

文章编号: 1001-0920(2008)10-1087-05

虚拟物流企业联盟的利益分配策略研究

王若钢, 冯英俊

(哈尔滨工业大学 管理学院, 哈尔滨 150001)

摘要: 从主导企业利益的角度出发,建立了虚拟物流企业联盟的利益分配模型. 在分析主导企业与各成员企业关系的基础上,对利益分配模型进行求解,提出了不同盟友的利益分配策略. 对一般盟友,采取市场加价甚至市场购买的方法给其一定收益;对重要盟友,则采取基于 Nash 谈判模型的利益分配方法进行收益分配,从而使追求个体利益的盟友企业与主导企业的利益趋于一致,以实现虚拟物流企业联盟资源的最优配置.

关键词: 虚拟物流企业联盟; 分配策略; 纳什模型; 贝叶斯均衡

中图分类号: F252.3 **文献标识码:** A

Research on profit distribution of virtual alliance

WANG Ruogang, FENG Yingjun

(School of Management, Harbin Institute of Technology, Harbin 150001, China. Correspondent: WANG Ruogang, E-mail: wangruogang0710@163.com)

Abstract: The profit distribution model of the virtual alliance is built from the point of the profit of the dominant enterprise. On the basis of analyzing the relationship between the dominant enterprise and its members, we seek the appropriate profit distribution model and propose the management strategy of different allies. To the general allies, the profit could be accomplished by means of increasing marketing price, even by marketing purchasing. While to the important allies, the profit could be distributed by means of negotiations based on the Nash model. Thus we can make the ally enterprises which pursue only their own profits achieve the unanimity with the dominant enterprise, which can make the resources of the virtual alliance allocate best.

Key words: Virtual alliance; Distribution strategy; Nash model; Bayesian equilibrium

1 引言

我国物流业近几年发展迅速,但总体上还处于初级发展阶段. 业内企业虽然数量众多,但大多规模有限,服务功能单一. 这种状况使得众多的物流企业所提供的服务总量虽然很大,但没有明显的差异,使得整个物流市场竞争十分激烈;同时,随着我国入世进程的不断深入,国外大型物流企业会更多地进入中国市场,我国的物流企业将面临更大的挑战. 在这种形势下,物流联盟便成为我国物流业导入最迅速、实施最容易、风险性最小的组织方式之一,它可以改变目前我国物流企业所处的竞争劣势,非常适合物流企业的协同发展.

虚拟物流企业联盟是在保持自身独立性的同时,两个或两个以上的物流企业通过股权参与或契约联合,结成暂时较为稳定的集约化物流合作伙伴

关系,达到共同拓展物流市场、降低物流成本、提高物流效益的目标. 虚拟物流企业联盟是一种动态联盟,主导企业根据具体的物流业务要求组建物流企业联盟,任务完成后联盟随之解散,因此具有短期性和相对性的特点^[1].

在虚拟物流企业联盟的运作过程中,各合作伙伴可能存在时间和空间上的差异,因此联盟的动态稳定性对物流企业联盟的成功运行具有重要的作用. 影响联盟稳定性的因素很多,比如成员企业间的信任状况、收益分配问题等. 然而,物流企业联盟的各成员都是因为某种利益目标而参加联盟的,所以利益分配的合理性问题就成为联盟能否成功运作的关键. 国内外许多学者对利益分配问题进行了深入的研究^[2-10]. 综合这些文献看,不少学者致力于生产和技术联盟的研究,而缺少关于物流联盟利益分配

收稿日期: 2007-11-29; 修回日期: 2008-05-23.

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(70131010).

作者简介: 王若钢(1975—),男,黑龙江富锦人,博士生,从事物流管理等研究;冯英俊(1943—),男,北京人,教授,博士生导师,从事技术经济与管理及管理有效性等研究.

问题的研究.对于这一问题的研究,使用较多的方法有4种:Shapley法,MCRS法,群体重心法,Nash谈判模型.这4种方法中,Shapley法和MCRS法要求的条件比较多,需要考虑所有情况下的联盟利益所得,难以得到令大多数成员满意的利益分配方案.群体加权重心法首先运用几种方法进行利益分配,然后计算各种方法的权重,最后根据几种方法的权重得出最优利益分配方案,计算过程过于复杂.Nash谈判模型是20世纪50年代由纳什提出的,相对而言需要的条件较少,操作性较强,是解决协商问题的有效方法.但从现有的文献看,对于利益分配问题,Nash谈判模型多用于生产和技术联盟,还没有专门针对虚拟物流企业联盟的应用研究.物流企业联盟中,主导物流企业与重要盟友具有相对对等的地位,其利益分配的过程也正是双方谈判协商的过程,是典型的协商问题,因此本文采用该方法对物流企业联盟的利益分配问题作一些探索性研究.

2 利益分配模型

假设1 联盟存在规模经济及范围经济效益,即虚拟物流企业联盟的总体收益超过各成员企业单独从事物流运作的收益之和,否则便没有联盟的必要.

假设2 主导企业分配给跟随企业的收益不低于跟随企业独自经营的收益,否则跟随企业将选择独立经营.

假设3 当主导企业A没有成员企业时,收益为零.

本文虚拟物流企业联盟中的主导企业并不提供实体物流运作,如运输、仓储、配送等,其核心功能是对物流系统进行规划和协调,如市场开发、资本运作、物流项目策划等.如果没有成员企业,主导企业就没有可整合的实体资源,物流项目就无法实施,因而也就没有收益.

设主导企业A有 n 个成员企业,其利益分配方案为

$$X_i = a_i, \quad a_i \in [0, 1]. \quad (1)$$

式中: a_i 为第 i 个成员企业收益分配比例, X_A 为联盟的整体收益, X_A 为主导企业的收益.各成员企业单独运营的最低收益为 $D = (d_1, d_2, \dots, d_n)$.

主导企业的利益分配的目的在于,在一定的约束下最大化自己的预期收益,即

$$\max E(X_A, a_i). \quad (2)$$

其约束条件为

$$X_i = a_i; \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^n X_i + X_A = D; \quad (4)$$

$$X_i \geq d_i, \quad i = 1, 2, \dots, n; \quad (5)$$

$$X_A \geq 0. \quad (6)$$

约束条件(3)表示每个盟友都能获得部分联盟收益;式(4)表示各成员企业收益之和等于联盟总收益;式(5)表示各盟友企业从联盟中分配到的收益不小于单独经营所得的收益,即这种分配策略必须使每个参与联盟的各功能型物流企业得到好处.因此,虚拟物流企业联盟的利益分配策略就在于求解分配系数 a_i 的值.

3 一般盟友的分配策略

对于虚拟物流联盟中的主导企业,可根据成员企业选择范围的大小,将各功能型成员企业分为一般盟友和重要盟友.我国现时的物流市场中,存在数量巨大的中小型物流企业,对于主导企业而言,有非常广泛的选择范围,它们属于一般盟友.在实施某些物流项目的过程中,需要具有一定规模,并拥有先进物流设备的成员企业的参与,比如某些农产品的冷链物流服务、大宗物品的铁路运输等.这样的物流企业目前在我国不是很多,为非易得资源,对于主导企业而言选择范围小,它们属于重要盟友.

主导企业对一般盟友的依赖程度低,因此在选择盟友时,可利用一阶价格拍卖的方法来获得利益分配比例系数 a_i ,即主导企业从众多可供选择的一般盟友中选择分配比例最小的作为合作伙伴.

首先考虑只有两个合作者的情况, v_i 是盟友 i ($i = 1, 2$)对联盟整体收益的估计,且服从 $[0, 1]$ 均匀分布.其中 1 表示盟友对联盟收益的最大估计值, b_i 表示盟友企业愿意从联盟整体收益中放弃的利益(为了联盟合作的出价),也可看作是第 i 个盟友所采取的战略,则有 $b_i < v_i$.上式表示盟友为了争取到合作机会,付出的代价不会超过它对收益的预期.盟友企业预期收益比例为

$$a_i = X_i / v_i = (v_i - b_i) / v_i. \quad (7)$$

由于估价是相互独立的,参与者 i 推断 v_j 服从 $[0, 1]$ 区间上的均匀分布,而不依赖于 v_i 的值.最后,参与者 i 的收益函数为

$$X_i(b_1, b_2; v_1, v_2) = \begin{cases} v_i - b_i, & b_i > b_j; \\ (v_i - b_i) / 2, & b_i = b_j; \\ 0, & b_i < b_j. \end{cases} \quad (8)$$

联盟企业成员 i 从联盟整体收益中放弃的利益为函数 $b_i(v_i)$,据此可决定 i 为了联盟合作所选择的出价.在贝叶斯均衡下,参与者1的战略 $b_1(v_1)$ 与参与者2的战略 $b_2(v_2)$ 互为对方的最优反应.如果战略组合 $[b_1(v_1), b_2(v_2)]$ 是贝叶斯均衡,则每个类型 $v_i \in [0, 1]$, $b_i(v_i)$ 满足

$$\max_{b_i} \left[(v_i - b_i) P\{b_i > b_j\} + \frac{1}{2} (v_i - b_i) P\{b_i = b_j\} \right] \tag{9}$$

寻找该问题的一组线性均衡解,即假设 $b_1(v_1)$ 和 $b_2(v_2)$ 都是线性函数, $b_1(v_1) = e_1 + c_1 v_1$, $b_2(v_2) = e_2 + c_2 v_2$, 并据此对式(9)进行简化. 但应注意, 这里不是限制成员的战略, 使之只包含线性战略, 而是允许参与者任意地选择战略, 只看是否存在线性的均衡解. 可以发现, 由于参与者的估价是均匀分布的, 这样的线性均衡解不仅存在, 而且是唯一的. 其结果为 $b_i(v_i) = v_i/2$, 即每一企业成员以其对物流业务估价的 1/2 作为投标价格. 投标价格反映出投标方在拍卖中遇到的最基本的得失权衡: 投标价格越高, 中标的可能性越大; 投标价格越低, 一旦中标所得的收益越大.

假设参与者 j 采取战略 $b_j(v_j) = e_j + c_j v_j$. 对于一个给定的 v_i 值, 参与者 i 的最优反应为下式的解:

$$\max_{b_i} \left[(v_i - b_i) P\{b_i > e_j + c_j v_j\} + \frac{1}{2} (v_i - b_i) P\{b_i = b_j\} \right] \tag{10}$$

因为 v_j 服从均匀分布, 所以 $b_j(v_j) = e_j + c_j v_j$ 也服从均匀分布, $p\{b_i = b_j\} = 0$. 因为 i 的投标价格应高于参与者 j 最低的可能投标价格 (否则便没有意义), 同时应低于 j 最高的可能投标价格, 所以有 $e_j \leq b_i \leq e_j + c_j$. 于是, 式(10)变为

$$\begin{aligned} \max_{b_i} \left[(v_i - b_i) p\{b_i > e_j + c_j v_j\} \right] &= \\ \max_{b_i} \left[(v_i - b_i) p\left\{v_j < \frac{b_i - e_j}{c_j}\right\} \right] &= \\ \max_{b_i} \frac{b_i - e_j}{c_j} & \end{aligned} \tag{11}$$

一阶条件为 $b_i = (v_i + e_j)/2$. 当 $v_i < e_j$ 时, $b_i = (v_i + e_j)/2 < e_j$, 此时根本不可能中标, 至少应为 $b_i = e_j$.

综上所述, 参与者 i 的最优反应为

$$b_i(v_i) = \begin{cases} (v_i + e_j)/2, & v_i \geq e_j; \\ e_j, & v_i < e_j. \end{cases} \tag{12}$$

如果 $0 < e_j < 1$, 则一定存在某些 v_i 值, 使 $v_i < e_j$. 这时 $b_i(v_i)$ 在开始时是一条直线, 后半段则向上倾斜, 与假定的线性矛盾. 只讨论 $e_j = 1$ 和 $e_j = 0$ 的情况. 前一种情况不可能在均衡中出现, 因为估价较高一方对投标价格的最优选择是不低于估价较低一方的投标价格, 有 $c_j = 0$. 这时 $e_j = 1$ 意味着 $b_j(v_j) = v_j$, 这对于参与人 j 肯定不是最优的. 因此, 如果要求 $b_i(v_i)$ 是线性的, 则一定有 $e_j = 0$. 这时 $b_i(v_i) = (v_i + v_j)/2 = e_j + c_i v_i$, 于是可得

$$e_j = e_i/2, c_i = 1/2. \tag{13}$$

对参与者 j 重复上面的分析, 可得到类似于式(13)的结果. 解这两组结果构成的方程组, 可得 $e_i = e_j = 0, c_i = 1/2$, 即

$$b_i(v_i) = v_i/2, X_i^* = v_i/2. \tag{14}$$

式(14)说明, 两个企业博弈的贝叶斯均衡结果是盟友企业获得实际收益的一半, 主导企业获得收益的另一半. 设主导企业有 n 个一般盟友可供选择, 且每个盟友的估价是独立的, 都服从 $[0, 1]$ 区间的均匀分布. 为讨论方便, 只考虑均衡出价策略 $b = b^*(\cdot)$.

如果评价为 \cdot 的盟友支付为 b , 则其期望收益函数为

$$\begin{aligned} X_i &= (\cdot - b) P\{b_j < b\} = \\ &= (\cdot - b) [1 - (b)]^{n-1}. \end{aligned} \tag{15}$$

对式(15)最优化, 得

$$b^*(\cdot) = (n - 1)/n. \tag{16}$$

式(16)说明, $b^*(\cdot)$ 随着 n 的增加而增大, 当 n 时, b^* , 即随着主导企业盟友选择范围的扩大, 联盟所带来的收益几乎都归主导企业所有. 于是, 盟友企业利益分配系数为

$$a = (\cdot - b)/\cdot = 1/n. \tag{17}$$

当 n 时, 利益分配策略按市场价格进行分配, 对联盟收益的影响不大. 主导企业选择机会较多的一般盟友, 可采取市场价格加价法, 而且随着可供选择盟友数量的增加, 盟友企业分配到的收益将会降低, 利益分配策略便越来越接近于市场购买的策略.

4 重要盟友的分配策略

重要盟友企业在我国目前的物流市场中还相对稀缺, 它们经常具有大量的业务需求. 主导物流企业为了快速响应客户物流服务的需求, 需要获得重要盟友的业务优先权, 以实现快速高效的物流运作. 这便决定了主导物流企业不可能以通常价格获得重要盟友的物流业务, 双方收益分配的确立必然是一个不断谈判协商的过程. 基于效用最大的 Nash 谈判模型考虑理性人的博弈过程, 使得参与合作的各主体达到最大的满意度, 这更加符合收益分配的现实情况.

文献[10]应用 Nash 谈判模型对技术联盟的利益分配问题进行研究, 但其效用函数的线性构造没有考虑效用函数的凹性通常特征, 需要进行改进. 这里设效用函数为 $u(x) = \ln(cx + 1)$, 这时, $u(0) = 0, u' > 0, u'' < 0$, 从而使效用函数满足了相应的条件. 本文基于 Nash 谈判模型, 建立了主导物流企业与重要盟友的利益分配模型.

设虚拟物流联盟由 n 个企业组成, 1 为主导物流企业; 2, 3, ..., n 为重要盟友. 某一物流项目的总收益为 $\sum_{i=1}^n u_i(x_i)$, u_i 为第 i 企业的效用函数, $d_i (i = 1, 2, \dots, n)$ 表示各企业的谈判起点, 即各物流企业所愿意接受的利益分配的下界值, $x_i (i = 1, 2, \dots, n)$ 表示各企业所获得的收益, 则 x_i 即为下述问题的最优解:

$$\max_{i=1}^n [u_i(x_i) - u_i(d_i)], \quad (18)$$

$$\text{s. t. } \sum_{i=1}^n x_i = 300, \quad (19)$$

$$x_i \geq d_i, \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (20)$$

$d_i (i = 1, 2, \dots, n)$ 的确定: d_1 表示主导物流企业采取有把握完成物流项目的实施方案时所获得的收益; $d_i (i = 2, 3, \dots, n)$ 表示按第 i 个重要盟友的通常业务价格计算时其所获得的收益.

效用函数的构造: 效用函数 $u_i(x_i)$ 应满足以下条件: (1) 为收益的增函数; (2) 满足边际效用递减; (3) 在谈判点时效用为零. 由此, 可按效用函数的常用形式构建效用函数^[11]

$$u_i(x_i) = b \ln[c(x_i - d_i) + 1]. \quad (21)$$

根据纳什谈判公理^{4[10]}, 对 $u_i(x_i)$ 作保序线性变换并不影响谈判的实物解, 故可将效用函数记为

$$u_i(x_i) = \ln[c(x_i - d_i) + 1]. \quad (22)$$

当 $x_{iM} = \sum_{j=1}^n d_j$ 时, $u_i(x_{iM}) = 1$, 可推得

$$u_i(x_i) = \ln\left(\frac{e-1}{n} (x_i - d_i) + 1\right), \quad (23)$$

由此, 利益分配模型变为

$$\max_{i=1}^n \ln\left[\frac{e-1}{n} (x_i - d_i) + 1\right],$$

$$\text{s. t. } \text{式(19), (20)}. \quad (24)$$

可应用 Matlab 软件对上述模型进行求解.

5 算例

一般盟友可按市场价格进行分配, 所以本文只对重要盟友的利益分配进行算例分析.

现有一从 A 地到 C 地的运输业务, 总收益为 300 万元. 对于主导物流企业而言, 从 A 到 B 采用公路运输, 从 B 到 C 采用铁路运输的方案一定可以实现, 这时其收益为 100 万元. 若从 A 到 C 直接采用铁路运输, 按 A 地铁路运输公司的通常价格计算需花费 80 万元, 但 A 地铁路运输公司业务量大, 加入联盟优先运送货物的收益要求较高, 主导物流企业与其合作需要给其更多的收益. 设 x_1 为主导物流企业的收益, x_2 为 A 地铁路运输公司的收益, 则 x_1 和 x_2

为下述问题的最优解:

$$\max Z = \ln\left(\frac{e-1}{120} (x_1 - 100) + 1\right) \times$$

$$\ln\left(\frac{e-1}{120} (x_2 - 80) + 1\right);$$

$$\text{s. t. } \begin{cases} x_1 + x_2 = 300, \\ 100 \leq x_1 \leq 300, \\ 80 \leq x_2 \leq 300. \end{cases}$$

应用均值不等式, 求解过程如下:

$$\ln\left(\frac{e-1}{120} (x_1 - 100) + 1\right) \times$$

$$\ln\left(\frac{e-1}{120} (x_2 - 80) + 1\right)$$

$$\leq \frac{1}{2} \left(\ln^2\left[\frac{e-1}{120} (x_1 - 100) + 1\right] + \right.$$

$$\left. \ln^2\left[\frac{e-1}{120} (x_2 - 80) + 1\right] \right).$$

$$\text{当 } \ln\left[\frac{e-1}{120} (x_1 - 100) + 1\right] = \ln\left[\frac{e-1}{120} (x_2 - 80) + 1\right] \text{ 时取等号, 由此可得方程组 } x_1 + x_2 = 300, x_1 -$$

$x_2 = 20$. 求解得 $x_1 = 160, x_2 = 140$.

本算例中只有一个重要盟友, 计算比较简单, 可用数学中的均值不等式求解. 当重要盟友比较多时, 可用 Matlab 软件求解.

6 结 论

本文从主导物流企业的角度出发, 对虚拟物流企业联盟的利益分配问题进行了研究. 首先建立了利益分配模型; 然后根据主导物流企业对盟友选择范围的大小, 对不同盟友进行了分类研究, 对不同盟友给出了不同的利益分配策略. 研究表明, 对于一般盟友, 由于物流市场中存在着大量的可选企业, 这些企业之间竞争激烈, 采取市场加价甚至市场购买的方法给其一定收益, 便能满足这些企业的收益要求; 对于达到一定规模, 拥有先进物流资源的重要盟友, 这样的企业数量相对稀少, 对收益的要求较高, 主导企业可采取基于 Nash 谈判模型的利益分配方法进行收益分配, 从而使双方达到最大的满意度.

本文只对一般盟友和重要盟友的利益分配问题进行了研究, 对于同时考虑多家一般盟友和重要盟友的集成模型, 还有待进一步研究.

参考文献(References)

- [1] 郑毅延, 王键. 基于核心竞争力的我国虚拟物流企业联盟建立路径探析[J]. 物流科技, 2006, 29(134): 68-71.
(Zheng Y Y, Wang J. Inquiry into and analysis of the way of building the virtual alliance in our country on the

- basis of the key competitive strength [J]. Logistics Science and Technology, 2006, 29(134): 68-71.)
- [2] 陈剑, 冯蔚东. 虚拟企业构建与管理[M]. 北京: 清华大学出版社, 2002.
(Chen J, Feng X W D. Establishing and administration of the virtual alliance [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2002.)
- [3] 李森, 杨锡怀, 戚桂清. 非同类企业合作策略收益与风险分析[J]. 控制与决策, 2005, 20(11): 1288-1290.
(Li S, Yang X H, Qi G Q. Analysis on income and risk of dissimilar enterprises under co-operation strategy[J]. Control and Decision, 2005, 20(11): 1288-1290.)
- [4] 刘智全, 冯英俊. 供应链企业利益分配问题研究[J]. 学术交流, 2006, 145(4): 77-80.
(Liu Z Q, Feng Y J. Research on the profit distribution of the supplying chain enterprises [J]. Academic Exchange, 2006, 145(4): 77-80.)
- [5] Sunil Chopra, Peter Meindl. Supply chain management strategy: Planning and operation [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2002.
- [6] Xumei Zhang, Bin Dan. The architecture and operation mode of virtual supply chain [J]. Chinese Business Review, 2003, 181(2): 53-54.
- [7] Jean-Jacques Laffont, David Martimort. The theory of incentives-the principal-agent model[M]. Beijing: China Renmin University Press, 2002.
- [8] 慕方中, 刘端阳, 潘晓弘. 一种考虑风险因素的供应链利益分配策略[J]. 商业研究, 2006, 345(13): 17-19.
(Qi F Z, Liu D Y, Pan X H. A distribution strategy of the chain profit considering the factor of risk [J]. Commercial Research, 2006, 345(13): 17-19.)
- [9] Karl Morasch. Strategic alliances as Stackelberg cartels-concept and equilibrium alliance structure[J]. Int J of Industrial Organization, 2000, 265(18): 257-282.
- [10] 孙东川, 叶飞. 动态联盟利益分配的谈判模型研究[J]. 科研管理, 2001, 22(2): 91-95.
(Sun D C, Ye F. Research on negotiation model of the profit distribution of the dynamic alliance[J]. Science Research Management, 2001, 22(2): 91-95.)
- [11] 伯杰. 统计决策论及贝叶斯分析[M]. 北京: 中国统计出版社, 1998: 62-64.
(James O Berger. Statistical decision theory and Bayesian analysis [M]. Beijing: China Statistics Publishing House, 1998: 62-64.)

(上接第 1086 页)

- [26] Tipping M E. Sparse Bayesian learning and the relevance vector machine [J]. J of Machine Learning Research, 2001, 2(1): 211-244.
- [27] Taskar B, Guestrin C, Koller D. Max-margin Markov networks[C]. Proc of NIPS '03. Vancouver, 2003: 97-104.
- [28] Altun Y, Tschantaridis I, Hofmann T. Hidden Markov support vector machines [C]. Proc ICML03. Washington: AAAI Press, 2003: 3-10.
- [29] Guo Y, Wilkinson D, Schuurmans D. Maximum Margin Bayesian networks[C]. Proc of the 21st Conf on Uncertainty in Artificial Intelligence. Virginia: AUAI Press, 2005: 233-242.
- [30] Nakamura A, Schmitt M, Schmitt N, et al. Bayesian networks and inner product spaces[J]. J of Machine Learning Research, 2005, 6: 1383-1403.
- [31] 邓勇, 施文康. 基于条件事件代数的常概率事件模型及应用[J]. 上海交通大学学报, 2002, 36(4): 588-591.
(Deng Y, Shi W K. Model of constant probability event based on conditional event algebra and its application [J]. J of Shanghai Jiaotong University, 2002, 36(4): 588-591.)
- [32] Wong S K M, Wu D. An algebraic characterization of equivalent Bayesian networks [C]. Proc of the IFIP 17th World Computer Congress-TC12 Stream on Intelligent Information Processing. Newtherland: Kluwer, 2002: 177-187.
- [33] Studeny M. Structural imsets: An algebraic method for describing conditional independence structures [C]. Proc of 10th Int Conf IPMU. Perugia, 2004: 1323-1330.
- [34] Studeny M, Vomlel J. Transition between graphical and algebraic representatives of Bayesian network models (extended version) [C]. Proc of PGM '04. Leiden, 2004: 193-200.
- [35] Studeny M. An algebraic approach to structural learning Bayesian networks [C]. Proc of 11th Int Conf IPMU. Paris, 2006: 2284-2291.
- [36] Garcia L D. Algebraic statistics in model selection [C]. Proc of the 20th Conf on Uncertainty in Artificial Intelligence. Banff: AUAI Press, 2004: 177-184.
- [37] Garcia L D, Stillman M, Sturmfels B. Algebraic geometry of Bayesian networks [J]. J of Symbolic Computation, 2005, 39(3/4): 331-355.
- [38] Beerenwinkel N, Eriksson N, Sturmfels B. Conjunctive Bayesian networks [J]. Bemoulli, 2007, 13(4): 893-909.
- [39] Sanghai S, Domingos P, Weld D. Dynamic probabilistic relational models [C]. Proc of 18th Int Joint Conf on Artificial Intelligence. Acapulco: Morgan Kaufmann, 2003: 992-1002.