

文章编号: 1001-0920(2004)09-1071-03

## 基于耦合性分析的事务构件识别方法研究

原欣伟, 覃 正, 卢致杰

(西安交通大学 管理学院, 陕西 西安 710049)

**摘 要:** 从降低事务构件之间耦合性的角度出发, 提出了一种事务构件的识别方法。首先给出业务过程图的定义; 然后基于图论提出了事务构件的识别方法和事务构件之间关系的确定方法, 通过降低事务构件所包含的过程之间的耦合性达到降低事务构件耦合性的目的; 最后给出了一个应用实例, 说明了方法的有效性。

**关键词:** 事务构件识别; 耦合; 业务过程图; 事务构件关系

中图分类号: TP31 文献标识码: A

### Identification method of business component based on coupling analysis

YUAN Xinwei, QIN Zheng, LU Zhi-jie

(School of Management, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China. Correspondent: YUAN Xinwei, E-mail: yuanxinwei1975@sina.com)

**Abstract:** An identification method of business components is presented to decrease coupling among business components. Firstly, a definition of business process graph is given. Then, the method of recognizing business components and their relationships is provided on the basis of graph theory. Applying this method, the coupling among business components can be decreased through reducing the coupling among business process included in business components. At last, a case study is provided to validate the method.

**Key words:** business component identification; coupling; business process graph; business component relationship

## 1 引 言

构件可以看作信息系统的逻辑构造单元, 它在企业应用领域的不同层次上, 以不同的粒度封装了企业的活动和过程, 实现一定的功能。并通过不同层次、不同粒度的构件的相互作用和紧密集成实现企业这个复杂系统的动态构形和重构。

Koyacyuski 在 OMG 的事务对象定义的基础上, 并结合 Gartner 的软构件, 提出了事务构件的概念, 从而在企业的业务活动领域和信息系统领域找到了一个很好的映射方式。

建立事务构件的一个关键问题是事务构件的识

别, 文献[1]在领域分析模型的基础上, 采用人工智能方法进行事务构件的识别。本文从降低事务构件之间耦合性的角度出发, 在业务过程图的基础上, 采用图论的相关知识进行事务构件的识别。

## 2 事务构件

根据 Koyacyuski 的定义, 一个事务构件表达了一个“自治”的事务概念或业务过程的软件实现, 它可以被看作信息系统的一个自治的可复用的元素, 它由表达、实现和启动一个事务构件的所有软构件组成<sup>[2]</sup>。事务构件作为业务过程的软件实现, 具有中等粒度的特点, 即一个事务构件一般代表一个或几

收稿日期: 2003-10-13; 修回日期: 2004-02-18

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(70271058); 陕西省自然科学基金资助项目(2002G01)。

作者简介: 原欣伟(1975—), 男, 山东荣成人, 博士生, 从事管理信息系统、企业建模等研究; 覃正(1958—), 男, 湖南石门人, 教授, 博士生导师, 从事电子商务的研究。

个业务过程和实体<sup>[3]</sup>.

上述定义表述了事务构件和业务过程之间的映射关系,为了更明确地描述这种关系,给出事务构件的另一个定义:

**定义 1** 一个事务构件可以表示成一个三元组  $C = \langle BP, I, O \rangle$ , 其中:BP 表示它所包含的过程集合,  $I$  表示输入信息集合,  $O$  表示输出信息集合

### 3 业务过程图

依据 CMOS A 的划分,可将企业的行为划分为域 DM, 域过程 DP, 业务过程 BP 和企业活动 EA 四个层次.由事务构件“中等粒度”的特性可知,它主要定位于业务过程 BP 层

在业务过程识别的基础上,可以绘出业务过程图.它是一个由结点代表过程,有向边代表过程之间关系的有向图.业务过程识别的具体细节可参见文献[4]

**定义 2** 业务过程图是用二元组  $G = \langle B, R \rangle$  表示的由结点和边构成的有向图.其中:  $B$  为结点集合,代表过程;  $R$  为边集合,代表过程之间的关系

在业务过程图的基础上,就可以进行事务构件的建模和分析.一个简单的方法是将每一个过程都转变为一个独立的事务构件.但这种方法忽略了过程之间的信息交互关系,增加了事务构件之间的信息交换的程度和频率,使信息系统具有较低的稳定性和较差的重构能力.下文从降低事务构件之间信息交互程度的角度出发,给出基于耦合性分析的事务构件识别方法

### 4 基于耦合性分析的事务构件识别

#### 4.1 事务构件的识别

在导出的业务过程图中,过程间的连接方式可归纳为串行、并行、耦合 3 种<sup>[5]</sup>.其中耦合表示过程之间存在着信息回路,过程之间的相互依赖程度高.事务构件定位于业务过程 BP 层,是过程的软件实现,一个事务构件内的过程实体与另一个事务构件内的过程实体的信息交换关系就构成了事务构件之间的信息交互.降低事务构件的耦合性,就是要减少不同事务构件所包含的过程实体间的信息依赖关系.一个显而易见的方法是将具有耦合关系的过程划分到同一个事务构件中,可明显减少事务构件之间的耦合

如果将所有业务过程看作一个集合,那么事务构件识别的关键就是要识别出其中具有耦合关系的过程子集,并将其划分到同一个事务构件中

由图论可知,要识别出耦合过程子集,就是要在

业务过程图的基础上进行强连通分图点集的识别<sup>[6]</sup>.具体方法如下:

1) 通过业务过程图  $G = \langle B, R \rangle$ , 产生邻接矩阵  $P$ , 即

$$P = \begin{matrix} & \begin{matrix} b_1 & b_2 & \dots & b_n \end{matrix} \\ \begin{matrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{n1} & P_{n2} & \dots & P_{nn} \end{bmatrix} \end{matrix},$$

其中

$$P_{ij} = \begin{cases} 1, & b_i, b_j \in R; \\ 0, & b_i, b_j \notin R. \end{cases}$$

2) 由邻接矩阵  $P$  求可达矩阵

$$M = P^{(1)} \vee P^{(2)} \vee P^{(3)} \vee \dots \vee P^{(n)},$$

其中:  $P^{(n)}$  为  $P$  的  $n$  次幂矩阵,如  $P^{(2)} = P^{(1)} \vee P^{(1)}$ ;

和  $\vee$  分别表示布尔加和布尔乘

3) 设  $M^T$  为可达矩阵  $M$  的转置,则  $M^0 = M \circ M^T$  为强连通矩阵

如果过程  $b_i$  到  $b_j$  是可达的,则应有  $m_{ij} = 1$ ; 如果从过程  $b_j$  到  $b_i$  是可达的,则应有  $m_{ji} = 1$ ; 因此,  $b_i$  和  $b_j$  是相互可达的,当且仅当矩阵  $M^0$  的  $(i, j)$  项元素  $(i, j)M^0_{ij} = m_{ij}m_{ji} = 1$ . 若矩阵  $M^0$  的第  $i$  行的非零元素在第  $j_1, j_2, \dots, j_k$  列,则  $b_i, b_{j_1}, b_{j_2}, \dots, b_{j_k}$  为同一强分图的结点

**定义 3** 令过程子集  $B_i = \{b_j \mid M^0_{ij} = 1\}, 1 \leq i \leq n$ , 则  $B_i$  中的各结点均位于同一个强分图中,则称  $B_i$  为耦合过程子集

4) 将过程集合  $B$  分为  $m$  个互不相交的耦合过程子集,即  $B = \bigcup_{i=1}^m B_i$

5) 将每一个耦合过程子集  $B_i$  转化为一个事务构件

至此,事务构件的识别就结束了,下面进一步确定事务构件之间的关系

#### 4.2 事务构件关系的确定

事务构件之间的关系就是不同耦合过程子集之间的关系.在结构矩阵的基础上,利用矩阵的置换运算,可将其变换为分块下三角阵,每一个主对角块矩阵对应着一个耦合过程子集.这样,分块下三角阵中各个主对角块矩阵的关系就映射为事务构件之间的关系,具体方法如下<sup>[7]</sup>:

1) 令结构矩阵  $Q = P^T$ ;

2) 将矩阵  $Q$  中元素全部为零的行所对应的过程放在前面,重复上述操作,直到没有元素全部为零



的行为止;

3) 将耦合过程子集  $B_i$  视为一个整体进行关系转换;

4) 重复步骤 2) 和 3), 直至全部过程规划完毕  
经过变换后的分块下三角矩阵中的主对角分块为划分出来的事务构件, 非对角分块中为“1”的元素表示一个事务构件对另一个事务构件的作用, 其中位于最上面的主对角块矩阵所对应的事务构件是输入构件, 最下面的主对角块矩阵所对应的事务构件是输出构件, 各个事务构件之间的关系自上而下是从输入到输出的关系

### 5 实例分析

本文以陕西省某企业的产品设计过程为例 包含的子过程为:  $b_1$  需求分析,  $b_2$  概念设计,  $b_3$  方案设计,  $b_4$  参数设计,  $b_5$  参数优化,  $b_6$  成本分析. 过程之间的关系如图 1 所示

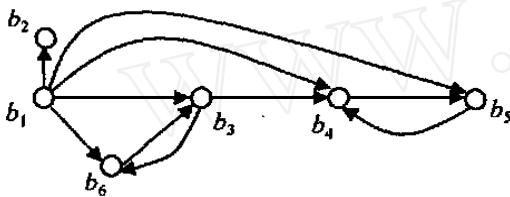


图 1 产品设计的业务过程

根据上图, 并依据第 4.1 节介绍的方法, 求得邻接矩阵  $P$ , 可达矩阵  $M$ , 强连通矩阵  $M^0$  依次为

$$P = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix},$$

$$M = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix},$$

$$M^0 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

根据定义 3 可知, 耦合过程子集是:  $\{b_1\}, \{b_2\}, \{b_3, b_6\}, \{b_4, b_5\}$ . 将上述耦合过程子集转化为事务构件, 依次是:  $C_1$  需求分析,  $C_2$  概念设计,  $C_3$  方案设计及其成本分析,  $C_4$  参数设计及优化

下面确定事务构件之间的关系

依据第 4.2 节介绍的方法, 结构矩阵  $Q$  和变换后的分块下三角矩阵  $\hat{Q}$  依次为

$$Q = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix},$$

$$\hat{Q} = \begin{matrix} & \begin{matrix} b_1 & b_2 & b_6 & b_3 & b_4 & b_5 \end{matrix} \\ \begin{matrix} b_1 \\ b_2 \\ b_6 \\ b_3 \\ b_4 \\ b_5 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix}.$$

可见, 事务构件之间的关系为:  $C_1 \rightarrow C_2, C_1 \rightarrow C_3, C_1 \rightarrow C_4, C_3 \rightarrow C_4, C_3 \rightarrow C_4; C_1, C_2, C_3, C_4$  四个事务构件共同构成了层次更高、粒度更大的产品设计构件

### 6 结 语

事务构件在整个构件系统中扮演着重要的角色, 它可以被看作信息系统的一个自治的可复用的构造单元 本文从降低事务构件之间耦合性的角度出发, 提出了一种事务构件的识别方法, 可以明显减少构件之间信息的耦合程度, 从而使信息系统具有较高的稳定性 但是, 将多个耦合过程划分到一个事务构件中, 可能会引起事务构件可复用性的降低 为了解决这个问题, 可以在建立事务构件的计算机模型时, 至少引入一种自我描述机制(如元数据等)来提高事务构件适应环境变化的能力, 从而提高事务构件的可复用性 关于这方面, 作者将在以后的工作中作进一步的研究

### 参考文献(References):

[1] Jain H, Chalimeda N, Ivaturi N, et al Business component identification—a formal approach [A]. Proc of the IEEE 5th Int Enterprise Distributed Object Computing Conf [C]. Seattle, 2001. 183-187.  
[2] Kozaczynski W. Architecture framework for business components [A]. Proc of the IEEE 5th Int Conf on Software Reuse [C]. Victoria, 1998. 300-307.

(下转第 1077 页)

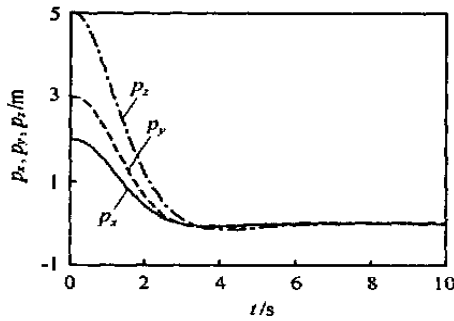


图3 位置跟踪曲线

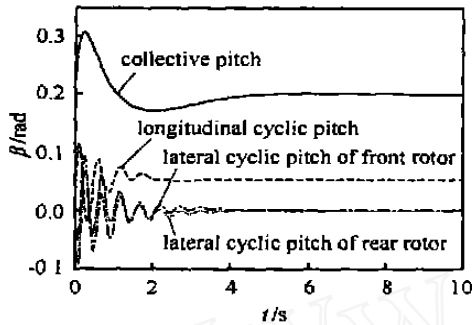


图4 纵向/前后横向周期变距、总距

束关系, 得出仿真结果如图3和图4所示

仿真结果表明, 采用状态反馈精确线性化设计方法, 能实现对纵列式无人直升机在近似悬停状态下给定输出的稳定跟踪, 且舵机和操纵系统的控制量是连续的

## 5 结 论

本文首先利用牛顿-欧拉法对纵列式直升机进

行分析, 并在此基础上建立了动力学方程和运动学方程; 然后将其转换成仿射非线性标准方程, 应用状态反馈精确线性化方法对给定输出进行跟踪控制。仿真结果表明, 该方法能稳定跟踪给定输出。在建模和仿真过程中, 发现6个输入量对于纵列式无人直升机而言有一定的冗余, 前后旋翼的总距与纵向周期变距存在一定的约束关系。本文简单地将这种约束关系近似为相等, 在下一步的工作中将对这种约束关系作进一步研究。

## 参考文献 (References):

- [1] Koo T J, Shankar Sastry. Output tracking control design of a helicopter model based on approximate linearization [A]. *Proc of the 37th IEEE Conf on Decision & Control* [C]. Cookeville, 1998 3635-3640
- [2] Meyer G, Su R, Hunt L R. Application of nonlinear transformation to automatic flight control [J]. *Automatica*, 1984, 20(1): 103-107.
- [3] Shim H, Koo T J, Hoffmann F, et al. A comprehensive study of control design for an autonomous helicopter [A]. *Proc of the 37th IEEE Conf on Decision & Control* [C]. Cookeville, 1998 20-25
- [4] 卢强, 孙元章. 电力系统非线性控制 [M]. 北京: 科学出版社, 1993
- [5] 胡跃明. 非线性控制系统理论与应用 [M]. 北京: 国防工业出版社, 2002
- [6] 唐永哲. 直升机控制系统设计 [M]. 北京: 国防工业出版社, 2000

(上接第1073页)

- [3] Ginbayashi J, Yamamoto R, Hashimoto K. Business component framework and modeling method for component-based application architecture [A]. *Proc of the IEEE 5th Int Enterprise Distributed Object Computing Conf* [C]. Seattle, 2000 184-193
- [4] 覃正, 梁祎, 邹辉. 基于CMOSA的企业过程识别方法研究 [J]. *管理科学学报*, 2003, 6(3): 13-18  
(Qin Z, Liang Y, Zou H. Study on identification method of business process based on CMOSA [J]. *J of Management Sciences in China*, 2003, 6(3): 13-18)
- [5] 崔南方, 陈荣秋, 马士华. 企业业务流程的结构建模 [J]. *华中理工大学学报*, 1997, 25(12): 59-62

- (Cui N F, Chen R Q, Ma S H. Structured modeling of business process of an enterprise [J]. *J of Huazhong University of Science & Technology*, 1997, 25(12): 59-62)
- [6] 乔维声. 离散数学 [M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 1993 160-164
- [7] 王玉, 邢渊, 阮雪榆. 设计过程信息建模及重组 [J]. *计算机集成制造系统-CIMS*, 2002, 8(2): 111-114  
(Wang Y, Xing Y, Ruan X Y. Information modeling and re-engineering for design process [J]. *Computer Integrated Manufacturing System-CIMS*, 2002, 8(2): 111-114)