

workflow 管理技术研究及产品现状及发展趋势*

范玉顺 吴澄

清华大学自动化系, 北京 100084

摘要: 本文介绍了 workflow 管理技术、相关研究项目及一些著名的 workflow 产品, 并对 workflow 管理系统和产品进行了分类。在分析了现有 workflow 管理系统存在的不足基础上, 指出了 workflow 管理系统及产品的发展趋势。本文还探讨了 workflow 技术在 CIMS 中可以得到应用并发挥重要作用的研究领域和应用中需要重点解决的问题。

关键字: workflow 管理, 分布对象技术, 企业经营过程重组, CIMS

1. 引言

现代企业强调将传统的以职能为基础的组织机构和运作机制转变为以过程为中心的管理模式, 在信息集成的基础上实现过程集成已经受到越来越多的企业和研究单位的重视。workflow 技术是实现过程集成的有效途径之一, 其研究与应用日益受到重视, 相应的 workflow 软件产品开发工作也十分活跃。workflow 技术在 CIMS 中具有十分广阔的应用前景, 在并行工程、企业经营过程重组、供应链管理、敏捷制造等领域中都开展了关于 workflow 应用的研究。但是, 由于 workflow 技术本身还处于一个发展阶段, 它在 CIMS 中的应用也刚刚起步, 还有许多问题有待进一步研究, workflow 技术在 CIMS 应用中的优势和应用效益远远没有发挥出来。

本文介绍了 workflow 的基本概念, 对目前国外有关 workflow 技术的主要研究项目和软件产品进行了综述, 并对 workflow 产品进行了分类。在此基础上, 提出了 workflow 技术研究和产品的发展趋势, 并给出了 workflow 技术在 CIMS 中可能的应用领域和应用中需要解决的问题。

2. workflow 管理的基本概念

workflow 是针对工作中具有固定程序的常规活动而提出的一个概念。通过将工作活动分解成定义良好的任务、角色、规则和过程来进行执行和监控, 达到提高生产组织水平和工作效率的目的。workflow 技术为企业更好地实现经营目标提供了先进的手段。

1993 年, 国际 workflow 管理联盟 (Workflow Management Coalition, WfMC) 的成立标志着 workflow 技术开始进入相对成熟的阶段。为了实现不同 workflow 产品之间的互操作, WfMC 在 workflow 管理系统的相关术语、体系结构及应用编程接口等方面制定了一系列标准。workflow 管理联盟给出的 workflow 定义是^[1]: workflow 是指整个或部分经营过程在计算机支持下的全自动或半自动化。在实际情况中可以更广泛地把凡是由计算机软件系统 (workflow 管理系统) 控制其执行的过程都称为 workflow。

一个 workflow 包括一组活动及它们的相互顺序关系, 还包括过程及活动的启动和终止条件, 以及对每个活动的描述。workflow 管理系统指运行在一个或多个 workflow 引擎上用于定义、实现和管理 workflow 运行的一套软件系统, 它与 workflow 执行者 (人、应用) 交互, 推进 workflow 实例的执行, 并监控 workflow 的运行状态。图 1 给出了 workflow 管理系统的体系结构图。由图 1 可以看出 workflow 管理系统由过程 (workflow) 建模工具、workflow 机 (workflow 引擎)、任务表管理器、用户界面及其相关的应用和数据组成。

workflow 管理系统可以描述不同覆盖范围和不同时间跨度的经营过程。根据经营过程以

* 863/CIMS 主题资助项目, 编号:863-511-944-002

及组成活动的复杂程度， workflow 管理系统可以采取多种实施方式。在不同实施方式中，所应用的信息技术、通信技术和支撑系统结构会有很大的差别。 workflow 管理系统的实际运行环境也可以在一个工作组内部，也可以在全企业所有业务部门。

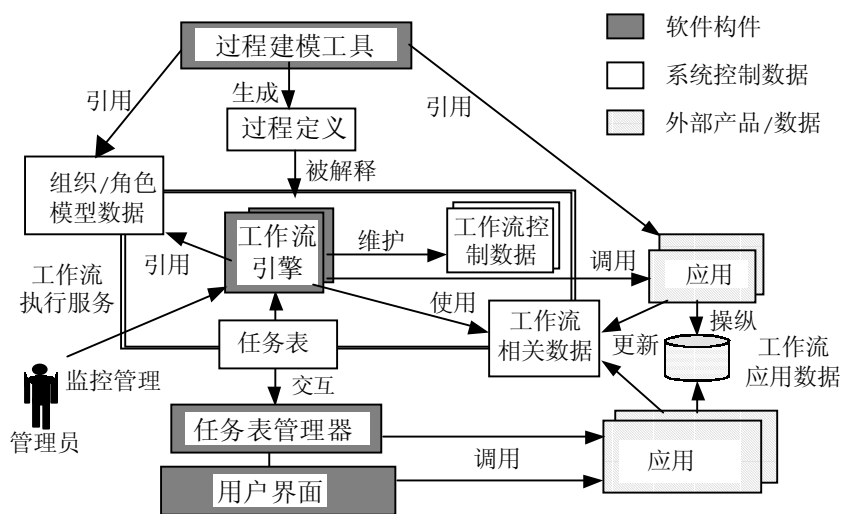


图 1 工作流管理系统的体系结构图

工作流管理系统在实际系统中的应用一般分为三个阶段：即模型建立阶段、模型实例化阶段和模型执行阶段。在模型建立阶段，通过利用 workflow 建模工具，完成企业经营过程模型的建立，将企业的实际经营过程转化为计算机可处理的工作流模型。模型实例化阶段完成为每个过程设定运行所需的参数，并分配每个活动执行所需要的资源。模型执行阶段完成经营过程的执行，在这一过程中，重要的任务是完成人机交互和应用的执行。

工作流管理的最大优点是实现了应用逻辑与过程逻辑的分离，因此可以在不修改具体功能实现的情况下，通过修改过程模型来改变系统功能，完成对生产经营部分过程或全部过程的集成管理，有效地把人、信息和应用工具合理地组织在一起，发挥系统的最大效能。工作流技术可以支持企业实现对经营管理和生产组织的过程控制以及决策支持，它能够实现现代企业对“在适当的时间把适当的信息传给适当的人”的要求。

3. 工作流管理技术的研究现状

在工作流技术研究中，比较著名的有 IBM 公司 Almaden 研究中心的 Exotica、佐治亚大学计算机系的 Meteor、WIDE 以及 Mentor 等研究项目。其中，Exotica 和 Meteor 是完全分布的工作流管理系统，WIDE 和 Mentor 则采用 C/S 结构，活动间的导航、活动执行情况的管理、异常情况的处理都是由位于服务器层的工作流机完成的。

3.1 基于持久消息队列的分布式工作流管理系统——Exotica

Exotica^[2]的工作流管理系统由许多具有自治能力的节点组成。每个节点的运行都独立于其它节点，节点之间通过可靠的消息队列来通知对方过程中某一步已经完成。这种运行机制避免了节点在过程运行中不断与服务器通信所造成的瓶颈。而且，这种体系结构使得系统的鲁棒性增强，如果其中一个节点出现故障停止运行，其余节点仍能正常运转。

Exotica 使用 IBM 本身的工作流产品 FlowMark 提供的建模工具进行模型建立。为了更好地处理活动和应用之间的信息传递，该建模工具引入了输入容器、输出容器和数据流等

模型元素。数据流由过程模型中的数据连接弧组成，它描述了各个输入容器和输出容器之间的映射关系，使得活动间可以相互传递数据信息。

Exotica 面向分布式环境下的用户，其过程实例的运行分布在整个运行环境内，由各个节点根据模型的定义和具体实例运行的情况来推进实例的运行。在 Exotica 研究项目中，研究人员对分布式 workflow 管理系统的鲁棒性、工作流的恢复和取消、备份、分布环境下的合作、以及改进的事务模型等问题进行了深入的研究，并提出了相应的解决方法。

3.2 具有自适应能力的工作流管理系统——Meteor

Meteor^[3]的研究目的是开发出一个能够支持大规模复杂的工作流应用的系统，并保证这些应用在企业间异构的环境中能够正常运行。该系统采用了完全分布的体系结构，并实现了对工作流任务的分布调度。Meteor 还提供了一个自动的代码生成器，能够自动地将图形化的工作流模型转换为实际运行代码，还能够对模型进行动态修改，可有效的支持企业实现动态经营过程重组。Meteor 系统的体系结构如图 2 所示。整个系统由建模工具、自动代码生成器、运行环境、监控器和数据库组成。

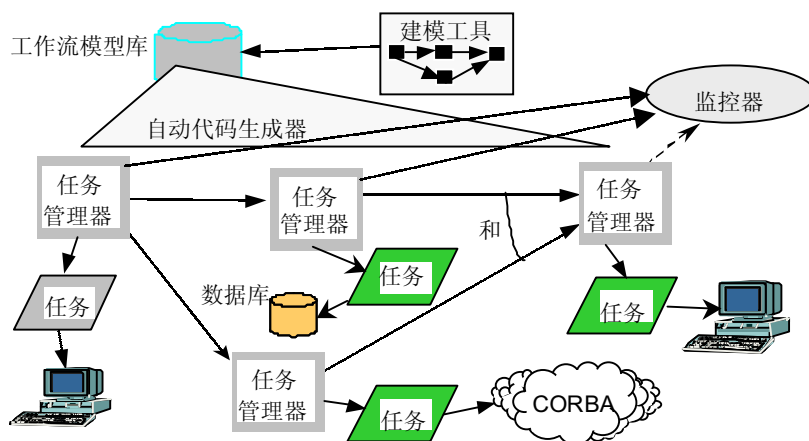


图 2 Meteor 体系结构图

Meteor 提供了一套图形化建模工具，包括流程设计器、数据设计器和任务设计器。其中流程设计器用于定义整个工作流模型中各个活动间的关系。数据设计器用于定义执行活动所使用和传递的数据。任务设计器可支持五种不同类型的活动：非事务型、事务型、WEB 型、人机交互型和两阶段提交型。任务设计器描述了如何激活这五种不同类型的活动。

Meteor 建立的模型将以工作流中介语言（Workflow Intermediate Language, WIL）的形式保存起来。WIL 能够记录活动间的前驱和后继关系、活动间所传递的数据对象、数据对象的定义以及活动的具体描述和激活方法等等。

Meteor 为基于 CORBA 的运行系统和基于 WEB 的运行系统分别提供了相应的代码生成器，它以 WIL 格式的工作流模型为输入，为活动管理器提供实际运行代码，包括调度、活动激活、数据对象获取以及出错恢复等功能的代码，它还可以输出对数据设计器定义的数据对象进行维护和操作的代码。

Meteor 提供的工作流运行支持系统有 ORBWork（基于 CORBA 的完全分布式工作流执行系统）、NeoWork（基于 CORBA 的集中式执行系统）和 WEBWork（基于 WEB 技术的完全分布的执行系统）。Meteor 还对各种异常情况设计了专门机制和函数负责检测异常情况。当异常发生时，可以交给异常处理函数处理，也可以执行一个补偿活动来取消出错活动所产生的影响。

3.3 基于分布式主动数据库技术的工作流管理系统——WIDE

WIDE^[4]是由来自西班牙、意大利和荷兰的五个合作单位协同开发的工作流管理系统。其主要目的是利用分布式数据库和主动数据库技术来实现工作流管理，并提供先进的、面向应用的软件产品。

WIDE 工作流模型包括三个部分：组织模型、信息模型和过程模型。WIDE 是对 WfMC 参考模型的一种扩展。WIDE 模型不仅定义了工作流的基本要素，而且还支持组织模型建模、复杂的活动约束分配、动态流程控制、复杂过程结构以及以及工作流事务处理。

- 1) 组织模型记录了企业内组织结构和资源的信息。
- 2) 信息模型定义和维护工作流实例运行过程中所需的全部数据，并管理这些数据的使用范围和表示方式。
- 3) 过程模型是 WIDE 工作流模型的主模型。它的活动具有以下几个方面的属性：前条件（规定活动开始的标志）、活动所要进行的操作、后条件（表明活动结束的条件）、角色限制以及对系统定义和用户自己定义的异常情况的处理。

WIDE 提出的工作流管理系统包括三层。最底层是数据库层。第二层为基本访问层 (Basic Access Layer, BAL)，实现对数据库的屏蔽，BAL 为用户提供了一个面向对象数据库的操作接口，并将其映射为底层的关系型数据库操作接口。最顶层是服务器层，提供了事务管理服务和规则支持，同时还为系统用户提供了访问接口。该服务器层包括工作流机、事务管理和规则支持三个模块。

WIDE 对异常处理进行了充分研究，它使用主动规则技术来描述异常情况及其处理方法。WIDE 定义了警告、工作流运行异常和组织异常三种异常情况，并分别设计了不同的异常处理策略和函数。最简单的方法就是采用 ECA (Event-Condition-Action) 技术来实现，即当事件发生时，在条件满足的情况下，执行某个动作。WIDE 将系统对异常情况的发生、判断和处理方法写成一条条规则，记录在数据库中。当事件被激活时，系统根据数据库中记录的规则进行处理。

3.4 基于状态与活动图的工作流管理系统——Mentor

Mentor^[5]项目的研究目的是为工作流模型的定义、执行和控制提供一个中间件平台，它采用状态和活动图做为建模规范，并使用一个可视化工具 Statemate 作为建模工具，执行活动中所需要的软件可以通过 Statemate 中的扩展接口集成到系统中，用户也可以使用其它规程建模工具来建立模型，Mentor 可将所建的模型自动转化成状态活动图。图 3 给出了 Mentor 的系统体系结构图。

活动图描述了活动之间的数据流动，而状态图则规定了活动之间控制信息的流动。在状态图中，状态的转换是由 ECA 规则驱动的。状态图还提供了正交组件，它允许两个处于相同层次的状态图可互相独立地并行执行。

为了支持异构环境下的各种应用程序，系统以 CORBA 产品 Orbix 为底层支持，通过 ORB 来传递参数和激活应用程序。系统中所有需要被激活的应用程序都必须包装在 Orbix 中，并提供 IDL 调用接口。Mentor 的研究人员还对系统中同步问题、系统容错能力等进行了研究，并提供了解决方法，对涉及分布环境下过程模型的正交分解给出了算法和实现方法。

4. 工作流产品现状

目前市场上工作流产品十分活跃，它们在功能、规模和应用范围上各有特色，本节介绍 FileNet、JetForm、IBM 和 Action 四个公司开发的比较有影响和具有代表性的工作流产品。

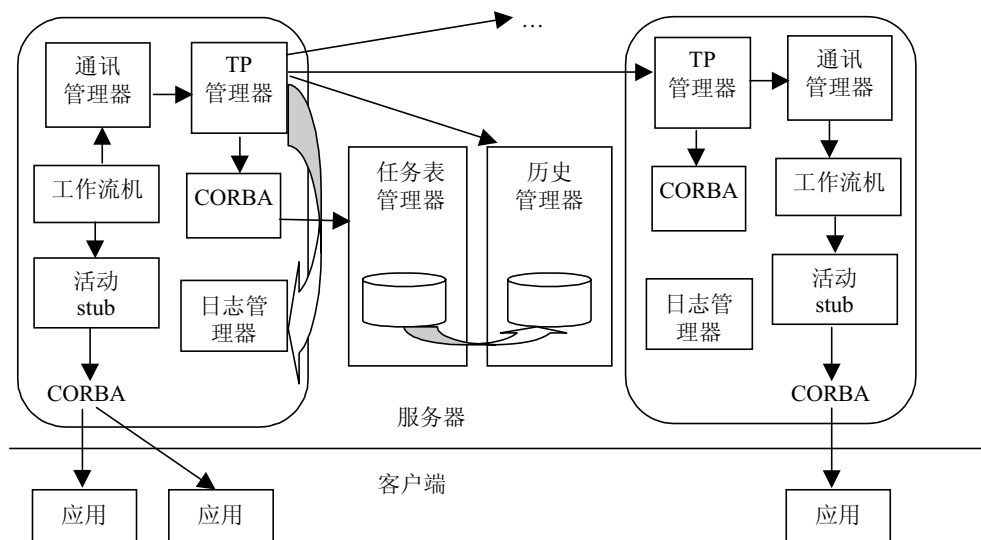


图 3 Mentor 体系结构图

4.1 FileNet 公司的工作流产品

Visual WorkFlo (以下简称VW) 是FileNET公司集成文档管理软件系列产品中的一部分, 它与集成文档管理软件中的其它产品合作, 为工作量大、性能要求高的经营过程提供了一个全新的可扩展的过程改进方案。它允许迅速地评价和改进机构工作方式。VW可以随时查看过程中关键的细节, 实时掌握过程的运行情况。它还能帮助生成天、周、月、季度或者年的工作负载报告, 以便改进过程模型。VW还提供 WEB服务, 支持跨企业的经营过程集成, 而传统的基于C/S机制的工作流产品则不具备这种功能。

VW 在实时查询过程或者活动的运行状态时, 可提供事件日志和统计报告, 预计瓶颈可能发生的地点, 平衡工作量, 优化执行过程, 解决工作负担日益增长的问题。VW 还能够自动地确定每个工作流活动的参与者在某段时间内应完成的工作, 提供有关工作量的信息, 并能够根据活动的执行情况实现在相关人员之间的任务自动分配。

VW的解决方案是建立在基于组件的软件结构基础之上的, 它将面向对象技术扩展到工作流应用开发中, 提高了软件组件的重用率。在VW实施中采用了先进的工作队列处理方法, 保证系统具有较高的可靠性。

VW主要由VW服务器、VW服务、VW设计模块、VW执行模块、VW监控模块组成。VW还针对不同的开发环境提供了面向不同任务执行程序的开发机制, 包括: OLE接口, ActiveX控件和一系列API。用户可以自己选择采用哪种方式与VW相连。

4.2 JetForm 公司的工作流产品

JetForm 公司的产品为企业在整个 Internet、Extranet 和局域网内实现经营过程的改进、管理费用的减少和产品竞争力的提高提供了有力的支持。

InTempo是JetForm公司推出的企业工作流产品。它基于C/S方式, 其客户端相互独立, 适于管理型和设定型的经营过程, 比如: 合同管理、顾客问题解决、销售和预算审批、订购、消费报告、政策回顾、用户调查等等。

InTempo 具有以下主要特点:

- 1) 客户端相互独立: 这种独立性使得企业可以针对不同任务选择合适的客户端环境。
- 2) 广泛支持各种数据库和消息管理系统。
- 3) 自动分配活动: InTempo 自动将任务分配给相应的人员, 并使用电子邮件系统传输信息, 任务会自动出现在用户的信箱中, 简化了任务接收过程。

- 4) 版本管理: InTempo 提供了对过程模型的不同版本进行管理的服务。
- 5) 支持结构化和非结构化的数据: 用户可以将任何形式的文档附加在过程中传给下一个用户。
- 6) 时间管理: InTempo 提供了不同程度的时间管理服务。用户可以在创建模型时加入期限限制。InTempo 会根据用户定义的时间要求执行超时提醒、过时任务删除等操作。
- 7) 支持设定型的工作流: InTempo 允许在工作流中加入决策型的活动。对异常活动和人员参与的活动, InTempo 都将进行记录。这使得 InTempo 可以处理更为复杂的工作流, 为企业更快、更准确地决策提供了保证。

InTempo 由组织建模、角色建模、过程建模、代理、系统管理、系统监控、WEB 连接器等模块组成。

4.3 IBM 的工作流产品

IBM MQSeries Workflow 是 IBM 公司推出的最新工作流管理产品, 是 IBM 商业集成软件 IBM MQSeries 的一部分。它将经营流程从应用逻辑中分离出来, 可以帮助企业用更少的时间、以更快的速度和更高的灵活性集成资源、减少消耗、消除错误、提高生产力, 实现根据市场需求改变经营过程的目标。它以 IBM MQSeries 为基础, 将分布在一个异构平台内的不同活动、系统和应用程序有机地集成起来, 为在 Internet 环境下实现电子商务提供了保障。

MQSeries Workflow 具有以下特点:

- 1) 支持异构系统: 可以支持 25 种不同的操作系统。
- 2) 自动分配任务: 可以根据模型定义自动地分配任务。
- 3) 图形化的界面: 提供了图形化编辑器, 帮助用户快速完成经营过程定义。
- 4) 帮助用户执行和优化过程: 能够充分利用有关经营过程的知识, 帮助用户定义、记录、测试、控制、执行和改进经营过程。

MQSeries Workflow 由工作流服务器、管理功能模块、程序执行代理、审查监视功能模块等组成。此外, MQSeries Workflow 还为不同用户提供了不同的操作界面。

4.4 Action 技术公司的工作流产品

Action 为知识工程师提供了一套基于 WEB 的工作流管理软件 Action Metro 4.0。它不仅能够管理确定的过程, 而且对经营过程中不可预见的问题、要求和机遇也可以进行控制, 还为用户提供了管理设定型的协作和任务的工具。客户可以用 Action 提供的工具在整个企业甚至企业间建立一个基于 WEB 或 C/S 的工作流管理环境。Action 产品将 Internet 技术与 SQL 事务处理技术结合起来, 并提供了内置的安全措施, 即使用来管理非常复杂的、分布式的和需要不断修改的工作流, 也能够保证经营过程的一致性。

与传统的工作流产品相比, Action Metro 更适合于基于知识的工作流。它支持用户与信息之间的交互 (如信息获取、用户协商、发现并解决问题等), 主要具有以下特点:

- 1) 实时提供状态信息: Metro 的开放式应用结构保证用户可以及时得到执行活动所需的最新的活动状态、应用数据和应用工具, 用户可根据实时数据和过程状态作出决策。
- 2) 瞬间智能地分配任务: Metro 自动地将任务分类, 用户可以通过基于 WEB 的工具箱来接受任务, Metro 也可以通过 Metro WorkLinks 直接将任务送到用户的电子信箱中。
- 3) 提供过程一致性服务: Metro 提供过程一致性服务, 可以在多个服务器上同时进行更新, 并在必要的时候进行事务回滚。
- 4) 功能强大的过程编辑器: Metro 提供图形化的过程编辑器, 用户可以方便地定义任何类型的过程模型。

- 5) 过程评估和改进: Metro 保证对过程的每一步都进行记录、跟踪和说明。它还能时刻跟踪状态并收集数据, 用户能够发现问题所在, 并对过程模型进行改进, 直到满意为止。
- 6) 支持 WEB 技术: Metro 允许用户通过 WEB 参与到 workflow 实例的运行中。

Metro 系统包括可扩展的工作管理应用程序、过程建模工具、过程管理工具和一系列接口, 并支持代理执行器为用户自动处理任务。

5. workflow 管理系统的分类与发展趋势

5.1 workflow 系统的分类

综合考察目前的工作流产品市场, 可以根据所实现的业务过程和底层实现技术这两种分类方法对 workflow 管理系统及其产品进行分类。

根据所实现的业务过程, workflow 管理系统可分为四类:

- 1) 管理型 workflow: 在这类 workflow 中, 活动可以预定义, 并且有一套简单的任务协调规则。
- 2) 设定型 workflow: 与管理型 workflow 相似, 但一般用来处理异常或发生几率较小的情况。
- 3) 协作型 workflow: 参与者的数量和协作的次数较多。在一个步骤上可能反复协调, 直至得到某种结果, 甚至可能回到前一阶段。
- 4) 生产型 workflow: 实现重要业务过程的 workflow 管理, 特别是与业务组织功能直接相关的工作流管理。与管理型 workflow 相比, 生产型 workflow 一般应用在大规模、复杂和异构的环境下, 整个过程涉及多个人和不同组织。

根据底层实现技术, 可将 workflow 产品分为三类:

- 1) 以通讯为中心: 以电子邮件为底层的通讯机制。这类 workflow 管理系统适合于协作型 workflow 和不确定型 workflow, 而不适于生产型 workflow。
- 2) 以文档为中心: 基于文档路由, 它同外界应用的交互能力有限。许多基于表的管理型 workflow 可以用以文档为中心的工作流实现。
- 3) 以过程为中心: 这种 workflow 系统对应于生产型 workflow。它们一般建立在数据库之上, 有自己专用的通信机制, 并且提供同外部交互的接口。

5.2 各类 workflow 产品发展情况简介

下面简单分析各类 workflow 产品的特点和目前市场发展状况。根据 Delphi Group 的报告, 五年以前, workflow 产品市场几乎被过程类产品独占, 而 1997 年度, 在所有 workflow 产品中, 以过程为中心的产品占据 54% 的市场, 以文档为中心的占 32%, 以通讯为中心的占 14%。在各个行业中, 商业 (包括银行业和保险业) 依旧是 workflow 产品的最大用户, 政府行政部门位居其次。制药业和卫生业超过了制造业, 成为影响 workflow 产品的第三大类行业。通讯业也在三年中内从 2% 显著增加到 1997 年的 5.7%。

1) 以通讯为中心的工作流产品

通讯类产品代表了 workflow 产品发展的最新趋势。它们将 workflow 技术带入过去无法应用的领域。该类产品的市场占有率以每年超过 40% 的速度增长。通讯类 workflow 产品已经从最初的解决客户请求问题, 经过电子商业调度, 逐渐过渡到实现用户参与。

通讯类产品早期的领先者是 Edify, 它的目标主要是电子商业服务, 目前, 它在该类产品市场中仍占绝对优势 (51.0%)。PegaSystems 和 TALX 这几年也有了长足的发展, 它们的市場主要在自助式销售业, 分别以 38.3% 和 10.8% 的市场份额位居第二和第三位。Mosaix 在电话业发展迅速, 不断扩大的市场占有率令人瞩目。

2) 以文档为中心的工作流产品

该类产品的应用主要集中在电子文档的生成、汇集和全局管理。这类 workflow 管理系统

通常是文档管理应用软件中的一部分。近几年文档自动化技术的迅速发展和电子文档的逐渐被接受,促进了文档类 workflow 产品的普及,使之以每年 30% 的速度迅速增长。在 1997 年,发展最快的是 Open Text。它的 Livelink Intranet 将文本搜索功能、文档管理功能和用于 WEB 领域的工作流产品集成在一起,形成了功能更强的 workflow 管理系统,满足企业各种的需求。然而,1997 年在所有文档类产品中销售额最大的是 Documentum,它以绝对优势位居榜首。

3) 以过程为中心的工作流产品

过程类产品在三类产品中发展时间最长、所占市场份额最大。不同背景的软件供应商都参与了该类产品的开发与应用。第 4 节中介绍的四个 workflow 产品都可以归类为过程类 workflow 产品。在所有以生产过程为中心的工作流产品公司中,Staffware 是发展最快的。其增长率连续两年位居首位。1996 年,它的增长率达到了 120%,1997 年是 76%。它提供的一套工使用户能够很容易地将 workflow 集成到经营应用过程软件中,因而吸引了很多顾客。在 workflow 工具开发中新近崛起的另一个公司是 Jetform。Jetform 于 1996 年收购了 Delrina 后,在电子表格领域内占据了主导地位,1997 的收入比 1996 年增长了 62%。在以过程为中心的工作流产品中,FileNet 以占有 16.3% 市场的业绩继续处于领导地位。

5.3 目前 workflow 产品存在的不足

目前 workflow 管理系统存在以下几方面的问题:

- 1) 缺乏互操作性:在 workflow 管理系统开发的早期,由于缺少统一的标准,大多数 workflow 产品之间互不兼容。虽然后来 workflow 管理联盟提出了一套 workflow 管理系统的标准,但是要实现 workflow 之间无缝的互操作还有相当多的工作需要开展。
- 2) 当并发访问和出现错误时缺乏正确和可靠的支持:workflow 实例在运行过程中,可能出现多个活动同时访问共享资源的情况,各个活动在数据操作上会相互重叠。为了保证系统正常运行,必须进行并发控制,防止出现“脏数据”等现象。另外,当 workflow 非正常中断时,如何恢复数据的一致性也是需要解决的问题。
- 3) 性能问题:目前大多数 workflow 产品无法满足企业对每天处理上万个、甚至每小时处理几千个业务的需求。
- 4) 缺乏对 workflow 进行分析、仿真和纠错的工具。

5.4 workflow 管理技术研究与产品的发展趋势

针对目前 workflow 产品存在的不足和信息技术、分布对象技术、Internet/Intranet 技术的发展趋势,从技术与应用角度来看,在今后一段时间内,workflow 管理技术的研究及产品的主要发展方向是:

- 1) 面向复杂企业应用的 workflow 管理系统:企业对 workflow 技术的需求日益增加,目前的 workflow 技术和产品还难以支持复杂的企业应用,对已有企业应用的集成能力也显得不足,因此,支持复杂企业应用和应用集成的 workflow 管理系统将会得到充分的重视和长足的发展;
- 2) 扩展 workflow 模型的描述能力:现有 workflow 系统的模型在企业应用中的描述能力不足,主要反映在 workflow 模型的语义在描述复杂过程时能力不足和活动属性的定义不够丰富上。因此需要在进一步深入分析的基础上丰富 workflow 模型的语义和活动属性的定义。
- 3) 代理技术与 workflow 管理技术的结合:代理技术与 workflow 技术都是近年来受到广泛重视并得到长足发展的计算机软件技术,在分布对象技术的基础上,充分发挥 workflow 技术在灵活性方面的优势和代理技术在知识表达、事务处理、智能性能方面的优势,将这两种技术进行有效的结合,以 workflow 管理为基础,以代理技术为核心,将会开发出具

有良好前景的应用软件产品。

- 4) 内置到商用企业应用软件包中：在过去的几年里，为了使通用软件能够满足客户提出的特别需要，SAP 等公司将 workflow 技术引入到他们的产品中，这样，用户可以按照预定的顺序调用这些产品的不同功能模块，以满足本企业的特殊需求。
- 5) 基于 WEB 的工作流：随着 WEB 技术的普及，基于 WEB 的工作流技术将得到充分的发展。工作流可以通过 WEB 扩展到多个企业，并且将会实现多个基于 WEB 的工作流服务器之间的协同工作。
- 6) 分布式工作流：经过几年的发展，workflow 管理系统的结构已经由原来的只能支持单一的工作组环境发展到现在可以支持企业级（甚至企业间）的工作流环境。一个 workflow 实例可以通过局域网、广域网分布在不同的服务器和客户端，而且服务器的故障所造成的影响将被减少到最小。因而，大大提高了系统的可扩展性、实用性和管理能力。
- 7) 融入事务管理的概念：目前大部分 workflow 产品不支持事务的概念，甚至不能保证活动的执行是一个 ACID (Atomicity, Consistency, Isolation, Durability) 的事务。这意味着系统不能保证 workflow 实例的正常运行，也无法保证系统能够正常运转。而且，当 workflow 非正常中断时，workflow 产品也无法保证能够正确地恢复数据。有些供应商已经考虑到了这个问题，并做了一些努力，但 workflow 产品在这方面的性能还有待改进。
- 8) 工作流模型的分析 and 仿真工具：目前越来越多的用户要求能够对模型进行评估和性能测试，仿真和性能监控工具的引入将不可避免地成为新一代 workflow 产品的发展趋势。

6. 工作流管理技术在 CIMS 中的应用

工作流技术在 CIMS 中具有广阔的应用前景，尤其是在当前敏捷制造、并行工程、企业经营过程重组得到企业广泛的认同和重视的情况下，根据我们对 workflow 技术和 CIMS 应用的了解，workflow 技术可以在以下的一些应用领域得到应用并发挥重要作用。

- 1) 并行工程：workflow 技术可以很好地用于产品开发过程的建模和管理，它也可以作为产品协同设计、产品设计中的冲突协调、产品数据管理与流程控制的支撑系统。在这一领域的应用中，需要增强 workflow 对产品数据及其相关集成文档的描述能力，并且需要在工作流技术中融入 CSCW 的技术和方法；
- 2) 敏捷制造：workflow 管理可以作为企业间信息集成的使能工具，基于 WEB 和基于邮件方式的工作流管理系统可以为企业灵活地组建动态联盟和实现信息交换发挥重要作用。在这一应用领域中，要充分考虑广域网环境下系统之间信息传递的可靠性问题，以及不同 workflow 系统之间的互操作和重构问题；
- 3) 供应链管理：workflow 管理技术可以较好的用于实现供应链建模和管理功能，结合 workflow 仿真和优化技术，还可以用于进行企业分销体系和供应体系的优化。为了能够真正实现优化，需要加强 workflow 模型的仿真与优化能力；
- 4) 企业经营过程重组：这是 workflow 技术应用的主要领域。虽然 workflow 管理为系统的重构提供了必要的手段，但是要真正实现企业经营过程的快速重组，企业的应用系统需要按照组件的方式进行构建或改造，而且对应用组件的粒度要求应该与过程重组所需的灵活性相匹配。即灵活性要求越高，应用组件的粒度应该越小；
- 5) 企业建模与系统集成：以 workflow 模型为核心，从功能、信息、组织与资源视图为辅助手段研究集成化的企业建模方法，并开发相应的集成化企业建模工具。在进行这方面的研究工作时，要重点解决不同视图模型之间的集成问题和模型的一致性问题，在此基础上，可以建立以 workflow 管理系统为基础的集成平台和集成框架软件，从而实现方便、快捷、灵活的应用系统集成。

工作流技术综合了计算机科学和管理科学中诸多研究领域的原理、方法和技術，如：

数据库管理、面向对象技术、C/S技术、编程语言、图形化用户界面、系统集成、消息传递、文档管理、仿真等等。近些年,企业对过程建模、BPR工具、敏捷制造、并行工程的需求为 workflow 技术的应用提供了一个广阔的市场,使 workflow 产品得以迅速发展。同时,workflow 产品供应商不断将信息技术、WEB 技术等研究中的最新研究成果应用于自己的产品开发中,促进了它的普及与应用。虽然目前的工作流产品还存在很多问题有待解决,但是随着 workflow 技术的进一步发展,它必将在提高企业的效率和竞争力,使企业更好地适应市场变化等方面起到举足轻重的作用。

参考文献

- [1] Workflow Management Coalition. The Workflow Reference Model, [WfMC1003] [R]. WfMC TC00-1003, 1994
- [2] Alonso G, Mohan C, Gunthor R, etc. Exotica/FMQM: A persistent Message-Based Architecture for Distributed Workflow Management [EB/OL]. <http://www.almaden.ibm.com/cs/exotica>
- [3] Dath S, Kochut K, Miller J, etc. ORBWork: A Reliable Distributed CORBA-Based Workflow Enactment System for Meteor₂, Available at: URL: <http://lstdis.cs.uga.edu/lib>
- [4] Chan D H.K., Vonk J, Sanchez G, etc. A Specification Language for the WIDE Workflow Model [EB/OL]. <http://dis.sema.es/projects/WIDE/Documents>
- [5] Weissenfels J, Wodtke D, Weikum G, etc., The Mentor Architecture for Enterprise-wide Workflow Management [EB/OL]. http://paris.cs.uni-sb.de/public_html/papers
- [6] Mohan C, Recent Trends in Workflow Management Products, Standards and Research [EB/OL]. <http://www.almaden.ibm.com/u/mohan/wfnato97.ps>

Current State and Development Trends of Workflow Management Research and Products

Fan Yushun Wu Cheng

Dept. of Automation, Tsinghua University, Beijing 100084

Abstract: In this paper, the workflow management technology, relevant workflow research projects, and some famous workflow products are introduced. The workflow management systems and products are classified. The shortcomings of the existing workflow management systems are pointed out. On this basis, the research and development trends of the workflow management system and product are given. In this paper, the application areas for workflow technology in CIMS and the problems to be solved are discussed.

Keywords: Workflow Management, Distributed Object Technology, Business Process Reengineering, CIMS