

业务流程管理与集成系统 SynchroFLOW 的软件体系结构^{*}

董云卫¹ 楼文晓² 郝克刚¹

(西北大学、西安协同数码股份有限公司 西安710067)¹ (西安计算机软件产业推进中心 西安710075)²

摘要 信息技术的快速发展和应用改变着企业的商业环境。面对市场竞争越来越激烈,如何提高系统柔性,以支持企业重组和业务流程再造;如何集成异构系统,对原有系统资源的利用和保护。本文从业务域的角度提出了一种企业应用业务流程管理和集成系统 SynchroFLOW 的软件体系结构,该体系构架以企业业务需求的抽象与描述为基础,通过对企业应用业务流程、活动功能和活动参与者的信息交换机制的独立的封装,降低业务逻辑、业务数据和业务操作实体三者间的耦合,实现业务流程的柔性管理和异构环境下不同应用的功能集成。这样的系统不但具有较高的柔性和集成性,同时减轻需求确认和设计验证的难度和工作量,进而延长应用系统的生命周期。

关键词 软件体系结构,业务流程管理,企业应用集成, SynchroFLOW, 业务域

The Software Architecture of a Business Process Management and Integration System SynchroFLOW

DONG Yun-Wei LOU Wen-Xiao HAO Ke-Gang

(Northwest University, Xi'an SynchroBIT Inc., Xi'an 710069)

(Xi'an Computer Software Industrial Promotion Center, Xi'an 710075)

Abstract The rapid development and application of information technologies is changing the business environment. Along with faster and faster operation and more drastic market competition, the establishment of enterprise information system is confronted with new problems. In this paper, we present the software architecture of business process management & integration system, named SynchroFLOW. The architecture is based on the abstracting and description of enterprise business demand. It realizes the flexible management of business process and function integration in heterogeneous systems by encapsulating business process, activities and participants separately and reducing the coupling among business logic, business data and business operation. Such application system can not only reach a higher level of agility and integrability, but also reduce the workload and difficulties in requirement validating and design verifying. Moreover, it extends the life cycle of application system.

Keywords Software architecture of business, Enterprise Application Integration (EAI), Business Process Management (BPM), SynchroFLOW, Business domain

1 引言

以 Internet 为代表的信息技术的快速发展和应用改变着企业的商业环境,使商业运行节奏越来越快,企业的价值链更加紧密和多样性。企业的布局和资源的配置不以地域、国家和行业为主要考量,而是根据企业价值链,通过优化资源配置、降低企业的组织成本和交易成本,提升企业的市场竞争力,进而使企业的价值最大化。这种以价值链为核心的企业变革主要表现为企业的重组(包括组织结构、业务流程和业务操作方式的重组)^[1]。CSCIndex 顾问公司抽查621家北美和欧洲最具实力的企业调查结果表明,在497家北美公司中有69%、在124家欧洲企业中有75%都推行一项或多项不同的企业重组工程;其中业务流程重组最为突出,因为企业流程的重组可获得“戏剧性”成就——将生产周期缩短70%,成本降低40%,顾客满意度、产品质量和总收入均提高40%。比如,柯达公司对新产品开发实施业务流程重组,把35毫米焦距一次性照相机从产品概念到产品生产所需要的开发时间一下子缩减了

50%,从原来的38周降低到19周。

企业的重组工程的趋势是朝电子商务的运营模式转变,这种变化深刻影响着企业的组织结构和企业内部的作业流程。因此,必须解决企业应用中的“信息孤岛”现象,把针对相对具体和复杂业务的各项独立系统集成起来是企业信息系统支撑企业重组工程面临的问题。在构造一个信息系统时每一个项目干系人(Stakeholder)都要考虑如何提高系统柔性,以支持企业重组和业务流程再造?如何集成异构系统,对原有系统资源的利用和保护?

在实际开发中,许多系统需要返工往往并不是因为系统功能没有完成,而是因为质量性能得不到满足,而这些质量属性又总是交织在一起的,在系统设计时没有方法使其中的一性能最大而不牺牲其他质量性能^[2]。这就要求在着手设计系统时首先要考虑好如何满足系统的业务性能(如投放市场时间、成本、系统的生命周期和目标市场等)和质量性能,如何满足质量性能的动态属性(运行时可以测量的属性,如安全性、可用性、功能性和使用性等)和静态(运行时不能测量的属

^{*} 本技术成果受国家“十五”科技攻关计划“基于互联网的分布式计算中间件平台软件 I-SERVER”(项目编号:2001BA107C)和863计划“应用服务器中间件及其支撑环境”(项目编号:2001AA113040)项目资助。董云卫 博士生,总工程师,国家“十五”科技攻关计划和863计划课题负责人。

性,如可修改性、移植性、重用性、集成性和可测试性等)属性,并根据需求在这些性能之间权衡,这种权衡可通过分析系统软件体系结构来实现。一个系统的软件体系结构是系统分析时优先考虑的诸多因素中最早着手的物件(Artifact),它反映了系统应该包含的全部属性,是对系统需要实现的诸多属性的平衡,比如系统运行效率与安全性、维护性与可靠性、目前开发成本与今后扩展成本之间的平衡,系统对这些质量属性的实现就是通过系统的结构平衡实现的,并且可能是设计者一开始不能用文字表述的。

2 面向业务的软件体系结构

企业应用系统中软件成分越来越复杂,系统规模不断扩大,使得软件体系结构越来越庞杂,系统的质量和性能已经不再仅仅取决于实现算法和数据结构,软件系统体系结构在一定程度上决定系统的优劣。软件体系结构提供了一种使软件开发活动可被管理、形式化、可组织的一种工具。通过它可以把软件开发过程中的一些物件转化成新的软件体系结构下的物件,例如,我们可以通过软件体系结构把软件的需求规格说明转化成系统设计、把设计转化成实现。

软件体系结构是指计算机软件(程序)系统的一个或多个系统结构,它们由组成系统的构件、构件的外在表现属性和构件之间的关系构成^[2]。软件系统的体系结构有好坏之分,一个好的体系结构能够使软件系统满足特性要求、性能要求和生命周期的需求,而不好的体系结构则不能。因此,在系统开发工作启动时我们要通过实验、验证等评估方法,选择一个最好的体系结构来构造系统。

软件体系结构很多,文[2]中将软件体系结构分为五类:以数据为中心的体系结构、数据流体系结构、虚拟机体系结构、调用和返回体系结构和独立构件体系结构,每一类体系结构都为我们提供了一种分析系统需求的基点和设计系统的方法,并且都是行之有效的、实用的。但都是立足于技术角度,从产品域分析体系结构所定义的构件,构件间相互作用的信息和构件的外在表现属性即该构件被其他构件操作时它所能提供的服务、性能统计、错误处理、共享数据的应用等等^[3]。系统的质量属性需求源于系统的业务需求,如果我们从业务域出发考虑系统的体系结构,通过抽象企业应用需求中的业务

逻辑,用业务逻辑的表现实体来描述企业应用系统的体系结构。企业应用中的业务逻辑描述实体可分为:业务流程、业务活动和参与者。通过对它们之间的信息交换机制独立封装,可降低业务逻辑、业务数据和业务操作实体三者间的耦合,实现在业务域中的业务流程的柔性管理(即业务过程管理)和不同业务活动的功能在业务流程的集成^[8]。

业务流程指在企业或机构中,能够实现业务目标和策略的相互连接的过程和活动集。业务流程可以用工作流来描述,将其表示成为能够完全或部分由计算机自动执行的业务过程,在此过程中,文档、信息或任务按照预定的规则传递,企业人员、已有软件互相之间协调工作,以实现企业业务的整体目标。通过流程建模定义业务处理过程中涉及到的各种数据,包括开始和中止条件、各个工作环节及相互之间的控制流和数据流关系等^[4-7]。

业务活动是业务流程最小工作单元,表示了业务的具体功能。对应工作流中一个逻辑步骤或环节的工作任务,一般分为手工操作和自动处理两类。通过对业务活动建模,可以分离活动的内容和活动的控制关系,这样活动的内容可以是一个用户界面,也可以是一个构件(如 COST 构件,编译后的执行程序,或一个子业务流程)。当业务内容改变时,只需替换具体的功能构件,无需改变业务流程的过程定义;业务流程变化时只需改变活动的控制关系,而业务内容及其相关的数据库则不需改变。

组织机构是对参与者的建模机制,它有三种基本元素:组织单位、角色和参与者,这些基本元素供过程建模使用,并通过建模机制保证已定义的过程中使用的角色和组织机构中定义元素的一致性。对组织建模带来两个好处:①分离业务的过程定义和业务的实际执行参与者,提供了过程模型和企业人员组织模型之间的相对独立性;②提供了一种平衡工作量的手段。当有多个执行者满足参与者需要时,可在不改动流程定义的前提下,通过角色匹配在这些参与者之间平衡工作量,提高工作效率,降低流程一次执行的周转时间。

3 SynchroFLOW 的设计

SynchroFLOW 就是采用面向业务域的系统体系结构的业务过程管理与集成系统,通过对业务流程建模、对组织机构

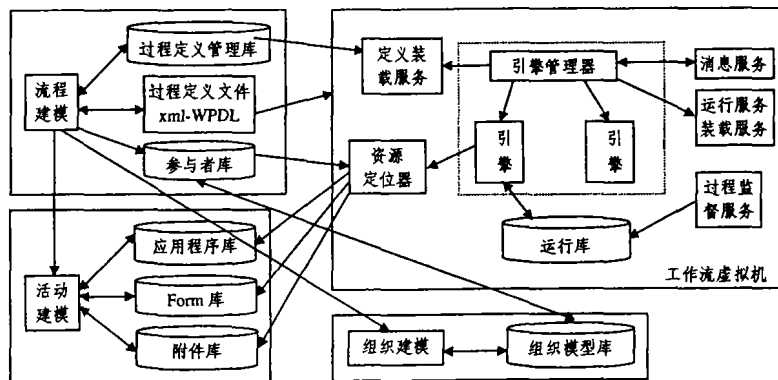


图1 Synchroflow 系统的体系结构图

建模,用业务功能构件实现业务处理中的具体工作来描述业务逻辑在软件体系结构中的静态属性,用参与者匹配和过程定义来建立业务流程、业务活动和组织机构间的关系,并用工作流虚拟机作为支撑,解释运行反映业务流程的过程模型实例,实现软件体系结构中的动态属性。通过对业务逻辑和系统实现的分离,系统软件体系结构中的静态属性和动态属性的

分离,最大限度地满足系统的各项质量属性。SynchroFLOW 的系统软件体系结构如图1所示。

3.1 工作流虚拟机

工作流虚拟机是解释执行业务流程的工作流管理系统,是工作流过程实例创建、执行和监督管理的一个运行环境。它对外提供过程、活动、工作流的查询、控制、管理功能、日志管

理功能、系统管理功能。对内它提供 workflow 解释执行的语义和语法规则,在 SynchroFLOW 中提供基于信牌驱动模型的工作流语义和语法规则,它是遵循 WIMC 标准基于 Petri-网理论提出的一种工作流模型^[6,7]。通过划分同步区与非同步区,以及在同步区使用真假信牌规则,在非同步区使用真信牌规则,具有丰富的语义和直观的描述能力,能够描述各种业务流程的控制逻辑。

在 SynchroFLOW 中定义好的过程进行实例化及执行的过程中需要读取定义库、组织机构库的信息,生成工作项写入工作项库,并形成相应的运行日志及历史数据存入日志库及历史库。此外,监控管理、客户端通过消息发送或 API 调用与运行服务通信,实现过程实例、活动实例及工作项的查询及监控。

3.2 业务流程建模

业务过程建模就是按照信牌驱动模型制定 workflow 解释执行语义和语法规则对业务流程的严格描述。只要完整地定义了业务流程的过程和一些相关的描述信息,workflow 虚拟机按照这种流程定义自动或半自动地执行,而无需用户再另外开发软件。

SynchroFLOW 的业务过程建模分为过程建模定义、过程建模管理和过程定义结果的标准格式等。过程建模完成业务流程的模型定义,包括流程信息和相关数据;过程建模管理负责过程定义的管理职能,包括过程定义结果保存、获取和过程定义数据库的管理等。过程定义结果的格式将遵循 XML-WPDL 过程定义交换标准。

3.3 业务活动建模

一个 workflow 模型可以包含若干个过程;一个过程可以包含若干个基本元素;它们可分为两类:活动元素和转移元素。活动分为开始活动、手工活动、自动活动、内置活动、子活动、路由活动、活动组、意外活动和结束活动等九种特殊情况。业务活动建模,一方面把活动的内容(具体功能)设计成为一个个构件(如 COST 构件,编译后的执行程序,或一个子业务流程或一个用户界面),由它们完成人机交互、数据处理和与数据库的连接等功能,并把它们按一定的方式存储起来,供业务过程定义时调用。另一方面,根据活动的类型和控制流信息,在业务过程定义时,定义参与者匹配方式,以便在活动执行时确定活动的执行者。

3.4 组织结构建模

业务流程定义中除了定义一系列活动以及活动之间的关系外,还要考虑手工执行的活动由谁来做和如何决定谁来做。在 workflow 系统中,一个活动的参与者(执行者)可能有三种情况:人员、单位和角色。这三种信息存放在一个企业的组织模型数据库中,供过程定义使用。

·人员:指明某一活动的具体执行者,由该人员交互式地完成该活动的任务。

·单位:一个活动的执行者并不指定给一个人,而是一个组织单位,它表明该单位中的任何一个人员都有能力和责任执行该活动,当系统执行时再根据当时的情况动态地选择该单位中的一个合适的人员完成该活动。

·角色:是对不同人员在业务流程中所承担责任的一种划分,不同的责任可由不同的角色完成。

参与者就是活动的执行者,描述了一个活动可以由谁来执行,它是一个人、组织单位和角色的集合运算表达式。参与者是与过程相关的,而人、组织单位和角色是独立于过程定义

的。参与者与活动之间的关系是执行与被执行的关系,参与者与人、组织单位和角色之间是扮演与被扮演的关系。只有满足参与者表达式的人、组织单位和角色才有权执行活动(只要在流程实例执行前,将参与者分配给某个活动就行了,即参与者匹配或参与者转换)。因此,参与者和执行者之间存在着多对多的关系,一个参与者可由一个或几个执行者来扮演,而一个执行者可以扮演多个参与者,这种多对多的关系给参与者匹配的实现带来一定的难度。但同时带来了灵活、简便、易于控制的好处。在 SynchroFLOW 中提供三种参与者匹配解决方法:

1)过程定义时就完成参与者匹配,指定活动的执行者。这样可使得流程执行时无需参与者匹配,简化运行服务的功能。

2)过程实例化时需要指定活动的执行者时,由过程的管理者来决定。

3)对第2种情况,如果管理者不指定执行者(不进行参与者匹配),那么就生成若干个活动,这些活动中的每一个活动由参与者中某一个具体的执行者执行,然后由他们根据自己的能力和工作量等情况竞争该项活动的执行。如果有一个人竞争上了这个活动,生成的其它人的活动自动消失。

3.5 需求确认和设计验证

在 SynchroFLOW 中提供了两个可视化建模工具,一个是过程建模工具 Process Designer 用于创建工作流的过程定义,它包含如下的内容:过程公共数据以及过程中各种元素数据的定义功能;对定义的过程数据进行各种存、取的管理功能;过程定义的 xml-WPDL 数据格式。可以利用过程建模工具图形化地表示业务流程,并可以直接自动生成 xml-WPDL 形式的过程定义文件,交由 workflow 虚拟机运行。另一个是功能组件开发工具 Form Designer,用来图形化地设计用户界面,如窗体(Form)、报表、数据管理连接等等,并能够直接生成 html 或 JSP 格式的文件,供流程定义调用。因此,利用 SynchroFLOW 的工具可以图形化描述应用需求,并快速开发应用系统原形,使系统需求确认具体、简单。自动生成标准格式的源程序代码,简化了系统设计和设计验证,极大地提高了软件开发效率。

4 利用 SynchroFLOW 实现业务流程管理

由于 SynchroFLOW 过程建模采用标准的 XML-WPDL 形式的过程定义,作为过程建模与 workflow 虚拟机之间交换过程定义的方式,从而使表现企业业务流程的过程定义程序与 workflow 虚拟机之间建立起了一种松散的耦合关系。当企业业务流程重组时,业务流程变化,只需要改变业务过程定义,用新的过程定义文件替换旧的即可,系统的功能构件、参与者以及数据库属性都不用修改。

在采用 SynchroFLOW 开发企业应用时,业务流程、活动或参与者发生变化时,可以利用 SynchroFLOW 提供的工具对系统的局部快速修改而不影响系统的体系结构整体,保证了系统质量属性。同时由于 workflow 虚拟机和反映业务流程的过程定义文件分离,还可以动态修改业务流程,即对流程定义模型的实例进行修改,当一个实例化的流程在运行过程中需要修改时,由 workflow 虚拟机挂起需要修改的流程实例,利用 SynchroFLOW 提供的工具对流程、活动或参与者进行快速修改,并得到新的业务流程模型文件,交由 workflow 虚拟机实例化,恢复被挂起的业务流,由于其实例已被更新,它将按新的

(下转第155页)

表1 结构图 A,B,C 的节点分级情况

	A	B	C
1级	v1,v2,v3,v4,v5	w1,w2,w4,w5	u1,u2,u3,u4,u5
2级	v6,v7,v8	w6,w7,w8	u6,u7
3级	v9,v10,v11,v12, v13,v14,v15,v16	w9,w10,w11,w12, w13,w14,w15	u8,u9,u10,u11, u12,u13,u14,u15

经过匹配算法,我们得到:

一级节点对

A 与 B: (v1,w1), (v2,w2), (v4,w4), (v5,w5)

A 与 C: (v1,u1), (v2,u2), (v3,u3), (v4,u4), (v5,u5)

二级节点对:

A 与 B: (v6,w6), (v7,w7)

A 与 C: (v6,u6), (v7,u7)

三级节点对:

A 与 B: (v9,w9), (v10,w10), (v11,w11), (v12,w12)

A 与 C: (v9,u9), (v10,u10), (v11,u11), (v12,u8), (v13,u13)

计算结果如表2所示。

表2 范例 A,B,C 的结构相似度计算表

	B 与 A 的相似	C 与 A 的相似
1级, w1=.70	4/5	5/5
2级, w2=.20	2/3	2/3
3级, w3=.10	4/8	5/8
加权总计	≈.74	≈.90

4 模型讨论

本文提出的知识结构相似模型,是基于节点分级的最大

同构子图。这样的模型好处在于:

(1)一个范例结构图中,并不是所有节点都是同等重要的,我们有区别地对待结构图中的节点,提出了这样的概念:知识结构的相似,首先要满足关键节点及其关系的相似,然后才是次要和再次要节点及其关系的相似。通俗地说,两件事情要相似肯定要保证关键问题相似,在次要问题相似而关键问题不相似的情况下,我们不可以认为两件事情是相似的。本文的模型避免了对节点一视同仁,粗放的角度而采用了相对精细的视角去看问题。

(2)一次性纳入知识结构图的所有节点和弧来计算相似性,显然计算量巨大,我们的分级方法使得结构图的比较的计算量大大减小,仅在关键节点和弧相似的情况下进入下一层更精细的比较,避免了无谓的计算和节点数量和弧过多带来的匹配错误问题,可以大大提高效率。

结论 本文针对范例的结构相似性问题,提出一个按关键节点分层的基于最大同构子图的相似性模型,使得复杂结构的范例知识可以进行比较,并得到简单的数值结果,为复杂范例的多种类型的带偏序的属性的综合比较提供了基础。

参考文献

- 1 Leake D B. CBR in Context; The Present and Future. AAAI Press/MIT Press, 1996
- 2 史忠植. 知识发现. 清华大学出版社, 2002
- 3 Schreiber G. 知识工程和知识管理. 史忠植, 梁永全, 吴斌译. 机械工业出版社, 2003
- 4 Gebhardt F. Structure oriented case retrieval. [Fabel-Report 39]. GMD, Sankt Augustin, Dec. 1995

(上接第140页)

业务流程运行。

5 利用 SynchroFLOW 实现企业应用集成

SynchroFLOW 降低业务逻辑、业务数据和业务操作实体三者间的耦合,在企业应用异构环境中可以实现功能构件级和流程级不同层次的集成。软件开发商开发的 EJB、应用程序、FORM 和与过程定义有关的附件通过系统管理进行注册和注销;用 FORM 开发工具开发的 FORM 通过应用程序管理提供的 API 进行注册;EJB 通过 EJB 部署工具部署到 EJB 服务器上;EJB、应用程序、FORM 和附件的索引信息保存到应用程序数据库中。利用 SynchroFLOW 的 FORM 开发工具开发的 FORM 或用第三方开发工具(如 FrontPage)开发的 FORM 以及以 JSP、HTML、EJB 封装的组件,通过注册,成为一个业务活动功能构件。

在企业应用中有很多应用程序是二次开发商和用户自己开发的,有的是第三方开发的 COST 组件,这些应用程序是 workflow 虚拟机所不认识的。SynchroFLOW 通过应用程序的注册和注销机制实现对它们的集成。应用程序的集成有两种方式,一种是将做好的应用程序作为活动一个功能构件,将应用程序索引信息登记在应用程序管理中,供过程定义时集成到活动中,当业务流程运行时它随活动一块执行;另一种是调用应用程序,由相应的 API 进行处理客户端注册应用程序的请求,还有响应调用应用程序的请求。

结束语 西安协同公司开发业务流程管理与集成系统

SynchroFLOW 的过程中采用并实现了面向业务的软件体系结构这一思想。该软件成功应用在电子政务、电讯等行业中,特别是在中国电信本地网资源管理工程选型中,选型专家组对 Exchange、Flowmark、WebLogic Integration 和 SynchroFLOW 从业务的表达能力、对异构系统的集成性和业务的柔性管理等方面进行比较,最后决定中国电信的19个省的本地网资源管理系统的工作流平台软件所需的167套 workflow 管理软件全部采用 SynchroFLOW。中国电信通过基于 SynchroFLOW 开发的资源管理系统提高面向网络资源的管理能力、面向业务的处理能力,提高面向市场的竞争能力。

参考文献

- 1 Kalakota R, Robinson M. E-Business 2.0 Roadmap for Success. Addison-Wesley, 2001
- 2 Bass L, Clements P, Kazman R. Software Architecture in Practice. Addison-Wesley, 1998
- 3 Lauesen S. Software Requirements: Styles and Techniques. Addison-Wesley, 2002
- 4 Workflow Management Coalition. Workflow Technology - White paper. <http://www.wfmc.org/standards/docs.htm>, Feb. 1998
- 5 杨斌,郝克刚. 基于 Web 的工作流管理系统的解决方案. 西北大学学报(自然科学版), 1999(6): 491~494
- 6 岳晓丽,杨斌,郝克刚. 令牌驱动式工作流计算模型. 计算机研究与发展, 2000(12): 1513~1519
- 7 郝克刚,王斌君,安贵. WPD 中的 JOIN 语义问题和分区解决方案. 计算机科学, 2003
- 8 董卫云,李伟宏,郝克刚. 一个企业应用集成的设计模式. 计算机科学, 2003, 30(10)
- 9 西安协同数码股份有限公司. SynchroFLOW 概要设计. 2001