

基于微工作流的可扩展 GIS 模型研究

王华敏¹ 边馥苓¹

(1 武汉大学空间信息与数字工程研究中心, 武汉市珞喻路 129 号, 430079)

摘要:通过对微工作流及 GIS 业务流程特点的分析, 提出了基于微工作流的可扩展 GIS 模型, 并根据功能领域、业务流程及单位组织形式三者之间的关系, 对工作流引擎进行了设计。试验结果表明, 系统模型具有较强的水平扩展能力和垂直扩展能力, 对建设数字城市具有较强的实用价值。

关键词:微工作流; 工作流引擎; 功能领域; 可扩展 GIS

中图法分类号: P208; TP311.12

工作流技术是实现企业业务过程建模、业务过程仿真分析、业务过程优化和业务过程管理与集成, 从而最终实现业务过程自动化的核心技术。大力发展并推广工作流技术对促进地理信息管理规范化和信息化具有重要的现实意义。但目前的产品化工作流系统主要面向一般用户, 涉及功能多而全, 使工作流系统本身也极其复杂。事实证明, 庞大的系统不利于理解、重用、自定义及扩展。微工作流是一种新型工作流体系结构, 它仅包括一个轻量级的核心, 即工作流主要且基本的功能, 提供工作流的先进特征^[1]。其工作流引擎从够用、灵活和低成本的设计原则出发, 不追求工作流引擎功能的完备和复杂, 只是实现其中必不可少的功能和特征。在设计工作流引擎时, 主要考虑对其数据模型的定义和解释、活动之间的协调以及任务的分配和控制等功能提供支持, 而不支持提供内建的应用开发工具等功能。

1 工作流引擎

工作流引擎在工作流管理系统中起着核心的作用, 它可分为组织机构模型、信息模型与控制模型 3 种^[2], 而组织机构模型和信息模型又可合称为数据模型。

1.1 数据模型

数据模型所要记录的数据内容是过程建模工具建模的结果, 是控制模型控制活动流转的主要依据。

这里通过逻辑表达式方法来描述活动触发条件, 定义活动间的流转规则, 以协调和控制流程之间非常复杂的同步与并行关系。活动激发的格式为:

CurActID, Logic Express

其中, CurActID 表示当前流程元素; Logic Express 表示相关前趋流程元素状态的逻辑关系表达式, 主要有“AND”(逻辑与)、“OR”(逻辑或)、“NOT”(逻辑非(优先级比与/或高))、“()”(表达式优先级)、“{ }”(元素集合运算符)、“,”(元素分割符, 通常与元素集合运算符连用)、“@”(投票选择符, 主要用于投票汇聚活动)。该格式的意义是: 如果前趋流程元素的状态满足特定的逻辑关系表达式 Logic Express, 则执行当前流程元素 CurActID。

采用上述逻辑表达式方法定义业务流程间的流转规则, 通过数据模型表达出活动、角色及信息间的关系, 即可由工作流引擎控制流程运转。系统主要的数据模型如图 1 所示。

图 1 中组织机构模型包括 Dept(部门)、User(用户)、Role(角色)、Role-User(角色-用户)4 个关系; 信息模型包括 Business(业务)、BusiDefine(流转规则定义)、Activities(活动)、Archive(文档实例)、Log(日志)和 AssignAct(活动分配)6 个关系, 其中 Business 记录流程的基本情况、允许执行的总时间(AllowedTime)及本流程或子流程所处的工作站; BusiDefine 用于定义流程中子流程及活动间的流转规则, 表示在 ID 为 BusiID 的流程中, 如果 ActIDorBusiID(当前活动或子流

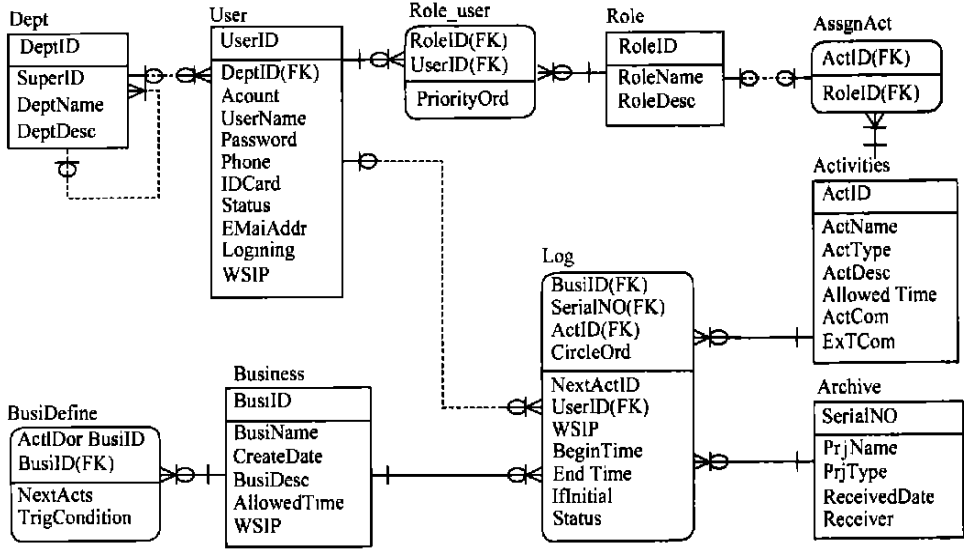


图1 数据模型

Fig. 1 Data Model

程)的前驱状态满足 TrigCondition (触发条件), 则执行 ActIDorBusiID; NextActs 指 ActIDorBusiID 的后续活动或子流程; TrigCondition 可以为逻辑表达式, 也可以为“Initial”(表示 ActIDorBusiID 为当前流程或子流程的初始活动或初始子流程)。当 ActIDorBusiID 为子流程时, 实际执行的是子流程中所包含的具体活动, 其本身并不执行; Activities 用于记录活动 ActID 的活动类型(包括初始活动、交互活动、自动活动、结束活动等)、允许执行时间(AllowedTime)、执行时的运行组件(ActCom)及超时后的运行组件(ExTCom)等信息; Archive 记录当前实例(SerialNO)的基本信息; Log 记录当前流程(BusiID)业务实例(SeriaNO)的执行情况; CircleOrd 指当前活动 ActID 在当前实例中执行的循环次数, 主要用于流程的循环; NextActID 指后续活动或子流程; UserID、WSIP、BeginTime、EndTime 分别指执行 ActID 的用户、工作站、开始时间和结束时间; Status 表示 ActID 的当前状态; IfInitial 用于标识是否是 BusiID 的初始活动, 以便于业务追踪。结合关系 BusiDefine, workflow 引擎可以控制工作流程, 同时为各用户提供待执行业务列表; AssignAct 记录活动分配给角色的情况, 角色中由优先权最高(PriorityOrd)的用户来执行此活动。

1.2 功能领域

根据地理信息管理的业务流转特点, 可以将 GIS 业务流程划分为若干个相互正交的领域, 每个领域都有其目标、功能及领域过程, 领域的功能由领域过程实现^[3]。领域的划分和确定由业务流转规则和所受限制条件的集合决定, 不同的领域

实现不同的系统目标, 彼此之间通过事件、消息相互联系与协调, 而同一功能领域又可划分成多个不同的子功能领域。事实上, 政府企事业单位的组织形式也是按照功能领域来划分的, 如规划局主要是对区域内的土地进行长远规划, 国土局则主要对土地使用进行管理, 两者分别对应各自的功能领域, 而各局内部又根据职能分别划分为各个处室, 各处室分别对应不同的子功能领域。另外, 工作流的流程、子流程也与特定的功能领域或子功能领域相关联。

1.3 控制模型——功能树

综合考虑政府企事业单位的组织形式、功能领域以及工作流流程等方面, 可以看出三者之间存在一一对应的关系, 因而可以根据功能领域、子功能领域的划分, 将 workflow 执行服务划分为功能树(简称树)的形式, 如图2所示。功能树由根节点、子节点及叶节点3部分组成。允许一棵树仅包括根节点与叶节点两层, 而不存在子节点(如一个独立的组织系统), 多棵树的集合称为森林(如多个组织系统的集合)。其中, 根节点对应最高层功能领域, 子节点管理子功能领域, 而叶节点则负责具体活动的实现。子节点根据功能领域的划分又可分为多层子节点, 子节点及其下的所有节点共同完成相应子流程的执行。根节点和子节点只负责控制其下一层子流程的执行, 不负责具体活动的执行。

图2中中心控制机、workflow 控制机及 workflow 机分别对应根节点、子节点和叶节点, 共同完成 workflow 执行服务。各部分职能如下。

1) 根节点控制最高层系统流程的执行, 主要

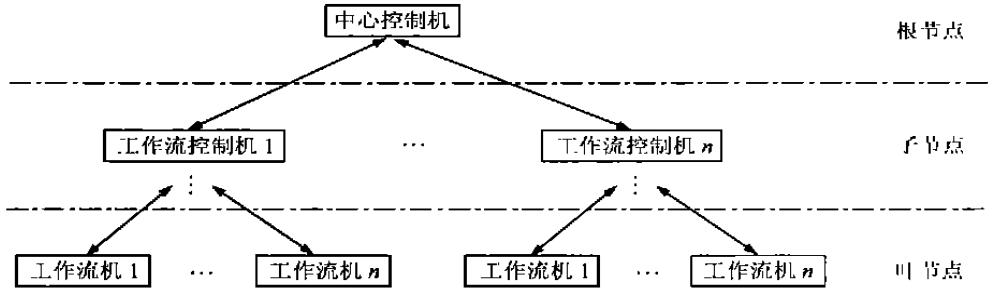


图 2 控制模型

Fig. 2 Controlling Model

管理对象为下一层子节点中的子流程。其功能主要包括: ① 创建本节点业务流程实例、记录业务执行日志; ② 维护下一层节点的配置信息和下一层子流程或活动间的工作流控制数据; ③ 依据工作流相关数据实现流程活动导航; ④ 负责与下一层节点进行通信, 传递、接收任务执行和流程控制信息; ⑤ 提供控制、管理和监督的功能等。

2) 子节点负责与父节点及其子节点进行通信, 并保证本节点内子流程的正常运转。子节点具有两种职能: ① 要包括根节点的全部功能, 此时管理对象为本节点下一层子节点的子流程; ② 要负责与父节点间的协调通信, 接收父节点下达的任务执行指令, 创建本节点子流程的业务实例; 同时向父节点传输业务流程、日志及当前子业务执行完毕等信息。因而, 子节点实际上是对根节点功能的扩充, 根节点可以通过增加功能升级为子节点。

3) 叶节点创建活动实例并由用户调用, 是真正的活动实现者。其功能包括: 存储执行本子功能领域所需要的空间数据; 与外部资源交互完成各项活动; 控制活动实例的生成、激活、挂起、终止等; 支持用户操作的界面, 在应用或用户间传递工作流相关数据等。

系统设计时, 应将每个最基本的活动单元与相应的子功能领域相关联, 而每个工作流机则绑定不同的子功能领域 (位于叶节点上), 并将各子功能领域的相应资源 (空间数据、用户与活动信息等) 合理分配到地理上分布的各个工作流机上, 经相互通信与协作, 在异构的工作流机间传递流程、子流程及活动, 支持共同的管理职能, 从而高效地控制整个业务流程的正常运转。

CORBA 屏蔽了通信和实现细节的需求, 采用面向对象的设计思想和实现方法, 在开放性、先进性、完整性、连续性方面具有突出表现, 因而可采用 CORBA 建立系统的分布式网络平台, 充分利用

其支持多继承、封装和多态的特点, 将各 GIS 活动封装成支持 CORBA 和 OpenGIS 规范的活动组件, 并分配到不同的叶节点上。通过重用 CORBA 的网络结构 (如代理、ORB 总线机制等) 和基本网络服务, 大大地简化了微工作流网络结构设计的难度, 实现各节点间及组件间的协调与通信。图 3 为父子节点间业务执行的序列图, 图中各箭头上的数字表示的意义分别为: 1 表示用户 (或父节点) 激活某业务, 创建业务实例及日志, 查找第一个子流程; 2 表示通知相应子节点执行子流程; 3 表示子节点创建子流程实例及其日志记录, 控制子流程执行; 4 表示子流程执行完毕, 通知父节点; 5 表示记录执行日志, 查找下一个子流程; 6 同 2; 7 同 3; 8 同 4; 9 表示继续执行, 直到所有子流程执行完毕; 10 表示记录日志, 业务流程执行完毕。

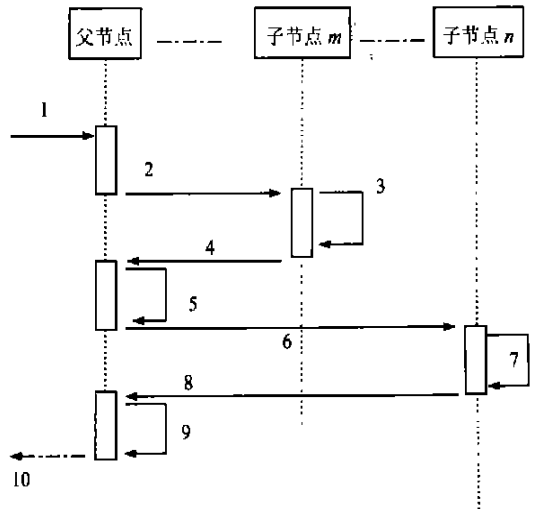


图 3 父子节点间流程序列图

Fig. 3 Procedure Sequence Diagram Between Node and Subnode

2 系统扩展

利用 CORBA 构建网络平台, 采用微工作流技

术驱动业务流程流转,有效地将功能领域、工作流机、业务流程紧密联系起来,功能树各节点具有明确的功能领域特性。系统模型具有如下特点。

1) 与 GIS 系统的相对独立性。工作流引擎不涉及具体的 GIS 操作,与其他被调用活动组件相同, GIS 活动组件也是通过微工作流系统的应用程序接口与微工作流管理系统进行交互,从而确保了微工作流管理系统的灵活性和独立性^[5]。这就为 GIS、MIS 及 OA 的无缝集成提供了强有力的保证,使得一些普通的商务办公活动可以与 GIS 相关活动较好地融为一体,由工作流管理系统进行控制和管理。

2) 子节点的相对独立性。模型中各子节点对应不同的功能领域,子节点及其下属节点构成一个独立的微工作流管理系统,同时子节点又与父节点建立父子关系,构成更高一级的微工作流管理系统。因而每个子节点既可经父节点授权执行其子流程,又可独立完成子流程的执行。

可见,系统模型具有较强的水平扩展能力和垂直扩展能力。① 水平扩展是指在同一功能领域内部增加子业务流程,包括两种层次的扩展,第一种是叶节点层的扩展,主要目的是增加某组织内部的具体业务活动(如增加一个叶节点)。首先将新开发的活动组件通过 CORBA 的网络服务在相应的工作流机(叶节点)上注册,建立待扩展子节点与组件间的通信协作关系,之后在待扩展子节点上修改工作流控制数据和工作流相关数据。第二种为子节点层次的扩展,一般表现为将某组织纳入已存在的工作流管理系统中进行管理。首先建立该组织独立的微工作流管理系统,负责控制该组织内部的子流程运转。然后将其根节点功能升级为子节点,通过 CORBA 的网络服务功能将升级后的子节点在已存在的工作流管理系统的根节点中注册,同时修改此根节点中的工作流控制数据和工作流相关数据。② 垂直扩展是指将森林中的某几棵树联合起来形成一棵树,由一个统一的工作流管理系统进行管理。其扩展步骤为:将待联合各树的根节点升级为子节点;建立一个新的根节点,设置新的工作流控制数据和工作流相关数据;利用 CORBA 网络服务建立根节点与已升级子节点间通信协作的父子关系。

3 应用实例

在 Borland C++ Builder 5 Enterprise 的系统开发环境下,以其包含的 VisiBroker For C++ 4.0 开发

支持 CORBA 规范的应用组件;采用 ESRI 公司 ArcGIS 8.2 的 ArcObjects 分析、处理空间数据,通过 IDL 定义 GIS 活动及其他活动接口并封装成 CORBA 组件;空间数据及非空间数据由 Oracle 9i 进行管理,以 ArcSDE 作为空间数据引擎,建立基于 CORBA 平台的两个微工作流管理系统,分别控制与管理国土局、规划局相关活动组件的运行。然后对两个系统进行垂直扩展,通过更高一级的微工作流管理系统进行管理。图 4 是征地业务流程流转至经规划局批准后,上一级微工作流管理系统触发国土局系统办理征地审批手续时的情况(图中剩余时间表示允许的审批时间)。

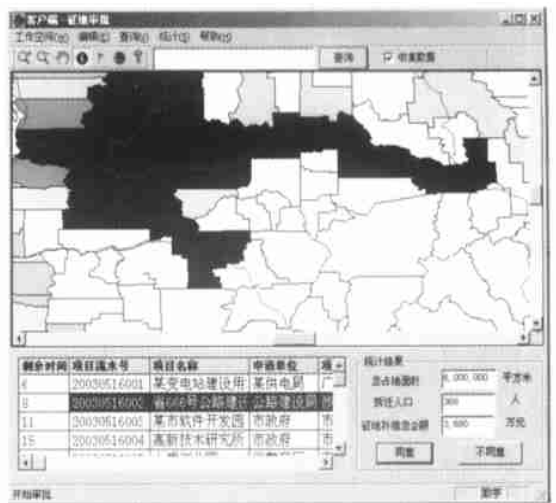


图 4 系统合并后客户端运行实例

Fig. 4 Execution Example of Client After Amalgamation

4 结 语

实践证明,采用微工作流技术驱动 GIS 系统,不仅能充分发挥工作流技术的优良特性,灵活地控制地理信息管理的业务流程,而且能够很好地解决 GIS 系统重用、扩展及与 MIS、OA 系统集成问题,对“数字城市”发展有较大的现实意义。但工作流系统中的安全性控制及长事务处理是一项艰巨而复杂的任务,有待进一步研究。

参 考 文 献

- 1 Manolescu D A. Micro-Workflow: A Workflow Architecture Supporting Compositional Object-Oriented Software Development; [Ph. D Dissertation]. Illinois; University of Illinois at Urbana-Champaign, 2002
- 2 Leung K R P H. The Liaison Workflow Engine Architecture. <http://www.computer.org/proceedings/Hiccs2/>, 2003

- 3 陶 冶, 范玉顺, 罗海滨. 分布式工作流系统的可扩展性和柔性研究. 信息与控制, 2001, 30(3): 218~223
- 4 Zhu Y L, Li H X, Xue J S, et al. The Design of Cooperative Workflow Management Model Based on Agent. IEEE, 1999, 9: 465~470
- 5 高 勇, 刘 宇, 王永乾. 基于 OpenGIS 的空间信息工作流管理系统框架研究. 地理学与国土研究, 2002, 18(4): 28~31
- 6 Seffino L A, Medeiros C B, Rocha J V, et al. WOODSS — A Spatial Decision Support System Based on Workflows. Decision Support Systems 1999(27): 105~123
- 7 Open GIS Consortium. Open GIS Simple Feature for Specification for CORBA. <http://www.opengis.org>, 2003
- 8 Weske M, Vossen G, Mederos C B. Scientific Workflow Management: WASA Architecture and Application. <http://dlms.unimuenster.de/>, 2003

第一作者简介: 王华敏, 博士生. 现从事 GIS、数字城市、工作流等研究.

E-mail: h-wealth@163.com

Extendable GIS Model Based on Micro-Workflow

WANG Huamin¹ BIAN Fuling¹

(1 Research Center of Spatial Information and Digital Engineering, Wuhan University,
129 Luoyu Road, Wuhan 430079, China)

Abstract: By analyzing the characteristics of the micro-workflow and the business of GIS, a theory of the extendable GIS model based on micro workflow is put forward. Then the workflow engine is designed in terms of the relationship between functional fields, procedures of business and the style of organization. The result of practice proves that this system model has a strong extension ability both on horizontal and vertical orientation which is very useful for building “digital city”.

Key words: micro-workflow; workflow engine; functional fields; extendable GIS

About the first author: WANG Huamin, Ph. D candidate, her major research orientations include GIS, digital city and workflow.
E-mail: h-wealth@163.com

(责任编辑: 晓平)

(上接第 126 页)

scribed by various dimensions (fields), can be clustered from different aspects or themes which are composed of several but not all of those dimensions. This paper continues the work from the very point where the traditional work of spatial clustering stops, by comparing those clustering results done by multi-but related spatial clustering themes. After giving some definitions and a set of calculating indexes, gives an algorithm to complete the spatial clustering result comparison between different clustering themes. The research shows that some valuable correlation patterns can be further found from the clustering result comparison with multi-themes, based on the traditional spatial clustering as the first step. Last an example is given to validate the principle and process of the method.

Key words: GIS; knowledge mining; spatial clustering; information expression

About the first author: SHA Zongyao, Ph. D, his major research orientation is the theory and application of GIS.

(责任编辑: 晓平)