

一种基于 XML 的工作流过程模型的设计和实现^{*})

The Design and Implementation of An XML-based Workflow Process Model

邹冰 张旭 伊晓强 王宏安 戴国忠

(人机交互技术与智能信息处理实验室 中国科学院软件研究所 北京100080)

Abstract A strong trend towards combining workflow and Internet technologies has recently evolved. This paper first introduces workflow definitions and current workflow specification proposed by Workflow Management Coalition, and then shows an example to present how to use XML to describe business process models in Housing Industry.

Keywords Workflow, Process model, XML, Housing industry

1. 引言

面对数字经济时代带来的不断增长的竞争压力,企业逐步寻求新的商业运作模式以适应这种变化。随着信息技术和 Internet 技术的迅猛发展,为适应这种变化提供了条件。企业不再满足于孤立、零散的办公自动化和计算机应用,而是需要综合的、集成化的解决方案。作为一种对常规性事务进行管理、集成的技术, workflow 管理系统 (Workflow Management System, WMS) 的出现是必然的。如何建立企业业务过程模型是 workflow 管理系统的核心问题。

2. 工作流的现状

2.1 基本概念

工作流的概念起源于70多年前的管理理论和实践。1993年8月成立了一个专门负责有关工作流标准化工作的国际组织,称为工作流管理联盟 (Workflow Management Coalition, WfMC)。他们对以下概念给出了相应的定义:

工作流 (Workflow): 在自动运作的整个或部分的业务过程中,多个参与者之间按照某种预先定义的规则传递文档、信息或任务的过程。

工作流管理系统 (Workflow Management System): 通过使用软件来定义、创建工作流,并且管理其执行。它运行在一个或多个工作流引擎上,这些引擎解释对过程的定义,与工作流的参与者相互作用,并根据需要调用其他的 IT 工具或应用。

业务过程 (Business Process): 由一个或多个相连的程序或活动组成的系列。在具有明确的角色功能和相互关系的组织结构内,它们共同实现一个业务目标或政策目标。

过程定义 (Process Definition): 是业务过程的形式化描述,用来支持系统建模和运行过程的自动化。过程定义用来描述活动及这些活动之间的关系,过程的开始条件和终止条件,以及各活动的信息,如参与者、相关的数据和 IT 应用等^[1]。

过程定义经工作流引擎解释,用作产生过程实例的模板,并控制过程实例的运行。创建、共享和修改过程定义的能力对任何工作流系统都是至关重要的。

2.2 工作流模型描述的标准规范

工作流模型描述的表现形式主要有两种:描述性语言和

图形设计工具,前者用语句描述工作流动规则,后者一般采用结点表示人、设备、应用程序等实体对象,用链表示文档传递、请求、指令等。工作流无论以哪一种表现形式描述,最终要以一种文档格式被工作流引擎解释执行。工作流的自动化执行有赖于对业务过程的形式化描述,以保证过程的参与者之间的交互、数据的一致性和过程的可靠性。

工作流过程定义的元模型提供了通用的访问和描述过程定义的方法。它确定了过程定义中的通用实体,通过一组属性描述了这个有限实体集的特征。正是基于这种模型,不同的厂商之间才能够以通用的格式完成过程定义的传送。1995年 WfMC 发布了工作流参考模型 (Workflow Reference Model)^[2],并提出了一个工作流过程描述语言 WPDL (Workflow Process Definition Language)。WPDL 是一种描述工作流元模型的语言。工作流元模型描述了工作流过程定义中包含的实体、实体的属性、实体与实体之间的关系,以及怎样把这些过程定义归并成过程模型和公共数据。基于 WPDL 语言定义的工作流过程模型,清晰地描述了过程实体对象间的关系,能较好地支持实体属性的逐步细化和求精,具有完整、灵活和清晰的特性,为现实过程模型提供了极大的便利。WPDL 语言使用扩充巴科斯范式 (EBNF) 的文法描述,过程的定义由一组产生式完成。每个产生式由表示实体名字和属性的符号组成^[3,4]。

2001年5月 WfMC 发布一个基于 XML (eXtensible Markup Language) 描述的工作流过程定义接口规范—XML 过程定义语言 XPDL (XML Process Definition Language)^[5]。XPDL 在 XML 描述格式基础上对 WPDL 进行映射,并进行了适当的添加和修改。

2.3 发展趋势

随着网络技术的飞速发展,Internet 逐步走入世界各个角落,众多企业的局域网络日趋完备,基于浏览器/服务器 (Browse/Server, B/S) 结构的工作流管理系统慢慢浮出水面。它扩充了传统的基于客户/服务器 (Client/Server, C/S) 结构的工作流管理系统中客户端程序在具有异构性结构和跨平台性的系统中的应用,统一了客户端程序的规范,可以直接工作在简单的浏览器模式下。XML 是 SGML (Standard Generalized Markup Language) 的一个简化的、严格的子集。它是特别为 Web 应用设计的,是针对 HTML 和 Internet 的标准的、

^{*}) 本文受国家863高科技项目 CIMS 主题 (项目编号: 863-551-010-407 和 2001AA414610) 资助。邹冰 硕士研究生, 主要从事工作流、CSCW、CIMS、XML 研究。张旭 硕士研究生。王宏安 博士、研究生。戴国忠 研究员、博士生导师。

可扩展的、通用的数据格式。XML 的灵活性允许表示各种各样的信息,而这些信息是自我描述的,因此,那些没有关于这些数据描述的软件可以来处理以 XML 表示的结构化数据^[6]。

XML 使得现有的 Internet 协议和软件更为协调,从而简化了数据处理和传输。它是一种跨平台的语言。XML 的数据描述机制意味着它将成为一种在 Internet 上共享信息的强大工具,其原因是:

- XML 的开放性使得其能够在不同的用户和程序之间交换数据,而无论其平台如何。
- XML 的自描述性的特性使其对于 B2B 和企业内部解决方案来说是一种有效的选择。
- XML 无需事先协调,我们就可以在程序之间共享数据^[7]。

由于 XML 具有其他语言不可比拟的优点,所以,以 XML 来描述工作流过程模型成为必然的发展趋势。

参照 WfMC 提出的 XPD 标准,结合我国住宅建设领域的房地产开发企业的业务流程特点,我们提出了一个基于 XML 的工作流过程模型用来描述该领域,并成功地应用于 863 的住宅产业 CIMS 项目中。下面结合具体实例,介绍如何通过 XML 来描述工作流过程模型。

3. 基于 XML 的住宅开发企业的工作流过程模型

3.1 应用背景

住宅建设已成为国民经济新的增长点,2000 年它在国民经济增长率中占有 1.5% 的份额。住宅开发企业的主要业务流程模式如图 1。

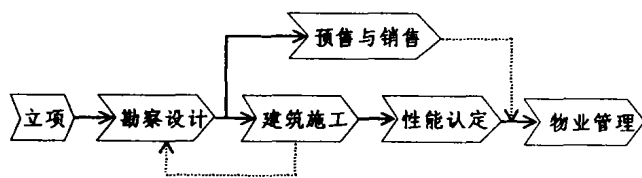


图1 住宅开发企业的业务流程

在传统的住宅建筑产业模式中,工程管理被分成了近似孤立的过程,在不同的单位独立进行。一个建筑工程中有业主、设计单位和施工单位等,每个单位使用他们自己的信息处理软件,如日程安排、评估和 CAD 等。信息的描述基本以图形文件、各式表格文件等文档形式存在。其中最常见的业务模式是基于文件传递的修改或审批,见图 2。

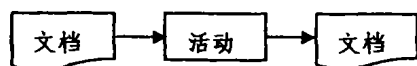


图2 最基本的业务流程

“活动”是业务流程的最基本的行为步骤,它代表了为完成流程最终目的而执行的最小的独立任务。活动要涉及到参与者。活动可能是人工执行的,也可能是自动执行的。故参与者有两类:人和自动处理程序(软件)或设备,在住宅产业的开发活动中,执行者基本是以人为主。

在住宅产业领域中的大部分企业实现信息化的程度不高,各个企业有各自不同的工作方式。有些中小型房地产开发

企业连内部的局域网还未建立完善。过于复杂的工作流程在定义和执行过程将存在困难,所以模型定义的描述要全面且尽可能的简单。此外,我们建立的工作流过程模型还考虑到以下几个要点:

- 通用性:建立一个针对所有行业的工作流过程模型而又实用是不太现实的。这里说的通用性是指在针对某一企业的业务特点建立工作流过程模型时要考虑到该企业所处的整个行业领域的共同特点,以便将来可以在该领域内复用和扩充。
- 扩展性:不可能一下子就建立一个完全的模型系统,有良好的扩展性为将来模型的逐步完善奠定基础。
- 实用性:任何理论体系的应用并不取决于该体系的先进程度,而是其蕴涵的理论和方法是不是真正解决实际应用提出的问题。描述工作流过程模型也是如此,抽象的模型理论上感觉很好,但无法实现或难于实现,结果还是不实用。

我们认为,对于一个正在迅速发展而又尚未完全成熟的模型系统过早地追求一个完善全面的定义并非明智之举,应该把握住这个模型系统的基本特征和构成。这样的好处是给该模型系统的扩充和改变提供了足够的灵活性。此外,参照国际标准也是在建立模型时不可避免要考虑的因素。

3.2 过程模型结构

住宅开发商在住宅建设过程中处于组织者。因此我们从住宅开发商的角度建立了过程模型的实体结构,如图 3。这里的实体与 XML 中结点是——对应的。实体的属性与 XML 的结点属性也是相互对应的。

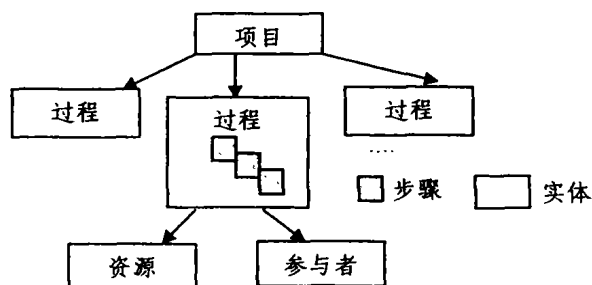


图3 过程模型的结构框架

工程(Project):描述一个工程的状况。一个工程由多个过程组成。

过程(Process):过程是工程的组成单元。过程的划分可根据实际情况,可以是设计的过程、施工的过程或两者的结合组成。过程中涉及到资源和参与者。过程中又可分成多个步骤。

步骤(Step):步骤是过程的组成单元,是指有开始日期和完成日期的具体活动,有相应参与者和所需的资源。步骤是最小的活动单元。

资源(Resource):主要是指在过程运行中涉及到的文档和文档的运行工具,如图纸、报告等文档和 AutoCAD、Excel、Project 工具。

参与者(Participant):主要是指在过程运转中涉及到相关的操作实体。参与者可以是人员,也可以是群体,如一个部门、一个企业,因此要有角色的定义。角色与实际组织中的部门相对应。每个角色被授予一定权限,可以完成一定任务。

基于这样结构定义的过程模型不仅清晰地描述了业务过程实体对象之间的关系,还能较好地支持实体属性的逐步细化,以完整、灵活和清晰的特性为现实同一领域或相近领域的

业务建模提供了极大的便利。

3.3 过程信息的描述

我们将业务过程的描述定义分为两个阶段。第一阶段为过程基本信息的定义,第二个阶段为过程流转(运行)控制信息的定义,它们之间的关系如图4。过程基本信息由专门人员通过一些可视化工具就可完成内容的定义,体现了工作流过程模型描述的简单性。过程控制信息涉及到工作流的执行程序(工作流引擎)所需的信息,其格式和内容与具体的程序有关,考虑到工作流过程模型描述的通用性和扩展性,故这部分信息有专门程序自动添加。

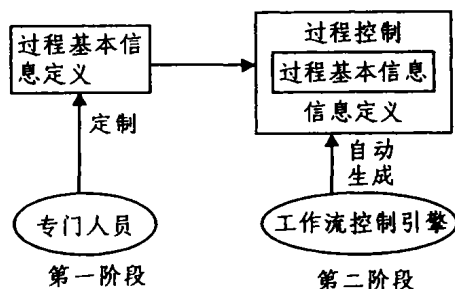


图4 过程定义的两个阶段

3.3.1 过程基本信息 过程基本信息主要由项目信息、过程信息和步骤信息组成。

项目信息:如项目 Id、项目名称、类型、项目的内容描述,项目中子项目的个数。

过程信息:如过程 Id、过程名称、过程信息的创建者、创建修改时间、过程中流转的文档信息和子步骤信息。

步骤信息:如步骤名称、编号、参与者信息、步骤的开始结束时间、步骤中附加的文档信息。

在过程描述的 XML 文件中只有文档的索引,即文档的 ID。文档的具体信息,如名称,所需应用程序等,会在专门的 XML 中描述定义。参与者的信息也类似。这样可以大大降低过程描述的 XML 文件的复杂度。

3.3.2 过程控制信息 在工作流流转过程中需要监控过程实例中各步骤的运转状态、参与者的状态、文档的状态,以及各种异常状态。其状态分为创建、运行、暂停、异常、终止等。工作流执行引擎在实例化过程的时候将控制信息仍以 XML 形式加入到过程模型文档中。通过更新控制信息来控制流程的运转。

3.4 基于 XML 描述的过程模型实例

由于文章版面限制,下面列举863的住宅产业 CIMS 项目中的一个简化了的房地产开发流程例子。它只包含基本信息的简化过程模型,是由专门的可视化工具生成的基于 XML 描述的过程模型文件。

```
<?xml version="1.0" encoding="GB2312"?>
<!DOCTYPE Project SYSTEM "project.dtd" >
<Project>
  <ProjectHeader>
    <Type>1</Type>
    <Description>审批</Description>
    <ProcessNumber>1</ProcessNumber>
  </ProjectHeader>
  <Process id="Id1003718984171" name="立项">
    <Creator>aaa</Creator>
    <Date>
      <CreationDate>Mon Oct 22 10:49:44 CST 2001</CreationDate>
      <ModifiedDate>Wed Nov 11 09:42:32 CST 2001</ModifiedDate>
    </Date>
    <!--项目建设的立项报告-->
    <Doc doc-id="Id10037177037171"/>
    <Step no="1">
      <Description>内部审查立项报告</Description>
```

```
<!--策划部门-->
<Participant participant-id="Id1003717094191" role="2">
  <Time>
    <BeginTime>Wed Nov 12 CST 2001</BeginTime>
    <EndTime>Wed Nov 13 CST 2001</EndTime>
  </Time>
</Participant>
</Step>
<Step no="2">
  <Description>市委审查</Description>
  <!--市计委-->
  <Participant participant-id="Id1003717169099" role="3">
    <Time>
      <BeginTime>Wed Nov 14 CST 2001</BeginTime>
      <EndTime>Wed Nov 16 CST 2001</EndTime>
    </Time>
    <Doc doc-id="null">
      </Participant>
    </Step>
    <Step no="3">
      ...
    </Step>
  </Process>
</Project>
```

上面描述了过程模型的流程大致如图5。

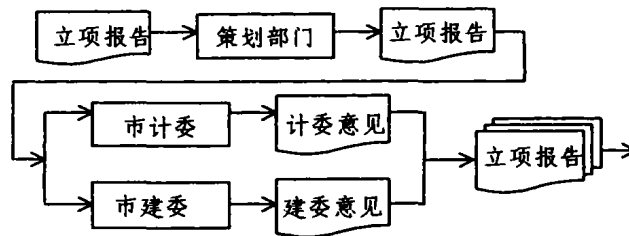


图5 立项审批流程图

3.5 工作流过程实现原理

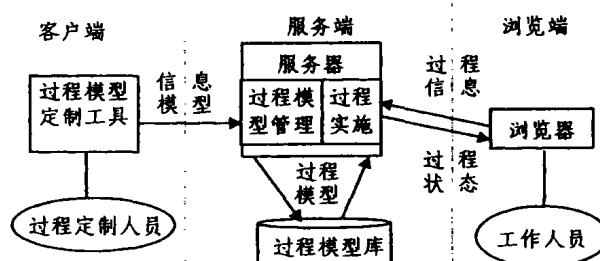


图6 过程定义、管理和实施的实现原理

图6所示为基于 C/S 结构和 B/S 结构相结合的工作流过程定义、管理和实施的实现原理图。这一套工作流过程的描述、管理和运行体系已在国家863项目中得到应用,被证实是切实可行的。

结束语 本文简要地介绍了基于 XML 描述的工作流过程模型,并以住宅建设产业中的房地产开发流程来说明。随着企业间动态联盟的出现和普及,使得工作流的描述、运转和管理不得不朝着基于网络的方式发展。因此,适应这种需求的基于 XML 的工作流过程模型描述的方式必然成为发展趋势。

参考文献

- 1 Allen R. Workflow: An Introduction. <http://WWW.wfmc.org/standards/docs/Workflow-An-Introduction.pdf>. 2001

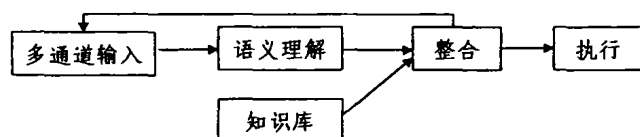
(下转第75页)

自然语言,用户可以有一种自然简单的途径和计算机系统进行交流。各种不同的用户可以非常容易地适应,这大大地缩减了训练时间。为了减少对话模型对多通道界面的影响,他们在对话中的一些特殊交互和应用之间建立了对话管理器。他们将这个对话模型应用到了 Eucalyptus^[10] 系统中。Eucalyptus 系统是一个具有有限对话能力的图形用户界面系统,它能处理来自键盘和麦克风的强制性命令和数据库查询。可以通过如下方式进行对话:只用自然语言输入方式、只用自然语言进行输入输出方式、可以只采用图形界面方式、只采用用户初始对话方式。Grasso^[11] 给出了一个原型系统,它对语音和鼠标进行了整合,所采用的也是任务整合。

4 其它方法及讨论

在语音和手势的整合中,主要的一个问题就是指代问题,要较好地解决这个问题,需要一个知识库存放指代知识,在整合的过程中使用这些知识,我们把这种方法称为基于知识的方法。很多系统都采用这种方法来实现整合,例如 XTRA^[12], ACCORD 和 MMI^[13],以及 EDWARD^[14]。以 EDWARD 为例,它包含两个单通道的子系统,这两个子系统共享一个对话管理器和知识库,在指称表达式的解释和生成时使用该知识库。

这些方法均存在着很大的不足。首先这些方法都是处于一个比较低的层次上的整合。其次以上各种方法都没有语义层次上的整合,然而没有语义层次上的整合方法并不实用。事实上,人在整合的过程中使用了很多知识,对于计算机来讲,这就需要一个知识库来存放整合中用到的这些知识。其次,在整合之前首先对很多问题进行了理解,从语义层次上进行了整合。当然有些问题只在语法和词法层进行整合就可以了,但大多数的情况还是需要语义层的整合,也只有在语义层上的整合算法才更实用。另外,人在学到很多知识之后,也会对自己的整合方法进行修改,也就是在人人交互的过程中,如果得到的整合结果不正确,则重新进行整合,得到一个新的结果,当然在重新整合之前,可能需要学习一些东西,得到一些新知识和新方法。这个过程可以用下图来表示。



参考文献

- 1 Wu Lizhong, Oviatt S L, Cohen P R. Multimodal Integration; A Statistical View. IEEE TRANSACTION ON MULTIMEDIA, 1999, 1(4): 334~41
- 2 方志刚. 多通道用户界面模型、整合方法及可用性测试: [杭州大学博士学位论文]. 1998
- 3 Lee J, Liu K F R, Chiang W. A Possibilistic-logic-based approach to Integrating Imprecise and Uncertain Information. Fuzzy Sets and Systems, 2000, 113: 309~322
- 4 Cohen P, et al. Quickset: Multimodal integration for distributed application. In: Proc. of the Fifth ACM Intl. Multimedia Conf. New York, ACM Press, 1997. 31~40
- 5 Johnston M, et al. Unification-based multimodal integration. In: Proc. of the 35th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics, San Francisco, CA, 1997. 281~288
- 6 Ovitt S, DeAngeli A, Kuhn K. Integration and Synchronization of Input Modes during Multimodal Human-Computer Interaction. In: Proc. of Conf. on Human Factors in Computing Systems: CHI'97, New York, ACM Press, 415-422. New York: ACM Press
- 7 Oviatt S, Olsen E. Integration Themes in Multimodal Human-Computer Interaction. In: Proc. of the Intl. Conf. on Spoken Language Processing, Vol. 2, Acoustical Society of Japan, 1994. 551~554
- 8 Sharon Oviatt P, Fong M, Frank M. A rapid semi-automatic simulation technique for investigating interactive speech and handwriting. In: Proc. of Intl. Conf. on spoken Language Processing, 1992, 2: 1351~1354
- 9 Marsh E, et al. Human-Machine Dialogue for MultiModal Decision Support Systems; [NCARAI Report AIC-94-032]. Navy Center for Applied Research in Artificial Intelligence, Navy Research Laboratory, Washington D. C., 1994
- 10 Wauchope K, Eucalyptus. Integrating Natural Language Input with a Graphical User Interface: [Naval Research Laboratory Technical Report NRL/FR/5510-94-9711]. 1994
- 11 Grasso M A, Finin T. Task Integration in Multimodal Speech Recognition Environments. Crossroads, Springer-Verlag, 1997, 3(3): 19~22
- 12 Allgayer J, et al. XTRA: a natural-language access system to expert systems. International Journal of Man-Machine Studies, 1989, 32: 161~195
- 13 Wilson M, Conway A. Enhanced Interaction Styles for User Interfaces. IEEE Transaction on Computer Graphics & Applications, 1991, 11: 79~90
- 14 Bos E, Huls C, Claassen W. EDWARD: Full Integration of Language and Action in a Multimodal User Interface. International Journal of Human-Computer Studies, 1994, 40(3): 473~495
- 5 Workflow Management Coalition Workflow Standard. Workflow Process Definition Interface - XML Process Definition Language. http://WWW.wfmc.org/standards/docs.htm. 2001
- 6 卢海鹏, 周之英. WWW 应用与标记语言. 计算机科学, 1999, 26(1)
- 7 Martin D, Birbeck M, et al. Professional XML. Wrox Press, Ltd. 2000

(上接第103页)

- 2 Workflow Management Coalition. The Workflow Reference Model. http://WWW.wfmc.org/standards/docs.htm. 1995
- 3 Workflow Management Coalition. Interface 1: Process Definition Interchange Process Model. http://WWW.wfmc.org/standards/docs.htm. 1999
- 4 缪晓阳, 石文俊, 吴朝晖. 工作流过程定义规范. 计算机科学, 2000, 27(11): 53~56