

# 基于多 Agent 的政府横向业务集成管理系统

叶鑫, 裘江南, 王延章, 牛光新

(大连理工大学管理学院信息与决策技术研究所, 大连 116023)

**摘要:** 针对政府横向部门的业务集成问题, 以角色对组织、人和 Agent 进行统一抽象, 将层次角色网络模型(HRNM)作为管理和控制模型, 综合采用多 Agent、MVC 架构模式等方法与技术, 构建政府横向业务集成管理系统(GHBIMS)的体系结构。以一站式行政审批系统给出 GHBIMS 的应用实例。HRNM 及 GHBIMS 突出了角色的重要性, 可满足政府横向业务集成的动态性特点, 具有较好的应用前景。

**关键词:** 电子政务; 层次角色网络模型; 业务集成; 多 Agent

## Government Horizon Business Integration Management System Based on Multi-Agent

YE Xin, QIU Jiang-nan, WANG Yan-zhang, NIU Guang-xin

(Institute of Information and Decision Technology, School of Management, Dalian University of Technology, Dalian 116023)

**【Abstract】** Aiming at the focus problem of government horizon business integration, the Hierarchical Role Network Model(HRNM) is considered as the management and control model. The architecture and key technologies of the Government Horizon Business Integration Management System(GHBIMS) based on HRNM and multi-Agent are presented. An example of one-stop administrative permit system is given based on the above technologies. HRNM and GHBIMS stress the importance of the role, may adequately satisfy the dynamic characteristics of government horizon business integration, and have good application prospects.

**【Key words】** E-government; Hierarchical Role Network Model(HRNM); business integration; multi-Agent

### 1 概述

随着电子政务建设的不断推进和深化, 政府横向业务整合及应用系统集成作为 Karen 等提出的电子政务四阶段发展模型中最高阶段的表现形式<sup>[1]</sup>, 已成为当前电子政务理论研究和实际应用中的热点问题。

各级政府的组织结构由一系列层次化的组织单元构成。在同一层次内, 政府各组成部门之间构成协调的平行关系, 即行政机关的横向结构。这些部门相对自治, 业务不同但又相互关联。组织的某些目标需要相关的人员和这些平行部门根据其权力、职责和义务, 分工协作, 予以实现。而其上级组织更偏重于组织的总目标、原则、决策、协调、监督等事务。政府横向业务集成是将这些各自独立的横向平行部门的业务进行集成, 以信息共享和协同工作为主要要求, 以提高政府内部办公效率和为公众服务的质量为主要目的。

目前, 在业务集成建模方面, 针对电子政务领域的理论研究相对比较匮乏。其主要原因在于: 电子政务系统是一个社会-技术系统, 系统中组织或者人的协作具有灵活性、随机性、社会关注性和妥协性等特点<sup>[2]</sup>, 横向组织业务流程的集成具有动态性的特点。

文献[3]等从角色出发, 将角色网络模型(Role Network Model, RNM)进行了扩展, 提出了面向政府横向业务集成的层次角色网络模型(Hierarchical Role Network Model, HRNM)。在信息技术方面, 多 Agent 已被应用到 CIMS、虚拟企业和企业应用集成等领域中。虽然 Agent 可以用于模拟系统内某些具体的行为主体, 但是还缺乏对行为主体的权力、职责、义务及行为主体间交互行为的深刻抽象。

由于角色是一个抽象的概念, 不依赖于具体的行为主体而存在, 且具有社会性、统一性、动态性、柔性和可重用性等特点, 因此本文针对以上问题, 采用角色对系统内的行为主体进行统一抽象, 并基于 HRNM 对角色间的交互行为进行建模, 进而提出基于多 Agent 和 MVC 的政府横向业务集成管理系统(Government Horizon Business Integration Management System, GHBIMS)的软件体系结构及关键技术。

### 2 HRNM 概述及角色间的协作机制

HRNM 面向政府横向业务集成, 从大系统的业务和组织的整体性出发, 将角色分为 2 类: 单纯角色和子角色网络(sub-RN)。单纯角色与原有 RNM 中定义的角色相对应, 主要是对职务或岗位的抽象。子角色网络作为各平行部门在其上级组织所对应的宏观系统中的抽象, 与单纯角色具有相同的行为表现。将各横向平行部门分别看作是由其组织内的所有角色及其协作关系组成的网络系统, 而在其上级组织所对应的宏观层面, 所有的单纯角色与抽象各平行部门的子角色网络, 以及他们之间的协作关系构成了上一层次的网络系统, 从而在整体上形成了分层互联的层次网络。文献[3]同时给出了角色的定义。

角色是指处于某一特定的业务环境内, 组织和职务的抽

**基金项目:** 辽宁省自然科学基金资助项目(2051066); 大连理工大学青年教师培养基金资助项目(1200-893215)

**作者简介:** 叶鑫(1977 - ), 男, 讲师、博士, 主研方向: 电子政务, 软件工程, 复杂信息系统; 裘江南, 副教授、硕士; 王延章, 教授、博士; 牛光新, 硕士研究生

**收稿日期:** 2007-11-15 **E-mail:** yejstar@163.com

象的标准、描述、规范或者概念的集合,通过引用相应的业务对象及其属性和操作,并授权相应的许可,来体现行为为主体的权利、职责和义务。角色是一个九元组( $N, TYP, ORG, SUP, BOL, BOC, OPERL, OPERC, RES$ )。其中, $N$ 表示角色名称; $TYP$ 表示角色的类别; $ORG$ 表示角色所处的组织(包括团队); $SUP$ 表示角色的上级角色; $BOL$ 表示角色所能处理的业务对象集合; $BOC$ 表示角色所能处理的业务对象的属性 $P$ 及相应的权限,如插入、删除、修改、浏览、密级等约束条件的集合; $OPERL$ 表示角色可执行的业务对象的操作 $O$ 集合; $OPERC$ 表示角色执行操作的约束条件集合,即激发操作的基于业务对象状态 $S$ 的判定规则; $RES$ 表示角色可支配的资源。

系统内组织成员(人或者 Agent)的协作是建立在角色协作基础之上的。角色间的协作是一种抽象层面上的协作,体现角色间的动态交互行为。人和 Agent 通过扮演相应的角色实现具体组织环境下的协同工作,见图 1。

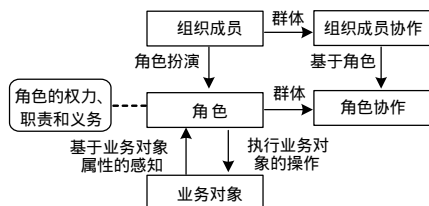


图 1 基于角色的组织成员协作

角色对其所处系统环境内业务对象的状态及其属性信息的了解和认识称为角色的感知,并基于角色的  $BOL$  和  $BOC$  属性实现对角色感知范围的设定。通过对环境的感知,角色可以了解到其他角色执行相应业务对象的操作结果以及其他共享的信息,这些信息可大致分为断言、指示、承诺、宣告和表述这 5 类。

在角色感知的基础上,为了达到某一公共目标,系统中的相关角色在不同的时刻,根据其权力、职责和义务分别执行相应业务对象的操作,从而构成了角色间的协作关系。对于同一类业务,由于同一个角色感知的内容不同,因此角色所采取的处理业务也不同,从而可能形成动态的工作流程。而基于 HRNM 的角色间的协作可较好地实现动态业务流程的控制。

### 3 基于 HRNM 和多 Agent 的 GHBIMS

将 HRNM 作为政府横向业务集成的管理和控制模型,提出了基于多 Agent 技术的 GHBIMS 的体系结构及关键技术。

#### 3.1 系统体系结构及主要 Agent

为了提高 GHBIMS 的灵活性,采用基于 MVC 的体系架构,如图 2 所示。

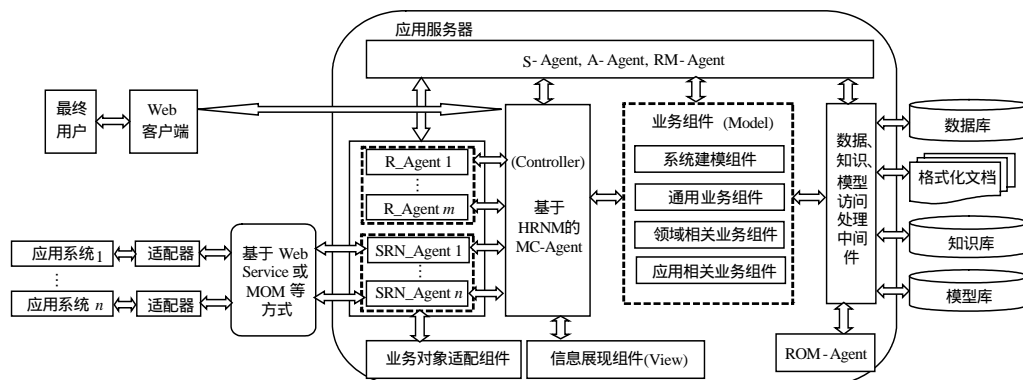


图 2 基于 MVC 的 GHBIMS 的体系结构

GHBIMS 采用多 Agent 技术,将系统中某些需要持续、自主运行的软件实体封装成 Agent。系统中的 Agent 主要分为 2 大类:扮演角色的 Agent 和面向系统管理控制的 Agent。系统中的主要 Agent 及其功能如下:

#### (1)扮演角色的 Agent

##### 1)扮演子角色网络的 Agent(SRN-Agent)

扮演各平行部门所对应的子角色网络角色,与相应的应用系统进行通信和互操作,从而实现各平行部门的应用系统与 GHBIMS 间的集成。

##### 2)扮演单纯角色的 Agent(R-Agent)

扮演单纯角色,实现某些业务的自动办理、推理和辅助决策等功能。

#### (2)面向系统管理控制的 Agent

##### 1)系统管理控制 Agent(MC-Agent)

基于 HRNM 对角色间的信息共享与协作进行管理和控制。

##### 2)安全 Agent(S-Agent)

实现登录认证、安全传输、加/解密、签名/验签等安全方面的功能。

##### 3)审计 Agent(A-Agent)

对用户的登录与注销、调用的系统功能与执行的时间、访问的信息资源等进行记录,并对其进行审计。

##### 4)运行监管 Agent(RM-Agent)

为确保系统正常运行,对系统的运行状况,包括软件、硬件及网络等进行监控,并提供预警功能。

##### 5)信息资源操作管理 Agent(ROM-Agent)

根据数据操作的请求数量和负载,动态管理数据库连接池,并对数据库和文件的并发操作进行控制。

最终用户通过 Web 客户端对系统进行访问。各平行部门的应用系统通过适配器与系统中相应的 SRN-Agent 进行通信和互操作,通信和互调用方式可酌情采用消息或 Web 服务等方式和技术。系统与各平行部门应用系统间传递的信息内容采用 XML 进行统一编码。

### 3.2 系统关键技术

MC-Agent 作为系统的控制器(controller)基于 HRNM 控制各组织成员(包括 Agent)进行感知和协作;而 SRN-Agent 扮演“子角色网络”角色,是 GHBIMS 与各平行部门应用系统集成的桥梁。如何设计两者的工作机制是构建 GHBIMS 的关键。

#### (1)MC-Agent 的工作过程及其控制机制

为了更好地控制 Agent 之间、Agent 与人之间的协作,R-Agent, SRN-Agent 以及人之间的协作并不进行直接通信,

均需通过基于 HRNM 的 MC-Agent 并在其控制下进行。MC-Agent 与其他 R-Agent 和 SRN-Agent 之间通过 XML 发送请求和应答信息。MC-Agent 在接收到请求后的工作过程大致如下:

- 1)确定其所扮演的角色。
- 2)基于请求的内容,判断此时该角色需要执

行的操作(即相应的业务组件)是否满足角色的 *OPERL* 和 *OPERC* 属性所描述的约束规则。若满足约束规则,则执行步骤 3);否则,返回给请求者相应的拒绝服务信息。

3)基于角色的 *BOL* 和 *BOC* 属性所描述的规则,对角色需要操作的业务对象属性进行控制。

4)调用执行相应的操作,实现对业务对象的创建、删除、修改和查询,并得到相关操作执行后的结果。

5)通过调用信息展现组件将结果信息以 HTML 等格式展现给最终用户,或者直接将结果返回给相关的 Agent 进行处理。

这里,MC-Agent 通过角色的 *OPERL* 和 *OPERC* 属性所描述的约束规则实现对角色行为的控制。其中,*OPERL* 表示“角色是否拥有执行相关业务对象操作的许可”,体现角色的权力;*OPERC* 则表示“业务对象的状态 *S* 满足任何约束条件时,角色必须或被允许执行相关业务对象的操作”,体现角色的职责和义务,同时体现业务规则。在 MC-Agent 的控制下,系统中的相关角色根据业务对象的状态 *S*,在不同的时刻分别执行业务对象的操作,改变其状态和相关属性,使其在角色组成的网络中流转,并最终达到其终止状态,从而实现系统角色间的协作。

综上,在 GHBIMS 中,MC-Agent 基于角色的 *BOL* 和 *BOC* 属性实现了对角色感知的控制;基于角色的 *OPERL* 和 *OPERC* 属性实现了对角色间协作关系的控制,即实现了对系统业务流程的控制。

#### (2)SRN-Agent 的工作机制

SRN-Agent 作为各平行组织在其上级宏观系统中的代理,定期、自主地访问 MC-Agent,感知系统环境,获得需要其处理的或其他角色对其共享的业务对象信息,然后通过调用相应的业务对象适配组件将业务对象封装成 XML 格式,发送到相应的适配器。适配器将其转化成相应应用系统内的业务对象,并由系统内的角色进行相应的业务处理。同理,SRN-Agent 在接收到基于 XML 描述的相应应用系统的业务对象后进行适配转换,然后访问 MC-Agent,在经过相应的业务处理后存储为系统的业务对象,并在 MC-Agent 的管理和控制下供其他角色处理或共享浏览。

这样,GHBIMS 一方面基于 MC-Agent 的控制实现了业务对象在其内部进行流转的过程;另一方面通过 SRN-Agent 实现了业务对象与相应应用系统进行流转的过程,从而实现了对各平行组织的业务和应用系统的集成。

## 4 面向一站式行政审批系统的应用

基于上述研究结果,采用 J2EE 规范和技术开发了 GHBIMS 的原型系统。基于 GHBIMS,可面向具体的政府横向业务集成领域进行建模和搭建应用。

一站式行政审批系统是政府横向业务集成的典型代表,因篇幅所限,所以这里仅对其做概要的系统分析。该系统所涉及的业务主要由分属于各行政职能部门的行政审批项目及其业务办理流程组成。行政审批项目,如工商局的“个体工商户登记”,可由业务对象进行抽象。系统中的行为主体主要分为 4 类:公众,政府职能部门及部门内执行审批过程的公

务员,领导和监督部门,这 4 类行为主体可由角色进行抽象。系统中的某些行政审批项目需要相关的职能部门信息共享,联合审批。公众角色、职能部门角色、监督部门角色与领导角色之间构成协作关系。

根据以上分析,基于 GHBIMS,经过二次开发,生成了一站式行政审批系统的原型系统。系统中,公众、领导、监督部门由 *R* 进行抽象。各平行的职能部门若无相关的应用系统,则也由 *R* 进行抽象,在 GHBIMS 上直接搭建应用;若已具有相关应用系统,则由 *SRN* 抽象,并通过 *SRN-Agent* 将系统与各平行职能部门的应用系统集成起来。

系统中某些单纯角色的行为可由 *R-Agent* 予以实现,从而减轻人的工作负担,提高系统的总体工作效率。如监督 Agent 扮演监督部门角色,在定期、自主地对相关职能部门的业务办理情况进行跟踪的基础上,根据相应的规则,针对预警、过期未办的行政审批项目自动生成催办单并发送给相关职能部门,从而实现对项目的催办。辅助领导决策 Agent 则扮演领导角色,根据需要决策的问题,收集相关的行政审批信息并进行整理,为执行相应的决策模型组件做好准备。

系统通过 MC-Agent 对所有角色的感知和协作进行控制,将原本各自独立的政府横向部门的业务集成起来,如工商局、环保局、国税局、地税局,使其信息共享和协同工作,从而实现面向公众的咨询、项目申报和审批结果发布等一站式服务。

## 5 结束语

基于 HRNM 和多 Agent 技术的 GHBIMS 充分体现了电子政务环境下的政府横向组织结构模式,强调信息共享,加强了横向的联系、沟通与协作,并具有以下特点:

(1)通过角色对组织成员进行统一抽象,并基于角色的相关属性所描述的规则,对角色的感知和协作进行管理和控制,从而实现了对横向组织间业务的集成。突出了角色在协同工作中的中心位置,从而满足横向业务流程集成动态性的特点。

(2)GHBIMS 采用多 Agent 技术,一方面基于 Agent 所扮演角色的权力、职责和义务,利用 SRN-Agent 自动实现与各平行部门应用系统间的通信和互操作,利用 R-Agent 实现行为主体全部或部分功能的自动化;另一方面,利用面向系统管理和控制的 Agent 实现系统的自动管理、控制、安全、审计、运行监管等功能。

可以预见,随着我国电子政务建设的进一步推进和发展,本文的研究成果将有更广阔的应用前景,并具有较好的实用价值。

### 参考文献

- [1] Layne K, Lee Jungwoo. Developing Fully Functional E-government: a Four Stage Model[J]. Government Information Quarterly, 2001, 18(2): 122-136.
- [2] Ellis C. Net Models Supporting Human and Humane Behaviors[C]// Proc. of Conference on Business Process Management. Eindhoven, Netherlands: [s. n.], 2003-06.
- [3] 叶鑫,王延章. 电子政务的层次角色网络模型研究[J]. 系统工程学报, 2006, 21(2): 216-220.