

文章编号 1000-5013(2005)03-0325-04

# 业务流程中冲突现象的解决与性能分析

洪国彬 郑丕谔

( 华侨大学商学院, 福建 泉州 362021; 天津大学管理学院, 天津 300072)

**摘要** 提出基于 Petri 网刻画的业务流程的活动关系,引入虚拟变迁对冲突关系进行解决. 利用随机 Petri 网技术,构造与所建立的随机 Petri 网系统相对应的马尔可夫链,以便对系统性能进行分析.

**关键词** 随机 Petri 网, 业务流程重组, 活动关系, 冲突关系

**中图分类号** TP 391; F 273

**文献标识码** A

业务流程重组(BPR)是当今学术界和企业界重要的研究课题. 流程再设计的技术运用和工具的选择,是 BPR 研究中建模、优化的核心,已经成为管理科学与工程在 BPR 领域研究中最重要研究课题之一<sup>[1]</sup>. 关于流程再设计的技术和工具,最具有代表性的有 IDEFO (International DE Fination), ASME(American Society of Mechanical Engineers)<sup>[2,3]</sup>,ABC(Activity-Based Costing)<sup>[4]</sup>,CSF(Critical Success Factors)<sup>[5,6]</sup>,EPC(Event-Process Chain)<sup>[7-10]</sup>. 而 Petri 网是源自控制和计算机领域的一种建模技术和工具,具有较强的严密性、可理解性 C 及抽象能力和计算机化能力. 近年来,它已经引入到 BPR 的研究领域,并具有 4 点特色. (1) 将具体业务流程转换为对应的 Petri 网. (2) 在 Petri 网中寻找出刻画流程活动中关系. (3) 解决或优化流程活动中的各种关系,以便计算机实现. (4) 可以分析优化流程的结果. 因此,利用 Petri 网研究 BPR 越来越受到人们的关注.

## 1 业务流程中的关系

### 1.1 业务流程活动的关系表达

在利用 Petri 网刻画企业业务流程活动中,表现出 4 种关系,即选择、并发、同步和冲突. 它们的具体形式,如图 1 所示.

### 1.2 4 种关系与业务流程重组的对应关系

BPR 就是面向客户的价值链,对企业业务活动的有效整合,是流程之间相互影响和相互制约达到有效整合的结果<sup>[10]</sup>. (1) 选择关系. 由 Petri 网所刻画的选择关系中,可以得到选择关系是描述在多种变迁中有效选择以,便达到事件的发生. 表达了业务流程中,如何选择业务活动发生的条件. 为此,解决选择关系问题,可以利用基于面向客户的价值链构造形式而得到,直接利用 IT 进行选择<sup>[11]</sup>. (2) 并发关系. 由 Petri 网所刻画的并发关系中,可以得到并发关系是描述某一条件满足导致多种事件的同时发生,表达了业务流程中活动发生的条件. 它是对事件间“不依赖”关系的描述,也可以用 IT 加以实现. (3) 同步关系和冲突关系. 由 Petri 网所刻画的同步关系和冲突关系,可以知道这两种关系是对企业业务活动问题的并行性描述,是属于系统活动的耦合现象.

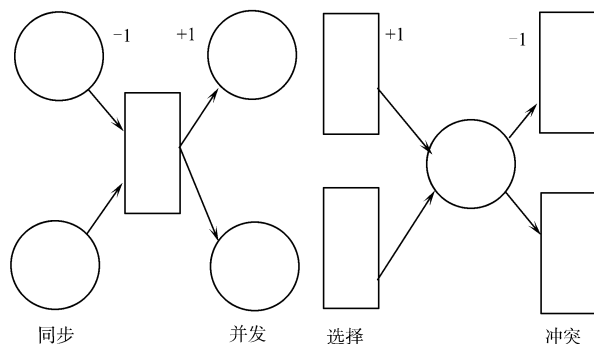


图 1 企业业务流程活动间的关系

收稿日期 2004-10-14

作者简介 洪国彬(1964-),男,副教授,主要从事电子商务与企业管理的研究. E-mail: hgb@hqu.edu.cn

## 2 冲突现象解决的过程

由于冲突的产生,必然引起不能同步.为了解决这个问题,本文提出虚拟变迁法,用于解决由于冲突而不能引起同步的问题.

### 2.1 虚拟变迁

虚拟变迁就是由于冲突关系的存在,而无法解决或控制同步关系的变迁.其作用就是使得托肯(Token)可以用选择关系的方式流动,用虚线矩形框表示.

### 2.2 一个引入虚拟变迁的例子

一个带有冲突现象的 Petri 网,如图 2 所示.由于  $t_2$  和  $t_3$  要发生,共同竞争  $p_2$  资源,而且  $t_4$  的发生需要  $p_3$  和  $p_4$  同时具有托肯<sup>[12]</sup>.因此,出现冲突现象.引入虚拟变迁后,如图 3 所示.从图 3 可以看出,

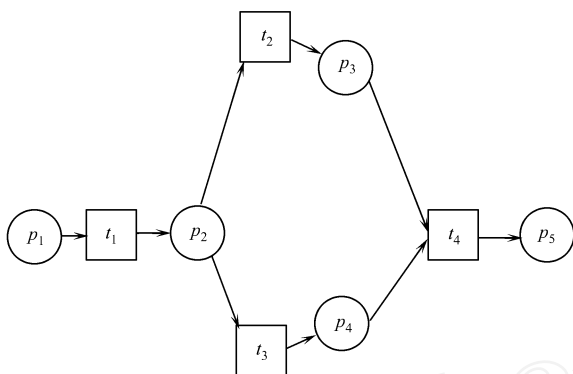


图 2 一个带有冲突现象的简单 Petri 网

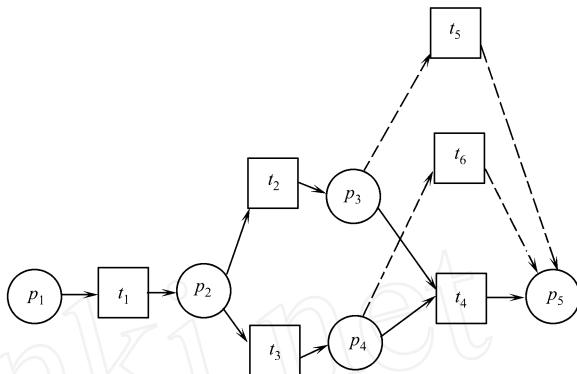


图 3 引入虚拟变迁后的 Petri 网

变迁  $t_4$  就不用等到当  $p_3$  和  $p_4$  都有一个托肯时才能发生,而是出现同步特性.

## 3 系统的性能分析过程

### 3.1 随机 Petri 网

由于业务流程重组的目的是提高企业或系统的效率,必然带有时间参数.为此,对一个 P/T 网中的每一个变迁(包括虚拟变迁)关联一个实施速率,得到的模型就是随机 Petri 网 (SPN, Stochastic Petri Net)<sup>[13]</sup>.例如,图 3 中有 6 个变迁,构造一个变迁速率集合  $= \{ \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_5, \lambda_6 \}$ ,形成一个对应的随机 Petri 网.

### 3.2 构造与 SPN 同构的马尔可夫链

任何具有有穷个位置、有穷个变迁的连续时间的 SPN,同构于一个一维连续时间的 MC.同构 MC 的获得方法是,求出 SPN 的可达图,将其每条弧上标注的实施变迁  $t_i$  换成其平均实施速率  $\lambda_i$ ,即可得 MC.图 4(a)就是对图 3 实施平均速率集合后所对应的 MC,图 4(b)是因为冲突部分所表达出来的部分 MC.因此,系统性能的解决取决于图 4(b).

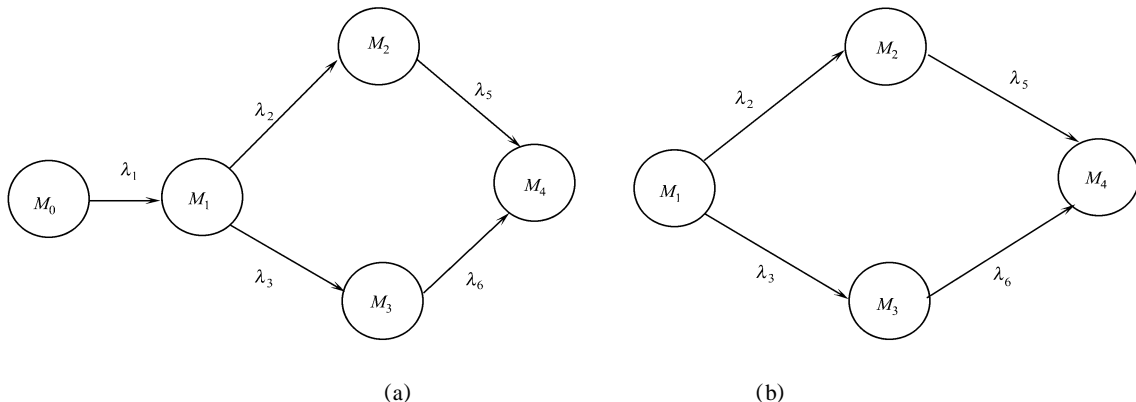


图 4 对应的 MC 及其部分 MC

### 3.3 性能分析过程

3.3.1 性能分析的具体步骤 设  $MC$  中各个状态的稳定状态概率是一个行向量  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ , 则根据马尔可夫过程有线性方程组为

$$\begin{cases} XQ = 0, \\ X_i = 1, \quad 1 \leq i \leq n. \end{cases}$$

解此线性方程组, 即可得每个可达标识的稳定概率  $PM_i = X_i (1 \leq i \leq n)$ . (1) 标记概率密度函数. 在稳定状态下, 每个位置所包含的标记数量概率. 对令  $\forall S \subseteq S, \forall i \in N$ . 令  $P[M(s) = i]$  表示位置  $S$  中包含  $i$  个标记的概率, 则可从标记的稳定概率求得位置  $S$  的标记概率密度函数, 如  $P[M(s) = i] = \sum_j P[M_j] \cdot P[s_i = j]$ . 其中,  $M_j \in [M_0, M_0 + 1]$  且  $M_j(s) = 1$ . (2) 在位置中的平均标记数. 对于  $\forall S_i \subseteq S, \bar{u}_i = \sum_j j \times P[(s_i) = j]$ . 一个位置集  $S_j \subseteq S$  的平均标记数是  $S_j$  中每一个位置  $s_i \in S_j$  的平均标记数之和, 记为  $\bar{N}_j$ . 则有  $\bar{N}_j = \sum_{s_i \in S_j} \bar{u}_i$ . (3) 变迁的利用率.  $\forall t \in T$  的利用率  $U(t)$  等于使  $t$  可实施的所有标识的稳定概率之和, 即  $U(t) = \sum_{M \in E} P[M]$  ( $E$  是使  $t$  可实施的所有可达标识集合). (4) 变迁的标记流速.  $\forall t \in T$  的标记流速是指单位时间内流入  $t$  的后置位置  $S$  的平均标记数  $R(t, s) = W(t, s) \times U(t) \times \lambda$ ,  $\lambda$  是  $t$  的平均实施速率. (5) 子系统的平均延时时间及吞吐量. 子系统的流入、流出速率平衡(相等). 由 Little 规则可知, 队列平均延时时间  $T = \bar{N} / f$ ,  $\bar{N}$  是队列平均长度,  $f$  为队列到达平均速率. 队列的吞吐量  $f = 1 / T$ .

3.3.2 具体分析过程 建立线性方程组. 有

$$\begin{cases} 2X_1 = 4X_2, \\ 3X_1 = 6X_3, \\ X_1 + X_2 + X_3 = 1, \end{cases}$$

解得各可达标识的稳定概率为

$$\begin{aligned} P[M_1] &= X_1 = 5/6 / (2/6 + 3/5 + 5/6), \\ P[M_2] &= X_2 = 2/6 / (2/6 + 3/5 + 5/6), \\ P[M_3] &= X_3 = 3/5 / (2/6 + 3/5 + 5/6). \end{aligned}$$

(1) 标记概率密度为

$$\begin{aligned} P[M(P_2) = 1] &= 5/6 / (2/6 + 3/5 + 5/6), \\ P[M(P_3) = 1] &= 2/6 / (2/6 + 3/5 + 5/6), \\ P[M(P_4) = 1] &= 3/5 / (2/6 + 3/5 + 5/6). \end{aligned}$$

(2) 位置中的平均标记数为

$$\bar{u}_3 = P[M(P_3) = 1], \quad \bar{u}_4 = P[M(P_4) = 1].$$

(3) 变迁标记流速为

$$\begin{aligned} R(t_1, P_2) &= W(t_1, P_2) \cdot U(t_1) \cdot 2 = 2/5 / (2/6 + 3/5 + 5/6), \\ R(t_2, P_3) &= W(t_2, P_4) \cdot U(t_2) \cdot 3 = 3/5 / (2/6 + 3/5 + 5/6). \end{aligned}$$

(4) 子系统性能分析. 位置  $P_3, P_4$ , 虚拟变迁  $t_5, t_6$ . 子系统位置集所含的平均标记数为

$$\bar{N} = \bar{u}_3 + \bar{u}_4 = 3 + 4 = (2/6 + 3/5) / (2/6 + 3/5 + 5/6),$$

流入子系统的平均标记流速为

$$= R(t_1, P_3) + R(t_2, P_4) = (2 + 3) / 5 / (2/6 + 3/5 + 5/6).$$

子系统的平均延时时间为

$$T = \bar{N} / f = (2/6 + 3/5) / (2 + 3) / 5.$$

子系统的吞吐量为

$$f = 1 / T = (2 + 3) / 5 / (2/6 + 3/5).$$

(5) 令  $\lambda = \{1, 1, 2, 1\}$ , 则有方程组

$$\begin{cases} X_1 = 2X_2, \\ X_1 = X_3, \\ X_1 + X_2 + X_3 = 1, \end{cases}$$

解得  $P[M_1] = X_1 = 0.4$ ,  $P[M_2] = X_2 = 0.2$ ,  $P[M_3] = X_3 = 0.4$ .  $P[M(P_2) = 1] = 0.4$ ,  $P[M(P_3) = 1] = 0.2$ ,  $P[M(P_4) = 1] = 0.4$ .  $P[M(P_2) = 0] = 0.6$ ,  $P[M(P_3) = 0] = 0.8$ ,  $P[M(P_4) = 0] = 0.6$ .  $R(t_1, P_3) = 0.4$ ,  $R(t_2, P_4) = 0.4$ .  $\bar{N} = 0.2 + 0.4 = 0.6$ ,  $\bar{f} = 0.4 + 0.4 = 0.8$ .  $T = 3/4$ ,  $f = 1/T = 4/3$ .

## 4 结束语

本文利用随机 Petri 网的方法分析企业业务流程,引入虚拟变迁以解决系统中的冲突问题,并对解决的方法及其结果进行了一个简单推论.文中阐明解决方法的合理性,表明该方法可以对整个系统进行局部的改进.

## 参 考 文 献

- 1 Bashein B J, Markus L, Riley P. Preconditions for BPR success: And how to prevent failures[J]. Information Systems Management, 1994, (1): 7 ~ 13
- 2 Soung H K. Designing performance analysis and IDEFO for enterprise modeling in BPR[J]. International Journal of Production Economics, 2002, 76(2): 14 ~ 17
- 3 Yung K L. The adoption of business process reengineering in SMEs: A diffusion of innovation approach[J]. International Journal of Manufacturing Technology and Management, 2001, (3 - 4): 5 361 ~ 5 366
- 4 Tatsiopoulou I P, Panayiotou N A. A modeling and evaluation methodology for E-commerce enabled BPR[J]. Computers in Industry Amsterdam, SEP, 2002, 49(1): 107 ~ 110
- 5 Kettinger W J, Teng J T C, Guha S. Business process change: A study of methodologies, techniques, and tools, MIS quarterly[J]. Minneapolis, 1997, 21: 32 ~ 38
- 6 Briffaut J P. Business performance sustainability through process modeling[J]. Measuring Business Excellence, 2002, 6(2): 29 ~ 37
- 7 Joseph W. Methods for measuring information technology investment payoff[J]. Human Systems Management, 1998, 17(2): 145 ~ 149
- 8 Hill F M, Collins-Lee K. The roles of TQM and BPR in organizational change strategies: A case study investigation [J]. The International Journal of Quality & Reliability Management, 2000, 17(6): 14 ~ 19
- 9 Anonymous M. The roles of TQM and BPR in organizational change strategies: A case study investigation[J]. Measuring Business Excellence, 2001, 5(2): 53 ~ 54
- 10 蒋志青. 企业业务流程设计与管理[M]. 北京: 电子工业出版社, 2002. 114 ~ 142
- 11 马士林, 林 勇. 供应链管理[M]. 北京: 高等教育出版社, 2003. 241 ~ 244
- 12 袁崇义. Petri 网(佩特里网)[M]. 南京: 东南大学出版社, 1989. 1 ~ 74
- 13 林 闯. 随机 Petri 网和系统性能评价[M]. 北京: 清华大学出版社, 2000. 19 ~ 28

## Settlement and Performance Analysis of Conflict Phenomenon in Business Process

Hong Guobin      Zheng Pi e

( College of Commerce, Huaqiao University, 362021, Quanzhou, China;  
School of Management, Tianjin University, 300072, Tianjin, China)

**Abstract** Beginning with a review on the background of business process reengineering, the authors put forward the activity relationship of business process depicted by Petri net and settle the conflict relationship by leading in dummy transition; and construct a Markov chain corresponding to the established stochastic Petri net so as to carry out performance analysis of system.

**Keywords** stochastic Petri net, business process reengineering, activity relationship, conflict relationship