽车零部件产业链协同 SaaS 平台(<http://auto.easp.cn>)时,建立了对协同对象业务处理的跟踪机制,即当业务协同消息列表中的对象登录平台处理了该业务,则停止向其发送该信息,若在消息发送的一定时间间隔内协同对象仍未对业务进行处理,平台的消息发送器将继续发送该消息提醒用户,从一定程度上可以解决消息发送的可靠性问题。

### 4.2 应用情况

汽车零部件产业链协同 SaaS 平台是一个针对汽车产业链上下游企业间协同需求而开发的基于第三方运营的公共服务平台,平台以同一套软硬件为上下游 8 000 多家企业提供产品协同销售、零部件协同采购、产品协同服务等企业间业务协同支持。事件协同感知技术为实现汽车故障等业务的多方协同鉴定和连锁理赔提供了支撑,在协同感知技术的支持下,产品售后服务涉及的多方可在平台的支持下协同工作,对同一单据内容进行审核和鉴定。图 3 给出了某企业联盟产品三包鉴定提交事件的协同对象列表产生器的 XML 配置信息;图 4 给出了平台协同感知模型支持下的多相关主体对车辆故障联合审核的工作界面。

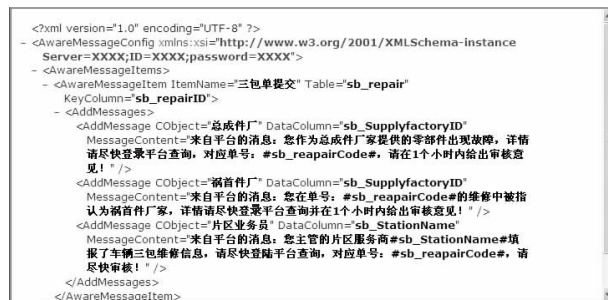


图3 某三包鉴定提交事件的协同对象列表产生器配置信息



图4 协同感知模型支持下的多相关主体对车辆故障联合审核

通过事件协同感知技术在汽车零部件产业链协同服务平台中的应用,解决了售后服务过程中跨单核企业群的纵向深度业务协同需求,提升了售后服务审核和结算的效率,降低了单据错报、错审的几率。

## 5 结束语

本文针对产业链协同 SaaS 平台面向多企业群协同工作需求,建立了业务事件驱动的 SaaS 平台协同对象感知模型,设计了基于总线的业务事件动态捕获方法以及基 (下转第 3779 页)

(上接第 3771 页)于产品 BOM 与联盟协作关系的协同感知对象列表获取方法。在此基础上,利用 .NET 中的基于 AOP 的上下文感知与反射技术以及基于 GSM 产品 API 接口进行了开发,成果在汽车零部件产业链协同平台的三包服务业务中进行了应用验证。对协同感知机制可靠性的改进以及其在其他业务协同中的应用是本文需要进一步研究的内容。

### 参考文献:

- [1] 陈静,孙林夫. 基于 SaaS 的产业链协作公共服务平台数据安全解决方案[J]. 计算机集成制造系统,2011,17(6):1317-1324.
- [2] 韩秋君,丁岳伟. SaaS 模式下新型认证方案的设计与分析[J]. 计算机工程,2011,37(7):133-135.
- [3] 陈小兵,武泽旭. 支持多类终端与服务定制的 SaaS 软件服务架构[J]. 计算机应用,2010,30(10):2754-2762.
- [4] 汪德帅,张一川,张斌. 支持多租约 SaaS 应用按需服务的负载均衡策略[J]. 东北大学学报:自然科学版,2011,32(3):352-355.
- [5] 陈伟,沈备军,戚正伟. 面向 SaaS 应用的业务逻辑定制架构的研究与实现[J]. 计算机应用研究,2011,28(7):155-158.
- [6] 刘晓平. 基于信息可视化的协同感知模型[J]. 通信学报,2005,27(11):24-29.
- [7] 王龙,冯玉强,黄福玉. 基于 agent 的协同感知控制体系与通讯机制[J]. 南京理工大学学报:自然科学版,2009,33(2):183-187.
- [8] 陆聪慧. 计算机协同感知模型的研究与实现[D]. 大连:大连交通大学,2009.
- [9] 胡益锋,鲁东明,盛宇,等. 基于行为的协同感知模型研究[J]. 计算机科学,2005,32(11):142-144,157.
- [10] 赵慧娟,唐慧佳,孙林夫. 基于应用服务提供商的汽车产业链协同商务平台解决方案[J]. 计算机集成制造系统-CIMS,2006,12(5):745-752.