

集成化企业建模系统体系结构与实施方法研究*

范玉顺 吴澄

(清华大学自动化系 北京 100084)

摘要 提出一种集成化的企业建模方法,给出了建模框架体系和基于工作流的过程视图建模方法,并设计了基于 CORBA 软件总线的集成化企业建模与仿真优化系统。将企业建模的生命周期加以扩展,提出 4 阶段生命周期的建模方法,并以工作流模型作为企业模型的核心,提出了实现企业模型到实施系统转化的两种可行方法。

关键词 企业建模,体系结构,过程模型,工作流

分类号 F 406

Research of System Architecture and Implementation Method for Integrated Enterprise Modeling

Fan Yushun, Wu Cheng

(Tsinghua University)

Abstract An integrated modeling method is put forward and its modeling framework is presented. A process modeling method based on workflow is also presented. An integrated modeling and simulation tool system is designed under the support of CORBA. The life cycle of enterprise modeling is extended and a four-phase modeling life cycle is introduced. The workflow model is used as the core of the enterprise model. Two feasible methods for the mapping from enterprise model to implementation system are given.

Key words enterprise modeling, architecture, process model, workflow

1 引言

随着 CIMS 理论和实践的发展,针对 CIMS 工程的实施,国内外学者提出了多种企业建模、设计和分析方法,如 CIMOSA^[1], GRAI-GIM^[2], IDEF^[3], PERA^[4], ARIS^[5]和 DEM^[6]等。

敏捷制造战略^[7]等先进制造模式,对企业建模理论和方法在适应性、集成化、面向全生命周期、性能优化、一体化建模与实施等方面提出了更高的要求。而现有的企业建模方法存在的问题日益明显,这些问题集中反映在以下几方面:

1) 建模方法的 3 阶段生命周期仅能完成对企业实施信息系统过程的描述,却不能实现对企业信息系统的不断改进和维护过程的持续支持。

2) 企业建模方法在集成方面存在严重不足,具体反映在两方面:①大多数企业建模理论和方法采用多视图建模来描述企业的不同侧面,缺乏一种良好的方法来实现这些不同视图模型之间的集成;②企业建模工具与应用实施工具之间存在严重的脱节,建模理论和方法取得的结果不能直接转化为可实施的系统。

3) 企业建模工具在适应性和柔性上存在不足,具体表现在难以扩展建模工具的功能,难以实现与其它应用系统的集成。

4) 建模方法缺乏有效的模型性能评价指标体系,模型仿真优化功能较弱,因此迫切需要建立实用的模型性能评价指标体系,并在此基础上进行模型的仿真分析与优化。

在分析了当今企业对建模理论和工具需求的情况下,针对现有建模理论与方法存在的不足,本文提出一种集成化的企业建模方法,给出了其系统体系

* 863/CIMS 主题资助项目(863-511-944-002)

1999-06-14 收稿,1999-09-25 修回

结构以及基于工作流的过程建模方法,并设计了基于软构件标准 CORBA 的企业建模与优化工具系统。

2 集成化企业建模系统体系结构

企业建模系统体系结构是由生命周期维、视图模型维和通用性层次维组成的三维立体结构(见图1),该体系结构的各个侧面描述了企业建模所涉及的不同阶段、不同视图和不同建模构件的通用性。

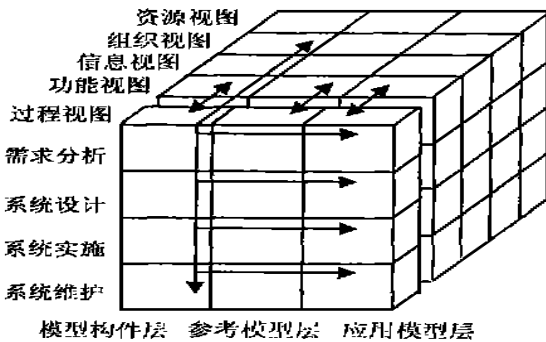


图1 企业建模系统体系结构

2.1 生命周期维

本文提出了从企业需求分析、系统设计、系统实施到运行维护4阶段的建模方法。通过引入运行维护阶段,将传统的3阶段生命周期建模方法仅支持一次建模-实施过程的开环方式,扩展成一个闭环的建模-实施-建模的循环过程,从而将企业建模工作从原先主要在理论和方法上的指导作用,延伸为支持企业实现敏捷制造战略,并能快速进行重组,以支持企业迅速响应市场的使能系统的重要组成部分。引入运行维护阶段的另一重要原因是企业信息系统的建立仅是信息系统的一小部分工作,更长期和更艰巨的则是信息系统的维护与升级工作。

整个企业建模生命周期维是一个闭环结构,每个阶段的结果(输出)是下一阶段的输入,而上一生命周期的运行维护阶段得到的结果(输出)又是下一生命周期需求分析阶段的输入,这个不断循环的过程反映了企业 CIMIS 系统不断改进和扩展的过程。生命周期各个阶段完成的工作和得到的结果如下:

1) 需求分析阶段:在业务调查、现状分析、需求定义的基础上建立需求分析模型,该模型主要包括初步的组织视图模型、资源视图模型、功能视图模型、过程视图模型和信息视图模型的概念模型;

2) 系统设计阶段:在需求分析阶段所建模型的

基础上,调整功能结构和组织结构,从而完善功能模型、组织模型和资源模型,进行过程重组,建立优化的过程模型,并生成信息视图的逻辑模型;

3) 系统实施:利用工作流机实现实例化过程模型,从而实现将优化后得到的模型投入实际运行,完成建模过程到实施系统的映射,以解决目前企业建模方法与实施系统之间存在的脱节问题;

4) 运行维护阶段:通过文档管理、版本控制等方法实现对投入运行的 CIMIS 系统的有效管理和监控,并通过集成需求管理软件工具对运行过程中企业不断提出的新的需求进行记录和管理。

2.2 视图模型维

集成化企业建模方法采用以过程模型(workflow 模型)为核心,其它模型(功能模型、信息模型、组织模型、资源模型)为辅助模型,实现集成化建模。不同的视图模型之间构成关联和引用关系。不同视图模型的创建采用逐步建立和完善的方式进行,并以过程模型为核心来控制与维护模型之间的一致性。各个视图模型采用软件构件的开发与集成方式,目的是形成具有柔性的动态企业模型。

2.3 通用性层次维

进行高效快速企业建模的一种重要方法是构建不同建模阶段、不同建模视图的基本构件,建立基本构件模型库,并以不同行业为背景建立企业参考模型,从而最终根据企业的具体情况和需求形成特定的企业模型。

3 建模方法

3.1 过程建模方法

过程建模根据过程目标和系统约束,将系统内的活动组织为适当的经营过程。过程建模方法学研究的主要内容是提供一套完整有效的描述经营过程的建模语言,包括提供对流程中逻辑顺序结构(如顺序、分支、汇合、条件、循环及并行)的描述。使用者可通过这套语言建立企业经营过程的形式描述。本项目的过程视图建模方法基于工作流技术^[8],按照 CIMOSA 的经营过程描述语言和工作流管理联盟 WFM C 定义的工作流描述语言,建立企业的过程视图建模工具系统。

3.2 过程建模工具结构

过程建模工具用于过程模型的定义与建立、模型分析、视图提取和模型向工作流执行模型的转换,可作为企业经营过程模型的建模、分析、实施工具。

其主要模块的功能如下:

1) 模型定义模块:以图形化的方式向用户提供定义、连接、浏览、修改、删除模型元素的功能,最终形成的过程模型以 CORBA 持久对象形式保存在数据库中。

2) 视图提取模块:提供横向(相关各过程模型间)、纵向(与功能、组织、资源、信息模型间)的多视图导航功能。

3) 模型分析模块:提供模型的性能分析、仿真运行、决策支持功能,辅助用户对过程模型进行评价和优化。基于构件体系结构,采用构件互操作方式,实现建模模块与仿真模块的集成,实现建模过程与仿真过程的交互。

4) 模型转换模块:将过程模型转换为可执行的工作流模型,交工作流执行模块进行实例化运行,并最终转化为企业实施信息系统的一部分投入实际应用。

3.3 过程模型的结构

过程模型的通用结构表示为有向图的网络拓扑形式,通过节点与节点间的连接弧这两类基本元素来表达企业的业务流程。一般情况下,节点有以下几种类型定义方式:

1) 活动:指在一个不间断的时间间隔内,为实现某一目标由人工或计算机(设备)自动完成的一个动作,它是组成业务流程的最基本单元。一个企业所有活动的集合覆盖了企业中各类业务流程的全部细节。

2) 子过程:是一类能够分解的节点类型,其内部可包含组成工作流模型的所有元素类型,它实质上是一个局部的过程模型。子过程的引入大大增强了模型的表达能力,使模型具有层次化的概念,从而可支持自顶向下的建模过程。

3) 开始与结束标记:这两种标记是人为定义的具有特定含义的标志性节点。开始标记为整个流程的唯一入口点,而结束标记则为整个流程的唯一出口点。

4) 同步节点:也是一类人为定义的节点类型,它本身并不具有实际意义,只是对不同的活动起协调、同步的作用。

作为有向图中的另一类组成元素,连接弧表达了图中不同节点元素之间的逻辑顺序关系。它从前趋节点指向后继节点,体现了节点状态的转移与有向图的演进。如果说节点元素构成了过程模型的静态结构,那么连接弧元素则表征了模型的动态行为。

3.4 过程模型的基本属性

在过程模型中,节点是最重要的活动类型,它代表了企业内部将要发生的一系列动作,因而活动的属性也就构成了过程模型的基本属性。

尽管企业中的活动千差万别,但却可用一个统一的结构化框架加以描述,如图 2 所示。图中各部分含义如下:

输入	角色	输出
	约束	

图 2 活动的描述框架

1) 输入:活动的输入部分是保证活动开始的条件,通常包括原材料、生产设备及相关信息这 3 类典型的输入。相关信息也是执行活动所必不可少的条件。

2) 输出:活动的输出部分是活动的结果,通常包括 3 类典型输出——产品、半成品和信息。输出信息体现了活动对信息的产生及加工能力,有些活动是专门对信息进行加工处理的,因此也是一类典型的输出。

3) 角色:是指企业中以一定的技能要求为前提的职位名称,是能完成某项专职工作的企业人员的集合,它与企业的组织结构紧密相关。有关角色的具体定义和描述在组织模型建立过程中完成。

4) 约束:活动在执行过程中总有一定的约束条件。最主要的约束就是对活动的时间要求,即活动必须在有限时间内完成。其次是活动的优先级约束,优先级越高的活动越重要,它在实施运转的过程中享有更优先的申请企业资源与人员的权利。此外,根据企业本身的特点,还可进一步定义其它方面的约束。

3.5 过程模型与其它模型的集成

过程模型作为企业模型的重要组成部分,与整个系统的功能、信息、资源、组织模型密切相关。在模型之间的关系上,表现为过程模型引用组织模型和资源模型中定义的组织信息和资源信息,并以适当的方式管理组织企业内的功能活动,以实现预期的经营目标。

过程模型的定义、仿真与实施需要其它模型的参与和辅助。与过程模型相关联的最重要的模型是组织模型和资源模型。组织模型在过程定义阶段为过程模型提供角色的类型,在运行阶段提供具体的角色分配方案,并修改组织模型数据以锁定人员活动状态;当活动执行完毕后,再次修改模型数据以释

放组织人员。资源模型在过程定义阶段为过程模型提供资源的类型及名称,在运行阶段提供具体的资源ID分配方案,并修改资源库数据以锁定资源状态;当活动执行完毕后,则释放资源,以备下一活动使用。组织模型、资源模型与过程模型的关联、引用的含义,是在 workflow 建模过程中相应活动定义所使用的具体组织和资源。

过程模型与功能模型的关系,反映为过程模型中每个活动属于功能模型分解结构中最底层的某个功能单元,过程模型中活动的输入输出信息为功能视图模型中不同功能模块之间的信息流。过程模型与信息模型的关系反映为信息视图从过程模型中提取信息,并按信息模型的组织方式建立信息模型。

企业建模过程由组织结构模型、功能结构模型、资源模型定义,通过建立过程模型,进而充实组织模型、资源模型,并生成功能模型与信息模型,在初步形成的模型基础上,迭代式逐步改进各个模型(功能、信息、组织、资源)。在整个建模过程中,考虑到采用 WEB 方式,因此不同视图(模型)之间的关联使用 INTERNET 的导航方式进行,并且各视图在 workflow 模型统一的约束下协同进行(采用 ORB 提供的对象服务方式),从而构成一个协同建模的环境。

4 基于 CORBA 的企业建模、仿真优化和实施系统结构

为支持上述建模方法的应用,需开发一个集成化企业建模与优化工具系统。图 3 给出了该系统的体系结构。系统采用 CORBA 软件总线(Orbix for WEB)及其服务为系统支撑环境,应用系统主要由建模工具、优化工具和实施工具系统组成。

建模工具系统是由建模环境及相应的视图建模工具组成的集成化系统。视图建模工具系统以过程视图建模工具为核心,以功能视图、信息视图、组织视图和资源视图建模工具为辅助,由模型映射为管理工具来实现不同建模阶段与不同视图模型间的映射与一致性维护。通过建立一个基于 CORBA 软总线的协同建模环境,采用面向对象的方法实现不同视图模型间的集成和导航,利用对象间的请求/服务方式来实现不同视图模型间的动态连接,支持企业建模工具系统中不同视图模型之间、不同建模阶段的模型之间以及从通用模型到参考模型和专用模型之间的映射,并实现集成化的企业协同建模与仿真优化分析。

在以下几个指标的基础上,可以建立仿真优化评价体系:

- 1) 基于活动的成本分析:提供整个流程中各个活动单元的成本分布情况,有利于找出高消耗的问题所在,进而有效地降低流程成本。
- 2) 运转周期分析:针对“时间”这一关键指标,区分流程中的增值时间(如正常的加工、生产时间)

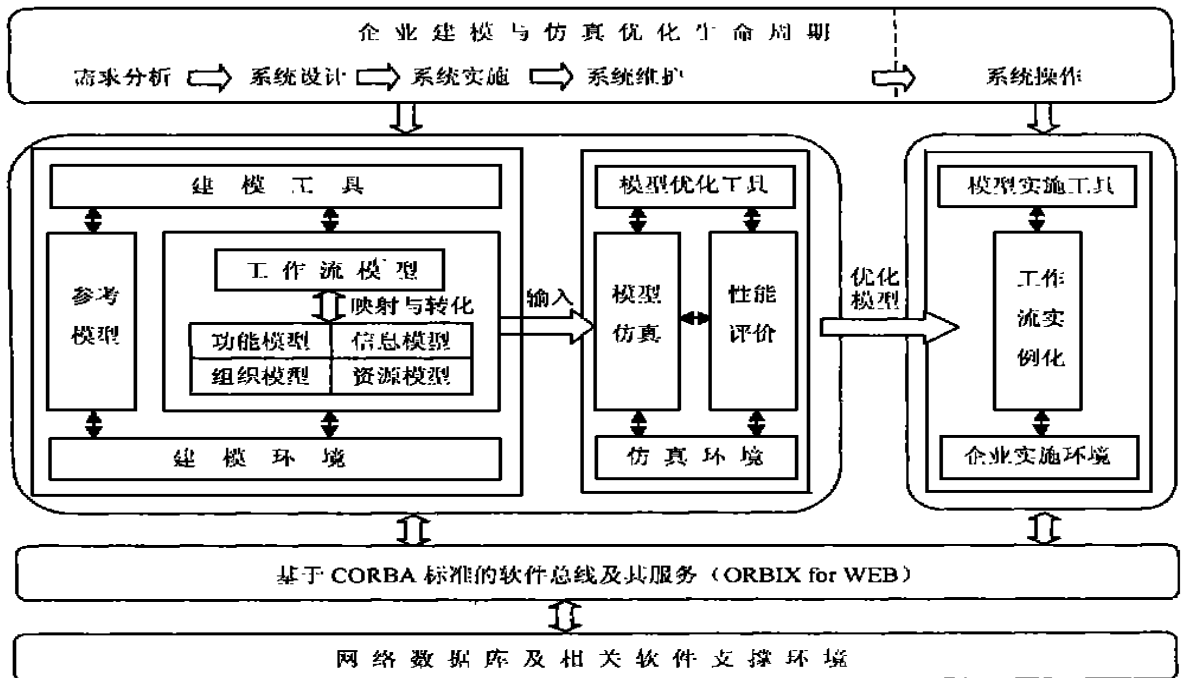


图 3 集成化建模与仿真优化分析系统体系结构

与非增值时间(如等待资源、排除故障的时间),有利于提高效率,缩短流程的运转周期。

3) 吞吐量分析:吞吐量是对企业整体负载业务能力的衡量指标,对其进行分析是对企业全局运营情况的一个评价,它反映了企业的整体性能。

4) 瓶颈分析:瓶颈是影响整体性能提高的关键部分,通过瓶颈分析,有利于发现现有流程的瓶颈所在,进而改进流程,实现合理的经营过程重组。

在完成模型仿真优化分析后,便可得到较为符合需求的企业模型。下一步工作的重点是要完成企业模型到实施系统的转化。为此,本文提出两种可行方法来实现这一转化工作:

方法 1 对 workflow 模型进行实例化,并利用 workflow 模型的集成接口实现应用系统的集成来完成,通过 workflow 机执行服务与集成的应用系统来实现企业模型的实施运行。这种工作方式尤其适用于办公自动化或需要实现过程集成、流程控制的业务系统,因为这些应用系统原本就需采用过程建模和过程集成的方式来完成系统的实施与集成运行。

方法 2 将企业模型映射到现有的应用软件系统中,并通过这些应用软件系统的运行实现企业模型到实施系统的转化。如将所建立的企业模型映射到 ERP(企业资源计划)、PSM(产品数据管理)系统中。在这个映射方式中,要求应用软件系统具有良好的可配置能力,这样才能按企业模型中设计的功能、信息、组织、资源和流程,通过配置应用软件系统来完成系统的实施。

比较而言,方法 2 比方法 1 难度要大,但其应用范围宽,也更符合实际企业信息系统的实施情况。

5 结 语

本文提出了集成化企业建模方法,给出了建模框架体系和基于工作流的过程建模方法。基于 CORBA 软件总线的支撑环境,设计了一种实施集成化企业建模与仿真优化工具系统,给出了软件系统结构。所提出的集成化工具系统采用面向对象方

法进行系统开发。通过使用本文设计开发的集成化企业建模工具,充分利用不同企业实施 CIMS 的经验,在深入理解和规范化企业业务流程的基础上,可以建立企业模型的通用构件,进而建立企业的参考模型。

参 考 文 献

- 1 ESPRIT Consortium AMICE. CIMOSA: Open system architecture for CIM. Berlin: Springer-Verlag, 1993
- 2 G Doumemeings, Vallespir B, Zanettin M. GRAI approach to designing and controlling advanced manufacturing system in CIM environment. In: Advanced Information Technologies for Industrial Material Flow Systems. New York: Springer, 1989
- 3 陈禹六,周之英,裴少鹏,等. IDEF0 及 IDEF1X 复杂系统通用的设计分析方法. 北京:电子工业出版社,1991
- 4 Williams T J. 陈禹六,谢斌,董亚男译. CIM 规划和实施的技术指南——Purdue 企业参考体系结构. 北京:兵器工业出版社,1993
- 5 Scheer A W. Architecture of integrated information system——Foundations of enterprise modelling. Berlin: Springer-Verlag, 1992
- 6 BAAN Business Innovation B V. Dynamic enterprise innovation: Establishing continuous improvement in business. Netherlands, 1998
- 7 徐晓飞,战德臣,叶丹,等. 动态联盟的建立及其集成支撑环境. 计算机集成制造系统, 1998, 4(1): 9~13
- 8 Workflow Management Coalition. The workflow reference model. WFM C T C00-1003. 1994

作 者 简 介

范玉顺 男,1962 年生。现任清华大学自动化系系统集成研究所副所长,教授,博士生导师,863/CIMS 主题关键技术专业专家组成员。主要研究方向为企业建模, workflow 管理与企业经营过程重组, Petri 网方法等。

吴澄 男,1940 年生。现任国家 CIMS 工程技术研究中心主任,863 计划自动化领域首席科学家,中国工程院院士,清华大学自动化系教授。主要研究方向为集成系统的总体设计方法及实施,系统结构与平台技术,智能调度。