

# 基于 Petri 网的零售企业与供应商信息共享平台建模与分析<sup>①</sup>

濮琼芳, 钱燕云

(上海理工大学 管理学院, 上海 200093)

**摘要:** 企业竞争的日益加剧, 以及市场需求的急剧变化, 使得供应链中企业对于整个供应链的信息共享的要求愈加迫切。从零售企业信息系统的角度出发, 以 Petri 网为建模工具, 根据零售企业的运营特点, 设计相应的功能模块, 最终形成基于 Petri 网的零售企业与其供应商信息共享平台模型并对其可行性进行分析, 希望能够给零售企业构建信息共享平台的建设提供一些参考, 特别是大型超市之类的零售商。

**关键词:** Petri 网; 零售企业; 信息共享

## Modeling and Analysis of Information Sharing Platform Based on Petri Net for Retailers and Vendors

PU Qiong-Fang, QIAN Yan-Yun

(Department of Management, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

**Abstract:** The increasing enterprise competition and rapid changes of market demand make the supply chain businesses' requirements for sharing the information increasingly urgent. From the perspective of information system, this paper will design corresponding function modules according to retail enterprises' operating features with Petri nets tool and ultimately form an information sharing platform model for retail enterprises and their suppliers based on Petri nets, hoping to provide retail enterprises some references about information sharing platform construction, especially large enterprises like supermarkets.

**Keywords:** Petri nets; retail enterprises; information sharing

如今, 企业与企业之间的竞争已经渐渐转变为供应链与供应链之间的竞争, 信息流在供应链企业以及消费者之间的快速和流畅的传递已经成为了供应链的核心竞争能力之一, 信息的复杂性和不确定性使得供应链承受着越来越大的风险, 因此, 建立完善的供应链信息共享平台已经成为了一种必然趋势。Chen<sup>[1]</sup>, Gavirneni 等<sup>[2]</sup>, Lee 等<sup>[3]</sup>均指出信息共享减少了供应链中需求信息不确定性导致的商品短缺或者滞销损失, 可以更好地制定生产计划和库存分配决策, 提高服务水平。陈志圣, 黄立平<sup>[4]</sup>对网格技术在供应链中的应用进行了分析, 提出了一种基于网格的供应链信息平台的模型, 实现供应链中各节点企业的信息共享和资

源整合, 从而提高供应链的效率。沈惠璋等<sup>[5]</sup>以 SOA 理论体系为出发点, 提出了基于企业服务总线的分布式服务供应链信息共享平台的体系结构, 并分析了该信息共享平台建设的生命周期, 并且进一步采用案例分析的研究方法, 以企业信息系统设计项目与 IBM 高校合作项目为例子, 探讨了分布式服务供应链信息共享平台的服务建模过程, 并设计和开发了一个分布式服务供应链信息共享平台。王景光, 甘仞初<sup>[6]</sup>以某饭店服务系统为例介绍了基于 Petri 网的信息系统建模, 提出了信息系统 Petri 网模型集成分为五步进行, 即接口说明, 功能定义, 资源约束, 角色分配和模型集成。林群, 关志超, 杨东援<sup>[7]</sup>在规划设计区域性枢纽城市

<sup>①</sup> 基金项目:上海市教委重点学科建设项目(J50504)

收稿时间:2010-08-22;收到修改稿时间:2010-09-26

现代物流公共信息平台的过程中,综合利用软件过程理论、软件体系结构理论和 Petri 网理论,实现了一个新的软件过程模型——基于体系结构的软件过程 Petri 网模型。本文将从零售商企业的供应链管理角度出发,研究基于 Petri 网的零售企业供应链信息共享平台建模。

### 1 Petri网的基本概念

定义 1. Petri 网是一个六元组  $\Sigma(P, T, F, K, W, M_0)$  的网系统, 其中:

- (1)  $P=\{p_1,p_2,\dots,p_m\}$  是位置的集合, 它代表了所有可以被估计到的系统状态, 或者系统资源;
- (2)  $T=\{t_1,t_2,\dots,t_q\}$  是有限的变迁集合, 它代表了系统所有可能发生的事件, 同时满足  $P \cap T = \Phi$ ;
- (3)  $F$  表示变迁输入流的组合和输出流组合;
- (4)  $K: P \rightarrow N \cup \{\infty\}$  是容量函数, 其中  $N=\{1,2,3,\dots\}$ ;
- (5)  $W: F \rightarrow N$  是权函数,  $N=\{1,2,3,\dots\}$ ;
- (6)  $M_0: P \rightarrow N_0$  称为  $\Sigma$  的初始标识,  $N_0=\{1,2,3,\dots\}$ , 它代表了系统的初始状态。

### 2 信息共享平台Petri网建模

在此, 将信息平台 Petri 网模型集成分成四步: 接口说明; 功能定义; 资源约束; 模型集成<sup>[8]</sup>。

#### 2.1 接口说明

首先, 对供应商与信息平台之间的接口关系进行描述, 也就是通过接口元素实现供应商与信息平台之间的信息传递。

定义接口元素: 采购计划 b1, 采购计划确认信息 b2, 采购订单 b3, 供应商发货确认信息 q1, 收货确认信息 q2, 在途库存 z, 库存信息 k, 销售预测信息 f。

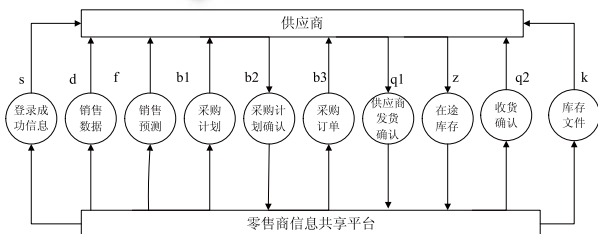


图 1 信息平台接口说明

接口元素与供应商和平台之间的关系定义: 如图

1 所示, 供应商可以通过平台查看到与自己的产品相关的销售数据、销售预测和采购计划, 并对采购计划进行确认, 系统接收到确认信息后会生成相应的采购订单; 供应商向平台发送发货信息, 而后平台会根据信息更改在途库存文件和订单状态; 零售商配送中心收到货物后向供应商发送收货确认信息并更改库存和在途库存文件, 同时供应商也可以随时查看零售商的库存信息和订单状态。

#### 2.2 功能定义

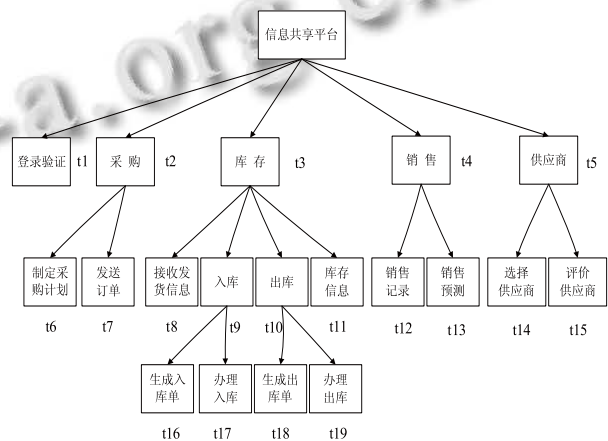


图 2 信息平台功能分解图

整个平台主要有 5 个基本功能模块: 登录验证、采购模块、库存模块、销售模块和供应商模块。其中, 采购模块分为制定采购计划和发送订单 2 个子模块, 库存模块分为接收发货信息、入库、出库和库存信息 4 个子模块, 销售模块分为销售记录和销售预测 2 个子模块, 供应商模块又分为评价供应商和选择供应商 2 个子模块。

供应商可以登录信息平台查看与自己所供应的商品有关的信息如销售数据、采购计划、库存信息等等。零售商可以根据销售数据进行销售预测, 然后根据库存信息并通过采购模块制定相应的采购计划, 在采购计划经由供应商确认后向供应商发送采购订单。在收到供应商发货信息后, 库存管理模块形成在途库存信息, 收到货以后则修改在途库存和库存信息文件。同时, 在接收到零售点的需求信息后, 系统会根据出库单修改库存信息。在这整个过程中, 采购、库存管理和销售部门都会依据送货的及时性、产品质量与价格、服务水平等等对供应商做出评价, 并作为以后供应商的选择依据。

### 2.3 资源约束

系统资源主要是指系统运行所需要或产生的各种数据或者信息资源。

#### (1) 系统资源集

内部资源：供应商信息 p1，已选择的供应商信息 p1\*，供应商的采购评价 p2，库存评价 p3，销售评价 p4，入库单 p5，出库单 p6，零售点需求信息 p7。

共享资源（接口元素）：在接口说明中已经定义。

因此，系统资源集  $Ps = \{p1, p1^*, p2, p3, p4, p5, p6, p7\} + \{s, d, f, b1, b2, b3, q1, z, q2, k\}$ 。

#### (2) 功能集上的资源约束子集

功能集上的资源约束子集是指每个基本功能模块运行时所需要和释放的数据或信息资源。

所有功能的资源约束集： $P_i = \{P_{t1}, P_{t6}, P_{t7}, P_{t8}, P_{t12}, P_{t13}, P_{t14}, P_{t15}, P_{t16}, P_{t17}, P_{t18}, P_{t19}\}$ 。

每个功能的资源约束子集分别如下：

$P_{t1} = \{p1^*, s\}$ ;  $P_{t6} = \{f, z, k, b1\}$ ;  $P_{t7} = \{b1, b2, b3\}$ ;  $P_{t8} = \{b3, q1, z\}$ ;  $P_{t12} = \{k, s, d\}$ ;  $P_{t13} = \{d, f\}$ ;  $P_{t14} = \{p1, p2, p3, p4\}$ ;  $P_{t15} = \{p2, p3, p4, p1^*\}$ ;  $P_{t16} = \{z, q2, b3, p5\}$ ;  $P_{t17} = \{p5, z, k\}$ ;  $P_{t18} = \{p7, p6\}$ ;  $P_{t19} = \{p6, k\}$ 。

根据以上描述，可以画出各个功能的资源约束子图，如图3所示（接口元素用“◎”表示，内部资源用“○”表示）。

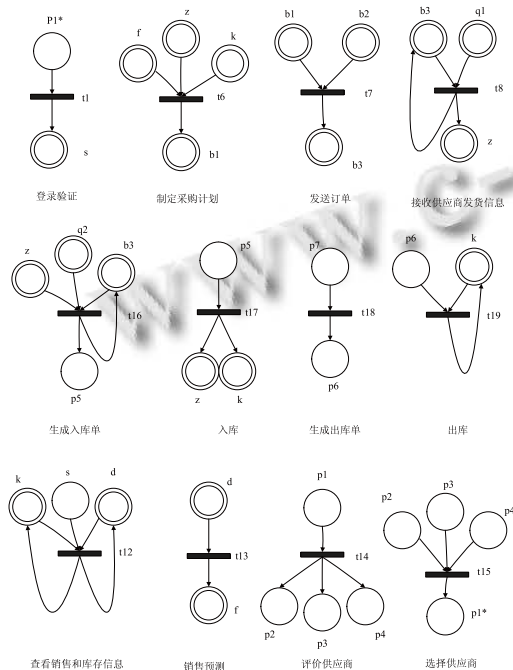


图3 信息平台资源约束子图

### 2.4 模型集成

通过以上三步，我们可以构建零售企业的供应链信息共享平台模型，如图4所示。

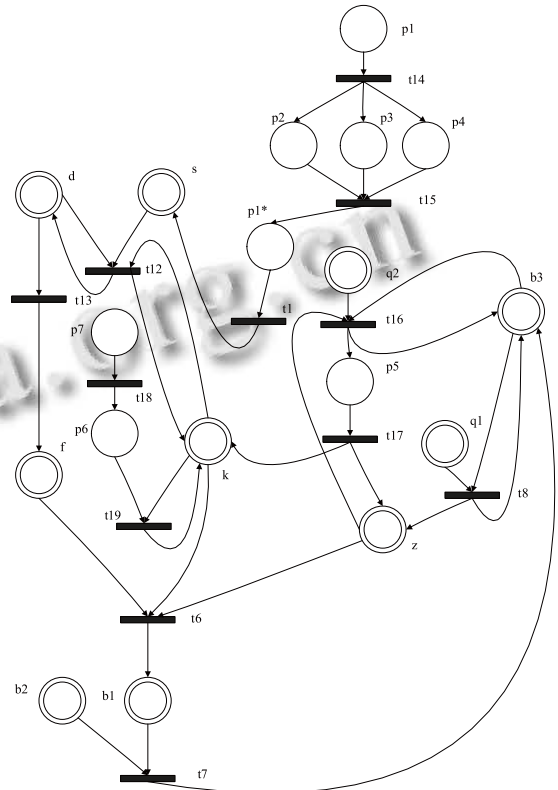


图4 信息平台 Petri 网模型

### 3 基于可达树法的性能分析

对于一个 Petri 网系统  $\Sigma = (P, T, F, K, W, M_0)$ ，其中  $K: P \rightarrow N^+ \cup \{\infty\}$  是位置容量函数;  $W: P \rightarrow N^+$  是弧权函数，即流动几个标记。可达树是由标识  $M$  (标识值可以为  $w, w \in N$  且趋于无穷) 作为结点构成的树，结点之间用  $T$  元素标注。约定在  $M_0$  标识下， $p1, d, p7, b2, z, q1, q2$  中的资源数均为 1， $k$  中资源数为 2，弧上的权均为 1。

根据可达性树的分析方法<sup>[8]</sup>，可以画出图4中 Petri 网所对应的可达性树如图5所示。从图中可以看出，假设  $L$  为所有叶结点的集合，则图中对应的  $L = \{k, b3, z\}$ 。因此，可以进行如下判断：

$$(1) \text{ 如果 } \forall M \in L, M(p) = \begin{cases} 1 & p=0 \text{ (终止状态),} \\ 0 & p \neq 0 \end{cases}$$

说明该系统可以正常终止。由于  $L = \{k, b3, z\}$ ， $k=b3=z=0$  即都为终止状态结点时， $M(k)=M(b3)=M(z)=1$ ，且  $p \neq 0$  即不是终止状态结点时， $M(p)=0$ 。

因此，该系统可以正常终止。

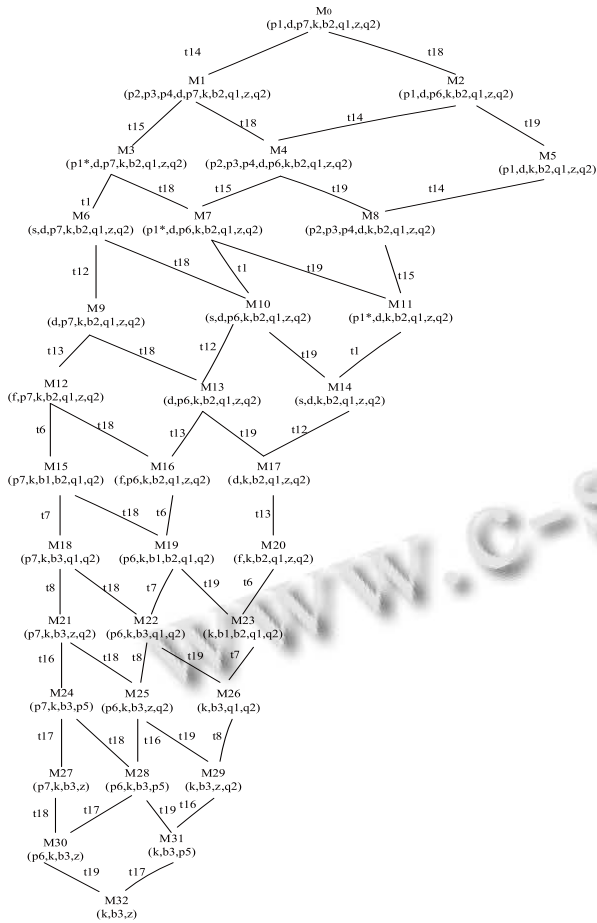


图 5 可达性树

(2) 如果  $M \in L$ ,  $M(0) = 0$  说明该系统会出现死锁, 死锁发生在位置  $p$ :  $M(p) \neq 0$ 。因此该系统是不会出现死锁的, 因为不存在这样的位置  $p$ 。

(3) 如果  $M \in L$ ,  $M(0) = 1$  且存在  $p \neq 0$ ,  $M(p) \neq 0$  说明该系统存在多余的位置, 无法正常终止。可以看出, 由于不存在  $p \neq 0$ ,  $M(p) \neq 0$  的情况, 所以该系统不存在多余位置, 可以正常终止。

综合以上分析我们可以得出结论, 该系统不存在死锁和多余位置, 可以正常终止, 也就是说, 通过可达树法的分析证明了该系统是可行的。

### 4 结语

本文从供应链管理的角度出发, 以 Petri 网为建模工具, 根据零售企业的运营特点, 设计了相应的功能模块, 最终形成了基于 Petri 网的零售企业供应链信息共享平台模型, 并且进一步通过可达性树分析法证明了它是可行的。

### 参考文献

- 1 Chen F. Echelon Recorder Points and the Value of Centralized Demand Information. Management Science, 1998,44(12): 221-234.
- 2 Gavrieni S, Kapuscinski R, Tayur S. Value of Information in Capacitated Supply Chains. Management Science, 1999,45 (1):16-24.
- 3 Lee H, Billington C. The Evolution of Supply Chain Management Models and Practice at Hewlett Packard. Interfaces, 1995,25(5):42-63.
- 4 陈志圣,黄立平.基于网格的供应链管理信息平台的构建.计算机工程与设计,2007,28(19):4674-4676.
- 5 沈惠璋,赵继娣,QIU Robin. 基于 SOA 的分布式服务供应链信息共享平台研究与实践.计算机应用研究,2010,27(2): 606-610.
- 6 王景光,甘仞初.基于 Petri 网的信息系统建模.中国管理科学,2000,8(2):20-27.
- 7 林群,关志超,杨东援.区域性枢纽城市物流公共信息平台体系结构 Petri 网研究.计算机工程与应用,2005:212-215.
- 8 周双娥,刘艳.基于 Petri 网的信息系统建模及性能分析.微型电脑应用,2006,22(6):26-27.