

电子政务业务流程动态建模的理论体系

蒋元涛

(上海海事大学经济管理学院, 上海 200135)

摘要: 针对电子政务业务流程特点提出一种动态建模的理论体系。在对电子政务业务流程及其动态建模的形式化描述基础上, 利用业务活动之间的功能依赖关系, 建立了电子政务业务流程动态建模的算法。通过活动功能的相似性分析, 详细研究构造元流程的思路, 最后给出一个政府采购业务流程的动态建模案例。

关键词: 电子政务; 业务流程; 动态建模; 元流程

中图分类号: TP393

文献标识码: A

DOI: 10.3772/j.issn.1674-1544.2013.02.017

Dynamic Modeling Theoretical System of Business Process for e-Government

Jiang Yuantao

(School of Information Management & Engineering, Shanghai Maritime University, Shanghai 201306)

Abstract: With the dramatic transformation of society and the increasingly rich of government information resources, business processes of e-government need to be dynamically adjusted to adapt to the changing needs. The dynamic modeling of the e-government business processes become the basis for the implementation of e-government system. One kind of theoretical system that supports dynamic modeling of business processes is proposed. With the characteristics of the business process in the administrative work, based on the formal description of the e-government business processes and their dynamic modeling, depending on functional relationship between business activities, e-government business processes modeling algorithm is established. In the further, the key components-processes in the dynamic modeling, through similarity analysis of the active function, the thought of building the meta-process is given in detail. Finally, a case about dynamic modeling of government procurement business process is analyzed.

Keywords: e-government, business process, dynamic modeling, meta-process

1 引言

自从上世纪80年代我国政府提出“办公自动化工程”以来, 相继开展了“三金工程”、“政府上网工程”。“十一五”、“十二五”规划进一步明确了电子政务的发展目标^[1]。可以看出, 政府已经把电子政务作为推动行政改革和促进经济发展的重要手段^[2]。电子政务系统帮助政府部门实现政务工作的自动流转和信息共享, 能够解决政务工作各个业

务环节人为割裂的问题。通过衔接政务流程的所有环节, 推动上一环节的业务信息自动流转到下一环节, 从而大大提高政务信息资源的处理效率。

从具体操作层面上来看, 政府是一个复杂的系统, 是由相互联系、相互约束的各部门组成的一个整体。政务业务则是由一组相关的、结构化的功能集合展开的, 是前后联系的一系列有价值活动的链条, 通过前后相互连接的业务流程活动, 政府可以有效地行使自己的职责。政务工作业务流程的特点

作者简介: 蒋元涛(1975—), 男, 上海海事大学硕士生导师, 博士, 研究方向: 电子政务、信息系统和投资评价等。

基金项目: 上海市教委科研创新项目“基于供需预测的造船行业市场风险评估、预警及支持系统开发”(12YZ117); 上海海事大学管理科学与工程重点学科建设资助项目(XR0101)。

收稿日期: 2012年10月31日。

主要表现在以下几个方面。

(1) 每项政务工作面向政府内部或者外部,有既定的目标或任务,各种政务工作业务流程构成一个动态系统,把一系列逻辑相关的业务活动集合起来,通过活动之间的相互协作和配合实现政务工作的整体目标。

(2) 政务工作的业务流程以部门单位为节点,而每一个工作流程中又嵌套子工作流程,属于多节点、多路径信息传递与返回的同步/异步工作流程模式,政务工作业务流程之间的连接关系可分为并行、串行、选择3种工作模式。

(3) 目前应用的政府办公自动化软件把运行程序和业务应用集成编写,固化成为可执行的程序。虽然这在一定的时期内可以提高政务工作的效率,但从长期来看,它会大大约束政务工作的变革空间,降低政府的生存适应性,并慢慢促使政务工作失去变革活力。

随着发达国家实施电子政务并进入相对成熟的时期,我国电子政务建设逐渐经历基于数据管理、信息管理的发展期后,目前正在向基于知识管理型模式的新时期过渡,有关电子政务流程建模、知识建模的理论研究成为热点。陈振晖等基于时间Petri网,分析了电子政务工作流的建模,并对工作流模型进行优化分析^[3]。刘宝代等则综合UML活动图和Petri网分析了电子政务工作流的建模方法^[4]。洪伟达从电子政务信息资源整合的角度分析了政务信息的增值开发,并提出增值开发的策略^[5]。苏红等从电子政务的知识形式、知识内容、知识组织和知识利用等方面建立了电子政务知识管理的知识结构模型^[6]。

本文以推动电子政务系统的开发应用为目标,提出一种支持电子政务业务流程动态建模的理论体系。该体系在完成电子政务业务流程及其动态建模的形式化描述基础上,利用业务活动之间的功能依赖关系,建立了电子政务业务流程动态建模的算法,进一步对动态建模的关键组件——元流程,从输入输出信息、参与主体、知识和资源约束以及方法等角度分析活动功能的相似性,详细给出了构造元流程的思路。

2 动态建模方法

电子政务的业务流程动态建模是基于合适的描述方法从一个或者多个角度(数据、功能、组织或

过程等)对政务工作的体系结构进行描述,以产生一系列能代表政府部门实际状况的业务模型,从而能够动态地对政务工作进行分析、设计、优化和重组等工作^[7]。

针对电子政务的业务流程建模,常用的方法包括工作流、流程图、活动网络图、IDEF3以及角色行为图(RAD)等,以上方法在过程描述和仿真方面各有优缺点。虽然这些方法可以清楚地描述过程之间的时序关系,但大都是基于过程流图的思想,主要以静态的过程描述和部分的过程仿真为主,很难对过程的动态再造形成有力的支持。目前,过程再造的最新进展是面向Web和服务的业务过程管理技术(BPM),它是为了密切组织内部和组织之间的流程协作,集成了企业的资源整合技术(ERP、CRM等)和企业间的交易协作技术(EDI、e-Business等),把过程扩展到Web上的新平台,从而弥补了工作流技术在业务管理和业务应用上相分离的缺陷。以下的研究吸收了业务过程管理技术的集成思想,通过对元流程的层级构造,把业务管理和业务应用集成为一体进行过程建模。

政府是由许多紧密联系并相互支持的部门组成的具有不同层次结构和功能特点的复合体,政府功能的发挥既需要同一部门内部的合作,也需要不同部门的协调配合。政务工作的要素由参与主体、过程、输入信息、输出信息和目标等5类元组构成^[8],是政府为提供服务而构造的整个过程集的逻辑集合。其中,参与主体指的是各部门、科室和人员;流程是一组为完成目标而集成在一起的有序步骤;输入信息是业务工作要加工的对象;输出信息是业务工作的操作结果;目标是业务工作的最终目的。电子政务业务过程的动态建模就是根据环境和需求的变化,对政务工作的业务流程进行动态重组,以在各参与主体的活动间形成新的逻辑关系,从而利用最少的资源和时间实现既定目标。该政务工作的业务流程可以形式化地定义为以下的五元组空间:

$$GP = \langle E_{Ag}, R_p, I, O, GR(A_g, P) \rangle$$

其中, E_{Ag} 表示参与主体的空间集,在这里指的是政府部门的科室、单个的参与者,也可能是可执行的程序。 R_p 表示政务流程空间集,由参与主体、活动和输入、输出集的相互关系 R 组成,而且满足 $R = G \cup T$, 其中, G 表示政务工作目标, T 表示活动集。 I 表示政务工作业务流程中的输入集,是各

活动中需要加工处理的客体对象。 O 表示政务流程中的输出集，是各活动处理完毕的结果。 I 和 O 的结合标示了一个政务实例。 $GR(A_g, P)$ 表示约束空间集，即政务流程执行时的控制条件，也就是在实施政务过程中可利用的知识和资源。

3 动态建模的形式化描述

政务工作的业务流程包含一系列相互依赖的活动。参与主体可能负责一项活动，也可能负责多项活动，这由多种限制条件决定，例如资源、效率和监督等。参与主体具有的功能（或者说拥有的权力和职责）是由它包含的活动集来定义的，如果所包含的活动集重要，则该主体在政务业务流程中的地位就比较高，反之则相反。

为了实现业务流程的动态、快速构造，需要对业务过程中功能相似的活动进行抽象集成。通过挖掘和综合不同业务活动的相似性，把业务过程中具有相似功能的活动集合在一起，构造为元流程。这样不仅有助于对相似的业务活动采用同一方法解决，简化业务操作和过程实现，而且有利于政府各部门间的协调和配合，并达到知识共享的目的^[9-10]。更重要的是元流程有利于活动的复用和共享，从而达到快速按需定制业务过程的目的。

图1是元流程的二维图，符号“○”代表元流程中的活动。其中纵向是层次维，横向是业务维，层次维是指元流程从底部构造的模式，业务维是基于要执行的业务实例，从不同元流程中选择活动定义业务过程。图1的横向只列出了一个元流程，实际上业务维是有多个元流程排列的。图2则展示了这种排列和活动的关联。

从图1的纵向上看，根据粒度和共性的大小，各活动共性的部分被抽象为最底层的一级元流程；然后在具有共性的一级元流程基础上，拓展更高层次的共性，把具有更进一步相同功能的活动分在一个集合中，并继承一级元流程抽象为二级元流程，这样一直扩展到包含许多活动的最高级元流程。如此集成的元流程含有从底层逐步继承而构造的活动，这些活动具有完整和相似的功能。从横向上看，一项业务过程实际上就是对元流程所含活动的调用过程。对成熟的业务实例来说，在其实施之前，就已经定义好了需要利用的活动，可以很顺利地从元流程中调用具有特定功能的活动并顺利执行下去。但是，当需求发生变化时，由于不能充分明

确执行流程的活动，就会发生过程的阻塞。在这种情况下，为了快速定义新业务过程的执行实例，必

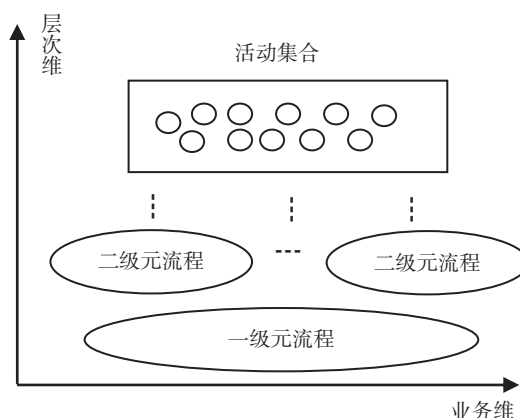


图1 元流程的两维图

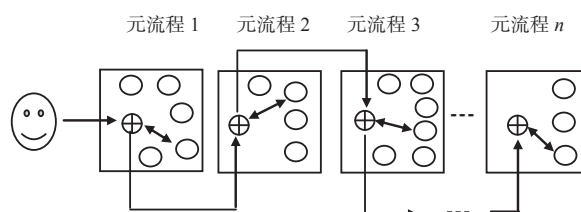


图2 活动关联示意图

须从元流程中搜索需要的活动以构造新的业务过程。对业务过程的再造有3种类型：一是修改元流程所含活动的功能或者在元流程中添加具有相似功能的活动；二是重新分配参与主体承担的活动，以调整参与主体的承担的责任和拥有的权力；三是改变活动的时序关系以优化过程的执行。

在定义新的业务流程时，根据实际需要，往往需要同时启用以上3类再造方式，但也可能只是部分启用。

根据以上所述，基于元流程的电子政务业务流程动态建模可以抽象地定义为一个六元组。

$$DyReProcess = (St, Act, Info, Rt, Cd, MP)$$

上面各元组可以由以下定义给出。

定义1 St 表示状态集合，即活动的执行态，如令 B 代表流程的开始， E 代表流程的终结，则有 $St = Activity \cup \{B, E\}$ 。也就是说，一项业务实例要么刚诞生，要么在执行，要么已经终结。

定义2 Act 表示活动集合，它能完成过程中的具体任务，具有事前定义好的功能，可看成是主体参与的抽象动作，每项活动应该分解到基本的原子

活动以利于活动的相似性分析。为了过程的动态再造以及对活动进行相似性分析,活动定义为一个五元组 $Entity, I_{At}, O_{At}, FT, B$ 。其中, $Entity$ 表示活动所属的参与主体, I_{At} 表示活动输入的信息, O_{At} 表示活动输出的信息, FT 表示活动具有的功能函数, B 表示活动的等级,即在流程中的重要性。

上面提到的对活动功能的修改包括对活动5个元组的修改。在业务过程的动态建模中,当元流程中旧的活动需要继续存在,而又需要具有新功能的活动时,就必须添加活动,它可以从具有相似功能的活动中继承而来。

定义3 $Info$ 表示信息集合, $Info = I_{At} \cup O_{At}$, 信息是业务流程中各活动之间传递的内容,在一个业务流程内部或者多个流程间共享,信息具有实在的意义,能够在运行时获取和传达一定的含义。对信息的操作有调用、存储和修改3个动作。一项信息可能由几个部分组成,某个部分又可以是另一项信息,因而,信息可以递归定义成多维结构,以表达真实的复杂数据类型。

定义4 Rt 指的是业务实例路由器,它可以根据业务实例定义流程结构。流程路由的基础为功能依赖原理。功能依赖原理指的是当前活动的执行取决于其所有前置活动的信息输出。根据活动的输入信息和输出信息, Rt 可以在提供所需功能的元流程中寻找合适的活动,并在活动之间建立关联。根据功能依赖原理定义的业务过程还需要进行验证以防止冲突、死锁等异常情况,这可以用Petri网来进行建模仿真^[11-12]。

定义5 Cd 表示条件集合,当需要过程再造时, Cd 可以判断执行何种类型的再造,以满足新业务过程定义的需求。

定义6 MP 代表元流程集合,定义为三元组 $(State, Activity, Connector)$, 其中: $State$ 指的是当前元流程的状态,它定义了该元流程的执行情况。 $Activity$ 指的是具有相似功能的集合。需要指出的是,参与主体逻辑上包含的活动可能分布在不同的元流程中,这是因为元流程是从功能上进行的集成,目的是为了复用、再造和路由的方便,而参与主体是根据政务需要确定活动分配的。 $Connector$ 指的是连接器,它是元流程之间连接的统一接口,用于传递信息和数据。在 Rt 定义流程实例时,将会传达指令给 $Connector$ 以建立连接,使政务工作顺利进行。

4 动态建模算法

要完成业务过程定义的任务,就需要各种活动的紧密配合。面对需求的变化,提交新的业务时,过程动态再造的路由机制会从活动集合的元流程中寻找满足要求的活动,并根据功能依赖关系依次寻找下一个关联活动,直到最终构造完成包含关联活动的业务流程。上述路由机制如图2所示。其中符号“ $\oplus$ ”表示元流程中的连接器。

在元流程之间,活动连接关系的建立可以采用功能依赖邻接矩阵,再结合资源约束方法来完成^[13]。假设用 A 表示活动的功能依赖邻接矩阵,则矩阵元素 a_{ij} 的确定方法如下:

$$a_{ij} = \begin{cases} +, & \text{表示活动 } i \text{ 的输出信息是活动 } j \text{ 的输入信息,两活动存在主动依赖关系} \\ 0, & \text{表示活动 } i \text{ 与活动 } j \text{ 之间没有功能依赖关系} \\ -, & \text{表示活动 } i \text{ 的输入信息是活动 } j \text{ 的输出信息,两活动之间存在被动依赖关系} \end{cases} \quad (1)$$

根据上式可以获得业务流程的功能依赖邻接矩阵,定义矩阵中没有“+”符号的行所对应的活动称为流程汇点,业务工作在这里结束;定义矩阵中没有“-”符号的列所对应的活动称为流程起点,代表业务工作的开始。根据功能邻接矩阵及活动的资源占用与参与主体情况,即可建立活动的关联关系,动态构造业务流程。下面是需求发生变化时动态构造业务流程的算法。

第一步,分析政务工作,根据输入信息寻找处理该类型信息的一个或多个元流程,并在这些元流程中寻找能完成该信息处理的活动。如果元流程中存在需要的活动,则可以定义一个或多个起始活动;如果元流程中不存在相吻合的活动,则可以根据继承性,修改或添加需要的活动。

第二步,根据该活动的输出信息,判断是否为最终处理结果,如果是则转第四步,否则转第三步。

第三步,去寻找以第二步的输出信息为输入信息的下级元流程,并从这些元流程中寻找合适的活动。如果不存在吻合的活动,可进行活动的修改或添加,并把所选的活动作为当前活动的后继活动,转第二步。

第四步,根据上述分析以及公式(1)建立活动的功能依赖邻接矩阵,并设有一活动源集合 S ,置 S

为空集。

第五步, 分析功能依赖邻接矩阵, 把作为流程起点的活动加入到活动源集合 S 中, 删除邻接矩阵中这些活动所在的行和列。如果集合 S 中元素的个数为零, 则转第七步。

第六步, 在活动源集合中, 根据完成活动所需的主体、资源、信息和等级选择一个或者多个并发活动, 并安排其他活动的执行顺序。同时, 在活动源集合中删除这些活动, 转第五步。

第七步, 业务流程定义完毕。

上述分析中的活动源集合中的活动是指在当前时刻(不考虑资源和优先级情况下)可以执行的流程。它们所有的前置活动都已经完成信息处理和数据输出任务, 不再需要数据输入。活动源集合中活动的排列顺序应该保证业务执行的效率最高, 可以从以下两个方面综合考虑: 一是最大限度地利用政府部门的有限资源; 二是尽可能并行完成活动。

5 业务流程的元流程构造

图1显示了元流程构造中的层次关系, 其中的活动是从根部逐层继承而来的。经过层级的构造, 元流程最终成为包含具有相似功能的活动集合, 元流程的活动之间不一定具有功能依赖关系, 但它们可以被其他活动调用以满足业务需求。从元流程的构造过程可以看到, 建立具有相似功能的活动集合是元流程构造的基础工作, 这需要对活动的元组 FT 进行分析。

功能函数 FT 实际上是从输入信息到输出信息的转换函数, 函数内部的运作机制将会涉及输入信息、输出信息、参与主体、所用方法以及资源约束等。

在功能分析方法中, 一般有3个层次的模型: 面向战略、面向总体功能、面向单元层。典型的功能分析方法则有功能树图、IDEF0图、价值链图和功能轮图等。以上方法在不同程度上描述了功能之间的相关性, 但并没有深刻揭示功能的运作机理。鉴于本文要研究的活动功能是比较底层的操作单元, 而上述的功能分析方法只能识别出活动具有的功能是什么, 还无法回答为什么具有这种功能的问题, 因此, 也就不能完整地识别出活动之间的相似性。业务工作中, 活动的元组 FT 是在一定的资源约束下由参与主体以输出信息为目标利用既定的方法对输入信息进行处理和加工来体现的。下面的工作以 FT 的方法为研究中心, 综合输入输出信息、参与

主体、知识和资源约束以及方法等角度来分析活动的功能相似性。

5.1 信息和知识的相似性分析

FT 的输入和输出信息、知识可以用文字表述出来, 归为语义一类, 可以利用文本相似性度量技术进行分析。文本相似性分析在软件同源性度量上具有广泛应用。利用文本相似性分析的子串匹配分析方法可以方便地识别出信息和知识的相似性。

设有活动 A 和活动 B 的关于信息的文本内容 $NoteA$ 和 $NoteB$ 。从两个文本中选取足够的关键字串, 称为“指纹”(fingerprint)。另 $F(A)$ 代表活动 A 已选的指纹集, $F(B)$ 表示活动 B 已选的指纹集, 则活动 A 和活动 B 的信息相似度 $S(A, B)$ 表示为:

$$S(A, B) = F(A) \cap F(B) / F(A) \cup F(B) \quad (2)$$

活动 A 和活动 B 的知识相似度计算同理。

5.2 参与主体和资源约束的相似性分析

参与主体和资源约束具有特定的属性, 可以用一组属性来描述它们的特性, 归为属性一类, 根据参与主体和资源约束的属性可以判断相似性。

假设活动的参与主体(资源约束同理)可以由 n 类属性描述: $AT_1, AT_2, \dots, AT_n$ 。对活动 A 和活动 B 参与主体的属性进行分析, 如果相同的属性个数为 m , 且 $m \leq n$, 则活动 A 和活动 B 的参与主体的相似度为:

$$S(A, B) = m/n \quad (3)$$

活动 A 和活动 B 的资源相似度同上计算。

5.3 基于方法的活动相似性分析

方法分析是活动功能相似性分析最关键的环节, 因为方法是功能的直接体现。对两个活动进行整体的比较分析很难发现它们的相似之处, 即便输入信息和输出信息相同的两个活动, 由于方法运作机理的差别也不一定具有功能相似性。方法代表了 FT 的具体功能, 是 FT 的信息处理中心, 从内部运作机理来看, 方法的每一步动作都会有信息转换, 并且离不开知识和资源的支持, 需要主体的参与。由于元流程是从活动功能的共性部分逐级构建的, 因此, 为了分析活动之间的相似性以构造元流程, 根据活动的执行顺利, 对方法进行截面分析。截面代表一步动作, 能够完成活动功能的一部分。

假设活动 A 的方法被分为 n 个截面: $SA_1, SA_2, \dots, SA_n$, 如图3所示。活动 B 的执行截面分为 $SB_1, SB_2, \dots, SB_m$, 则 SA_1 与 $SB_1, SB_2, \dots, SB_m$ 分别比较, 得到输入信息相似度为:

$$S_{11}^A(SA_1, SB_1), S_{12}^A(SA_1, SB_2), \dots, S_{1m}^A(SA_1, SB_m)$$

$S_{11}^{A \rightarrow B} \| S_{11}^A, S_{12}^A, \dots, S_{1m}^A \|$ 为 SA_1 相对于活动 B 的输入信息相似分向量, 同样可以计算得到分向量 $S_{21}^{A \rightarrow B}, \dots, S_{nm}^{A \rightarrow B}$, 则活动 A 相对于活动 B 的输入信息相似矩阵向量为:

$$S_{AB} = (S_{11}^{A \rightarrow B}, S_{21}^{A \rightarrow B}, \dots, S_{nm}^{A \rightarrow B}) = \begin{bmatrix} S_{11}^A, S_{12}^A, \dots, S_{1m}^A \\ S_{21}^A, S_{22}^A, \dots, S_{2m}^A \\ \vdots, \quad \quad \quad \vdots \\ S_{n1}^A, S_{n2}^A, \dots, S_{nm}^A \end{bmatrix} \quad (4)$$

根据上式, 计算活动 A 相对于活动 B 的相似熵值。

定义 7 活动 A 相对活动 B 的输入信息相似熵值为:

$$H(s) = - \sum_{i=1}^n P(i) \log P(i) \quad (5)$$

其中

$$P(i) = N(i) / \sum_{i=1}^n N(i), N(i) = \sum_{j=1}^m S_{ij}^A \quad (6)$$

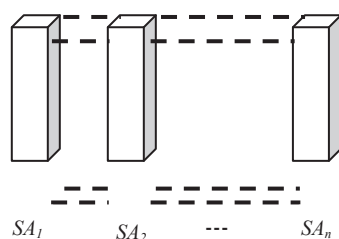


图3 活动A的截面图

从而得到活动 A 相对于活动 B 的输入信息相似系数为:

$$H = H(s) / H_M \quad (7)$$

其中

$$H_M = \log \sum_{i=1}^n N(i) \quad (8)$$

依照上述方法, 可以得到活动 A 相对于 B 的输出信息、知识、参与主体和资源约束的相似系数。

设输入信息、输出信息、知识、参与主体和资源约束在活动 A 中的权重为 $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_5$, 则可以得到活动 A 相对于活动 B 的综合相似系数 SM_A 。同理, 可以得到活动 B 相对于活动 A 的综合相似系数 SM_B 。则活动 A 和活动 B 的平均相似系数为:

$$SM_{AB} = (SM_A + SM_B) / 2 \quad (9)$$

经过以上分析, 可以得到业务流程中所有活动的相似系数, 并能得到任何两个活动的平均相似系数。以活动的相似系数为矩阵元素, 构造出描述活动相似性的对称矩阵。对矩阵进行分析, 把相似系

数高的活动集成在一起, 形成元流程。为了从根部实现元流程的逐级构造, 需要对元流程所含的活动重新进行方法的截面分析。把各活动共性的截面作为一级元流程进行设计; 其他截面需要根据共性大小分类, 把具有最大程度共性的截面分为一类, 并根据共性部分设计二级元流程; 这样根据共性大小逐级分类继承, 直到设计出具有完整功能的活动。活动是从共同的父类逐步继承构造的, 避免了交叉继承。如果截面分解得不够小, 还可以根据需要分解到足够细的程度。

6 动态建模案例

现以政府采购工作的业务流程为例, 探讨动态建模的体系。

6.1 采购流程的元流程

政府部门中有大量的业务工作需要部门内、部门之间以及政府外的多部门、多工作岗位、多工作人员协同工作来完成的, 表现为 workflow 状态和事务性状态。其中政府采购是由政府内部启动的复杂工程, 需要政府机关、企业、银行以及有关专家的协同配合, 而且能够在多种类型的参加者之间反复互动, 既有同步也有异步。本文分析的政府采购流程有两个节点, 分别是政府机关和采购中心。通过行使自己的职能, 完成各自的业务, 分别为业务 B 和业务 D 。这两项业务的流程如图4所示。

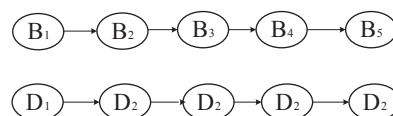


图4 政府采购业务流程

我们把业务 B 和业务 D 的工作流程细分为可操作的元流程, 两项业务的元流程时序关系如图5所示。其中, 两项业务工作流程和元流程代表的含义及其所需资源见表1。

6.2 采购元流程的类构造

分析元流程完成任务的方式, 对于可编程完成的任务, 根据元流程的功能, 抽象出其元流程类, 并对相同、重复的类进行整合, 创建具有共有属性的一般类。我们根据政府采购需要完成的业务及元流程, 设计了界面类、后台类和辅助类3种类, 每种类有数据输入和输出, 并具有一定的方法功能。其中, 界面类可以生成与用户交互的窗口对象, 以完成数据录入和数据显示任务; 后台类可以生成

表1 政务采购的流程和原流程表

流程 (B)	元流程	所需资源	流程 (D)	元流程	所需资源
采购申请 (B ₁)	需求计划 (b ₁)	R ₁ R ₂	审核 (D ₁)	采购计划受理 (d ₁)	R ₆
	清单 (b ₂)	R ₁		下达计划 (d ₂)	R ₆
	领导审批 (b ₃)	R ₃	信息发布 (D ₂)	公告栏 (d ₃)	R ₇
资金落实 (B ₂)	财务预算 (b ₄)	R ₄		采购网站 (d ₄)	R ₈
	财务审核 (b ₅)	R ₄		其它媒体 (d ₅)	R ₉
采购登记 (B ₃)	填写立项表 (b ₆)	R ₁	采购准备 (D ₃)	供应商报名 (d ₆)	R ₁₀ 、R ₁₁
	提交采购中心 (b ₇)	R ₁		资格审查 (d ₇)	R ₁₀
资金划拨 (B ₄)	财政支付 (b ₈)	R ₄	实施采购 (D ₄)	招标文件接受 (d ₈)	R ₁₀
	单位支付 (b ₉)	R ₅		组织、评审招标 (d ₉)	R ₁₀ 、R ₁₂
合同验收 (B ₅)	接受货 (b ₁₀)	R ₁ 、R ₂		公示 (d ₁₀)	R ₇
	验收 (b ₁₁)	R ₁ 、R ₂		签订合同 (d ₁₁)	R ₁₃
			后期工作 (D ₅)	监督执行 (d ₁₂)	R ₁₃
				合同结算 (d ₁₃)	R ₁₃

注：R₁代表政府计划部门；R₂代表政府各职能部门；R₃代表政府部门主管领导；R₄代表财政部门；R₅代表政府部门财务单位；R₆代表采购中心审核部门；R₇代表采购中心信息发布部门；R₈代表政府采购网站；R₉代表其他媒体；R₁₀代表采购中心招标部门；R₁₁代表供应商；R₁₂代表评审专家；R₁₃代表采购中心采购部门。

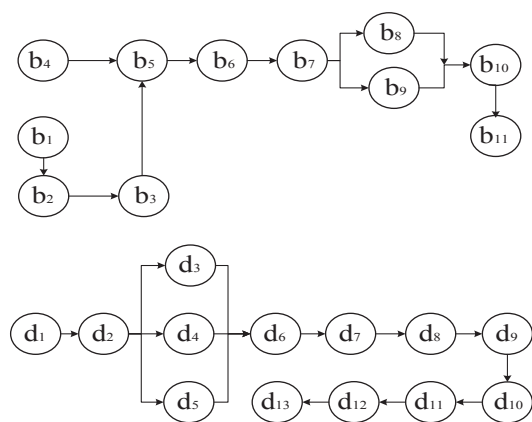


图5 政府采购业务元流程时序图

Servlets 或者 EJB 的会话 Beans 和实体 Beans，以完成对业务流程的访问和数据的逻辑处理；辅助类生成的对象可以完成信息检索和修改任务，并管理整个采购过程。在此基础上，我们还可以生成其他政务元流程类，例如税收界面子类、教育后台子类等。

6.3 采购流程的动态构造

上述的政府采购中，政府机关的业务有 11 个元流程，采购中心的业务工作有 15 个元流程。根据政府采购的操作实际，建立元流程邻接矩阵。根据建立的元流程邻接矩阵和占用资源情况分析政府采购元流程时序关系的优化，具体步骤如下。

第一，根据邻接矩阵确定数据源点，其对应的元流程为 b₁ 和 b₄，建立数据源集合 {b₁, b₄}，由于集

合中的元素没有资源冲突和优先级，所以选择两者为政府采购业务的初始元流程。

第二，在数据源集合中删除两元流程 b₁ 和 b₄，而且在邻接矩阵中删除 b₁ 和 b₄ 所在的行和列，在新邻接矩阵中确定数据源点对应的元流程为 b₂，并把它加到数据源集合中，为 {b₂}，把 b₂ 作为 b₁ 元流程的后置元流程。

第三，重复执行步骤 2 的任务，直到邻接矩阵只有一行一列元素，其对应元流程为 b₁₁。它是最后一个元流程。

最终的政府采购流程结构如图 6 所示。

7 结论

政务工作是由众多相互交叉、相互影响和相互配合的业务流程组成的，政务流程动态建模是建设电子政务系统的前提，为了能够快速定义具体的业务实例，本文主要做了以下研究。

第一，政务工作的业务流程需要随着环境、资源和需求的改变而变化，本文详细分析了政务流程及其动态建模的形式化表示方法，为电子政务业务流程的动态建模和元流程构造奠定基础。

第二，分析了基于元流程的政务流程动态建模方法，提出了基于功能依赖原理的业务过程动态建模算法，结合业务工作和元流程的活动分析，以邻接矩阵为工具，研究了动态建模中的路由机制，从

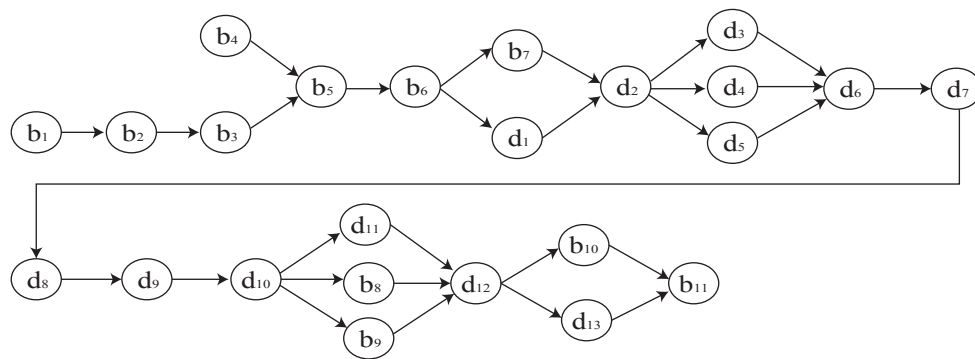


图6 政府采购流程结构图

而解决了活动之间动态建立连接的问题。

第三,根据业务流程活动元组(输入信息、输出信息、参与主体、所用方法、知识以及资源约束)的特性,以方法的截面分析为切入点,提出了基于活动截面的相似性分析体系。该体系不仅可以把具有相似功能的活动集成在一起,而且可以通过相似性分析的反向搜索,构造具有共性截面的不同等级的元流程。

参考文献

- [1] 李文启.我国电子政务建设的现状和趋势分析——基于政府创新的视角[J].电子政务,2011(4):53-55.
- [2] Potnis D D. Measuring e-Governance as an Innovation in the Public Sector[J]. Government Information Quarterly, 2010,27(1): 41-48.
- [3] 陈振晖,施荣华.基于时间Petri网的电子政务工作流的建模及性能评价[J].信息与电脑,2010(11):71-72.
- [4] 刘宝代,张建,刘冰寒.基于UML活动图和Petri网电子政务工作流建模研究[J].计算机应用与软件,2011,28(6):155-157.
- [5] 洪伟达.电子政务信息资源整合概述及其与增值开发的关系[J].电子政务,2011(5):74-78.
- [6] 苏红,万国根,张斌.电子政务知识结构模型的理论研究[J].中国科技资源导刊,2012,44(5):27-33.
- [7] 于森,王延章,刘继山.支持政务流程再造的电子政务系统平台设计[J].计算机集成制造系统-CIMS,2004,10(3):352-358.
- [8] Subbajit Basu. E-Government and Developing Countries: An Overview[J]. International Review of Law Computers & Technology, 2004,18(1):109-133.
- [9] 刘绍华,魏峻,黄涛.基于服务协作中间件的动态流程模型[J].软件学报,2004,15(10):1431-1440.
- [10] 黄丽华,钱宇,薛华成.企业过程的定义及辨识方法[J].系统工程学报,1997,12(3):70-81.
- [11] WMP Van Der Aalst. The Application of Petri Nets to Workflow Management[J]. Journal of Circuits System and Computers, 1998,8(1):21-66.
- [12] 洪国彬,郑谔.基于Petri网的企业内部活动关系整合研究[J].系统工程学报,2005,20(1):43-48.
- [13] 赵天奇,陈禹六.基于活动的工作流建模及其动态调度研究[J].系统工程理论与实践,2005,25(3):40-46.

(上接第73页)

- [2] 谢彩霞.科学合作动力因素的科学计量学分析[J].情报杂志,2009(2):167-171.
- [3] 姜玲芝.台湾当局大陆科技政策之探析[J].台湾研究集刊,1993(1):32-37.
- [4] Chen C. CiteSpace II: Detecting and Visualizing Emerging Trends and Transient Patterns in Scientific Literature [J]. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2006,57(3):359-377.
- [5] Chen Chaomei, Fidelia Ibekwe- SanJuan, Hou Jianhua. The Structure and Dynamics of Co- Citation Clusters: A Multiple- Perspective Co- Citation Analysis [J]. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2010,61(7):1386-1409.
- [6] 科学技术部.中国基础学科发展报告[R].2001.
- [7] 中国科学技术协会.学科发展蓝皮书2003卷[M].北京:中国科学技术出版社,2003.
- [8] 中国科学院.科学发展报告[R].北京:科学出版社,2009.
- [9] 中国科学院.科学发展报告[R].北京:科学出版社,2010.
- [10] 段异兵.美国国家科学基金会优先领域资助模式分析[J].中国科学基金,2005(2):125-128.