

基于 Shapley 值法的动态联盟伙伴 企业利益分配策略

戴建华, 薛恒新

(南京理工大学经济管理学院, 江苏 南京 210094)

摘 要:动态联盟被认为是 21 世纪最有前途的企业组织模式,它增强了企业自身的竞争力,使企业能更好地应对市场的不确定性。然而作为一种崭新的组织形态,它仍有许多问题值得研究。利益分配就是其中之一。本文首先介绍了用于解决多人合作对策问题的 Shapley 值法,并将之应用于动态联盟伙伴企业的利益分配,然后分析了用 Shapley 值法进行动态联盟利益分配的成功与不足,最后针对其不足提出了一种基于风险因子的修正算法。

关键词:动态联盟;Shapley 值法;利益分配;修正算法

中图分类号:F224.32 **文献标识码:**A

1 引言

所谓动态联盟(也称“虚拟企业”)是指“以信息、通信技术为主要技术手段,能迅速实现(企业内部或若干企业联合的)资源的有效集成而进行的企业核心能力的一种外部整合,其目的在于迎合快速变化的市场机遇”^[1]。随着计算机网络技术、信息技术的飞速发展,高科技往生产、管理等领域的渗透速度越来越快,使得产品的生命周期越来越短,这既使整个市场充满机会,也使得传统企业相对稳定的生产模式、组织结构面临严重挑战。面对快速多变的市场,没有一家企业有足够的时间和资源迅速重组并调整自身的设计与生产,以抓住稍纵即逝的需求机遇,因此组建动态联盟即虚拟企业成了各企业的理性选择^[2]。在动态联盟中,每一个伙伴各自在诸如设计、制造、分销等领域为联盟贡献出自己的核心能力,并相互联结起来实现资源共享和费用分担,以把握快速变化的商机,实现最终的“双赢”目的。一旦共同的目标完成、市场机遇消失之后,由于联盟企业间是彼此独立的,这种松散的联盟又会解体,各企业又会因为新的市场机遇与新的伙伴结成又一个动态联盟。

动态联盟是在新的全球经济竞争形式下,随着信息技术的飞速发展而逐渐形成的一种崭新的组织

模式,它的灵活性、敏捷性以及很强的市场竞争力使它被认为是 21 世纪最有前途的动态集成组织^[3]。但是,任一企业参与联盟,其最根本的目的是追求经济利益,每个伙伴都希望能分得更多的利益,而对于利益分配可能有多种分配方案,例如,总的合作利益为 10 万元,有 A、B、C 三家企业合作,利益分配方案可能有(3,3,4)、(3.33,3.33,3.33)、(4,2,4)等多种。到底按哪种分配才能使各伙伴满意呢?也就是说,处理利益分摊问题的方法,必须要使分摊的仲裁具有相对的合理性,能为各单位所接受。因此,利益分配在动态联盟运作中是个重要的问题,如果有任何盟员不满意制定的分配方案,都会给联盟带来一定的利益损失,尤其是,如果核心伙伴不满意而选择退出联盟的话,将极可能直接导致联盟的失败。

本文分析了由 Shapley L.S. 提出的用于解决 n 人合作对策问题的 Shapley 值法模型^[4],并应用该模型来解决动态联盟伙伴企业的利益分配问题。这种基于 Shapley 值法的利益分配方式既不是平均分配,也不同于基于投资成本的比例分配,而是基于各合作伙伴在动态联盟经济效益产生过程中的重要程度来进行分配的一种分配方式,相比较而言该法具有一定的合理性和优越性。最后根据它的不足提出了利用风险因子进行利益分配调整的修正算法。

2 Shapley 值法模型

Shapley 值法是由 Shapley L.S. 提出的用于解决多人合作对策(Cooperative n -person game)问题

收稿日期:2003-07-08

作者简介:戴建华(1969-),女(汉族),江苏无锡人,南京理工大学经济管理学院,讲师,博士生,研究方向:动态联盟。

的一种数学方法。当 n 个人从事某项经济活动时, 对于他们之中若干人组合的每一种合作形式, 都会得到一定的效益, 当人们之间的利益活动非对抗性时, 合作中人数的增加不会引起效益的减少, 这样, 全体 n 个人的合作将带来最大效益, Shapley 值法是分配这个最大效益的一种方案。定义如下:

设集合 $I = \{1, 2, \dots, n\}$, 如果对于 I 的任一子集 S (表示 n 人集合中的任一组合) 都对应着一个实值函数 $\nu(s)$, 满足:

$$\nu(\emptyset) = 0 \quad (1)$$

$$\nu(s_1 \cup s_2) \geq \nu(s_1) + \nu(s_2), s_1 \cap s_2 = \emptyset \quad (s_1 \subseteq I, s_2 \subseteq I) \quad (2)$$

称 $[I, \nu]$ 为 n 人合作对策, ν 称为对策的特征函数。

通常情况下, 我们用 x_i 表示 I 中 i 成员从合作的最大效益 $\nu(I)$ 中应得到的一份收入。在合作 I 的基础上, 合作对策的分配用 $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ 表示。显然, 该合作成功必须满足如下条件:

$$\sum_{i=1}^n x_i = \nu(I) \quad (3)$$

$$\text{且: } x_i \geq \nu(i), i = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

在 Shapley 值法中, 合作 I 下的各个伙伴所得利益分配称为 Shapley 值, 并记作: $\Phi(\nu) = (\varphi_1(\nu), \varphi_2(\nu), \dots, \varphi_n(\nu))$, 其中 $\varphi_i(\nu)$ 表示在合作 I 下第 i 成员所得的分配, 可由下式求得:^[7,8]

$$\varphi_i(\nu) = \sum_{s \in s_i} w(|s|) [\nu(s) - \nu(s \setminus i)], i = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

$$w(|s|) = \frac{(n - |s|)! (|s| - 1)!}{n!} \quad (6)$$

其中, s_i 是集合 I 中包含成员 i 的所有子集, $|s|$ 是子集 S 中的元素个数, n 为集合 I 中的元素个数, $w(|s|)$ 可看成是加权因子。 $\nu(s)$ 为子集 S 的效益, $\nu(s \setminus i)$ 是子集 S 中除去企业 i 后可取得的效益。式(5)、(6)证明从略。

3 Shapley 值法在动态联盟利益分配中的应用

3.1 应用实例

在动态联盟中, 原本相互独立的企业彼此进行核心能力的优化整合, 以追求经济利益的最大化, 因此, 动态联盟的经济活动可看成是多人合作问题, 联盟伙伴的利益分配可看成是多人合作对策的利益分配问题, 因而可用 Shapley 值法来解决。

在 Shapley 值法模型中, I 可看成 n 个企业的联盟体, S 为 I 中若干企业合作的联盟子集, S_i 是 I 中

包含企业 i 的所有联盟子集, $\nu(s)$ 为联盟子集 S 产生的效益。 $\nu(s \setminus i)$ 是在子集 S 中除去企业 i 将会产生的效益 (从 $\nu(s)$ 与 $\nu(s \setminus i)$ 的差值中可看出企业 i 对子集 S 的效益所作贡献的大小)。举例如下:

假设有 A、B、C 三家企业, 如单干, 则每企业获利 5 万元, 如 A、B 联合, 则可获利 35 万元, 如 A、C 联合, 则可获利 25 万元, 如 B、C 联合, 则可获利 20 万元, 如 A、B、C 联合, 则可获利 50 万元。

如均分, 则每企业分得 16.7 万元。但这种大锅饭式的分配方案不能调动三企业的积极性, 且 A、B 企业认为 33.4 万元小于 A、B 两家企业联合产生的效益, 因此可能不愿加入联盟。那么如何分配这 50 万元才合理呢? 尝试用 Shapley 值法解决这一问题。

将 A、B、C 三企业的联盟记为 $I = \{1, 2, 3\}$, 并记各自独立经商获利 $\nu(1) = \nu(2) = \nu(3) = 5$ 万元, 求得有企业 A 参与的所有合作形式的集合 $S_1 = \{1, 1 \cup 2, 1 \cup 3, 1 \cup 2 \cup 3\}$ 。由题意, $\nu(1 \cup 2) = 35$, $\nu(1 \cup 3) = 25$, $\nu(2 \cup 3) = 20$, $\nu(1 \cup 2 \cup 3) = 50$ 。按 Shapley 值法求 $\Phi(\nu)$ 的值, 动态联盟伙伴企业 1 的分配利益 $\varphi_1(\nu)$ 的计算如表 1 所示。

表 1 动态联盟中伙伴企业 1 的分配利益
 $\varphi_1(\nu)$ 计算表

S_1	1	1U2	1U3	1U2U3
$\nu(s)$	5	35	25	50
$\nu(s \setminus 1)$	0	5	5	20
$\nu(s) - \nu(s \setminus 1)$	5	30	20	30
$ s $	1	2	2	3
$w(s)$	1/3	1/6	1/6	1/3
$w(s) [\nu(s) - \nu(s \setminus 1)]$	5/3	5	10/3	10

将表格最后一行相加, 得 $\varphi_1(\nu) = 20$ 万元, 同理可得 $\varphi_2(\nu) = 17.5$ 万元, $\varphi_3(\nu) = 12.5$ 万元。容易验证, $\varphi_1(\nu) + \varphi_2(\nu) + \varphi_3(\nu) = 50$, 且 $\varphi_1(\nu)$ 、 $\varphi_2(\nu)$ 、 $\varphi_3(\nu)$ 均大于 5 万元, 并且, $\varphi_1(\nu) + \varphi_2(\nu) > 35$ 万元, $\varphi_1(\nu) + \varphi_3(\nu) > 25$ 万元, $\varphi_2(\nu) + \varphi_3(\nu) > 20$ 万元。因此三家合作得到的效益比单独一家或任意两家合作得到的效益多, 于是三家加入联盟的积极性比较高, 联盟的稳定性也比较好。

3.2 实例分析

上例的已知条件中, B 与 C 合作得 20 万元, B 与 A 合作能得 35 万元, 可见, A 对 B 产生经济效益的重要性比 C 强。另外, C 与 A 合作得 25 万元, 而 C 与 B 合作只能得 20 万元, 可见, A 对 C 也比 B 对 C 重要。显然, A 在最后的三家合作产生的 50 万元

中利益分配的比重应该大一些,以突出它比其余两家更强的核心竞争力和在三家合作中的重要程度。在 Shapley 值法分配策略中,考虑了各伙伴对联盟产生经济效益的重要程度(从 $v(s) - v(s \setminus i)$ 的值可看出企业 i 对于集 S 的效益所作贡献的大小),并以此为分配依据进行利益分配。容易验证,上述结论与实际算出的结果相符,A 最后分得的利润为 20 万元大于 B 分得的 17.5 万元和 C 分得的 12.5 万元。

从上例中可以看出,用 Shapley 值法进行动态联盟的利益分配,避免了平均分配、吃大锅饭的现象,调动了各盟员企业的积极性。同时,因为企业投资的大小只是决定联盟产生经济效益大小的一个方面,企业对联盟经济效益的决定作用还应该体现在研发、生产、营销等其它各种核心竞争力上,因此基于各企业在联盟中的重要程度来进行利益分配的 Shapley 值法也比仅仅按投资比例进行的利益分配方法更具合理性。

但是,用 Shapley 值法进行利益分配也有它的不足之处。比如,它没有考虑各伙伴在合作过程中承担的风险问题。在激烈的市场竞争中,风险是无处不在的。对承担风险大一些的企业,适当增加它在利益分配中的比重是合理的。在实践中,已有一些企业采取动态联盟经营战略,然而存在的问题较多,其主要原因是多数联盟没有设计出一套科学合理的伙伴间风险分担和利益分配方案,因而影响了动态联盟的健康发展^[5]。因此,有必要对动态联盟对象间的风险分担问题进行研究,以保持联盟对象间合作关系的相对稳定性,减少联盟对象的损失和资源浪费。可以采用系统分析中对非定量事件作定量分析的简便、有效的层次分析法(AHP 法)^{[6]-[7]}来计算联盟合作过程中各伙伴所承担的风险,把各种风险量化为具体的基于风险的利益分配权重指标,称为风险因子。现在这方面的文献比较多,在这里我们就不作具体讨论了。我们要讨论的是风险因子计算出来之后,如何去修正基于 Shapley 值法的利益分配方案。

4 对 Shapley 值法进行利益分配的算法修正

在上述用 Shapley 值法解决动态联盟伙伴的利益分配问题中,没有考虑伙伴在经营过程中承担的风险问题,即假设伙伴的经营风险是均等的,也就是说,对于经济活动集合 $I = \{1, 2, \dots, n\}$,合作伙伴

承担的风险均为: $\bar{R} = \frac{1}{n}$, 即每个成员企业都承担 $\frac{1}{n}$ 的风险。显然,这是一种理想情况,现实经济活动中几乎是不可能的。于是,我们必须对上述算法做出必要的修正,使它更符合实际情况。

由前面的分析知,在动态联盟合作过程中,合作的总体利益为 $v(I)$, 在考虑风险均等因素的理想情况下,单个伙伴获得的利益分配为 $v(i)$ 。

设实际情况中单个伙伴分得的利益为 $v(i)'$, 伙伴实际承担的风险为 $R_i, i = 1, 2, \dots, n, R_i$ 与均担风险的差值为: $\Delta R_i = R_i - \frac{1}{n}$, 则 $\sum_{i=1}^n R_i = 1$, 且 $\sum_{i=1}^n \Delta R_i = 0$ 。其中, ΔR_i 表示了伙伴在实际合作过程中承担的风险与理想情况下的风险差值。于是应给予该企业的实际利益分配修正量为: $\Delta v(i) = v(I) \times \Delta R_i$, 则实际分配利益为 $v(i)' = v(i) + \Delta v(i)$ 。

具体修正方案即为:

当 $\Delta R_i \geq 0$ 时,表示伙伴在实际合作中承担的风险比理想情况下高,于是应给予它多的利益分配,利益增值为: $\Delta v(i) = v(I) \times |\Delta R_i|$, 即该伙伴企业实际分得利益为: $v(i)' = v(i) + \Delta v(i)$ 。

同理,当 $\Delta R_i \leq 0$ 时,表示伙伴在实际合作中承担的风险比理想情况低,于是应从原来分得的利益中扣除相应的部分: $\Delta v(i) = v(I) \times |\Delta R_i|$ 。即该伙伴企业实际分得的利益为: $v(i)' = v(i) - |\Delta v(i)|$ 。

$$\text{显然, } \sum_{i=1}^n v(i)' = \sum_{i=1}^n [v(i) + v(I) \times \Delta R_i] = \sum_{i=1}^n [v(i) + v(I) \times \sum_{i=1}^n \Delta R_i] = \sum_{i=1}^n v(i) = v(I)。$$

在上例中,假设已有 AHP 法求得三企业各自的风险因子为: $R_1 = 0.2, R_2 = 0.4, R_3 = 0.4$, 于是可算出: $\Delta R_1 = -\frac{2}{15}, \Delta R_2 = \frac{1}{15}, \Delta R_3 = \frac{1}{15}, v(1)' = 13.4$ 万元, $v(2)' = 20.8$ 万元, $v(3)' = 15.8$ 万元。在利益分配时既考虑了各企业核心竞争力对合作利益产生的重要程度又考虑了风险因素对利益分配的影响,使最后的分配结果更公道、合理。

5 小结

动态联盟的利益分配是一个复杂问题,在现有的各种利益分配决策方法中均存在许多实际问题需要研究、解决。当然,用 Shapley 值及其修正算法来分配动态联盟中的伙伴利益也存在一些问题。比

如, Shapley 值法的应用需要有动态联盟的成员间各种组合的具体效益值, 即要有 $v(1 \cup 2) = 35$, $v(1 \cup 3) = 25$, $v(2 \cup 3) = 20$ 等具体数据, 以便利益分配时能从中获知各伙伴企业在联盟中的地位, 确立分配的权重。笔者认为, 如果各种组合取得效益的实际数值的获得有困难, 可以通过模糊数学、神经网络、遗传算法或 AHP 等方法比较各家企业各项竞争力的指标强弱来估算各种组合的可能效益, 从而得出 Shapley 值法所需数据并进行利益分配, 最后再经过风险因子的修正得到满意的结果。

组建动态联盟战略是适应多变的外部环境、提高自身敏捷性、增强企业竞争能力的一条必由之路。为了提高动态联盟各方合作的稳定程度, 有必要对合作的利益分配结构进行深入研究, 进行利益分配的适应性调整, 使得成员企业能够相互支持, 实现资源与核心能力的共享与互补。本文分析了用 Shapley 值法分配联盟伙伴利益的过程、利弊, 并提出了修正方案, 从实例中可以看出, 修正后的结果更

具有真实性。

参考文献:

- [1] Nagel R.N., etc. 21st Century Manufacturing Enterprise Strategy[R]. Iacocco Institute, Lehigh University, Bethlehem, 1992.
- [2] Carnarinha - Matos L.M., etc. Hierarchical Coordination in Virtual Enterprise Infrastructure[J]. Journal of Intelligent and Robotic System, 1999, 26: 267 - 287.
- [3] 杨建华, 薛恒新, 吴炎太. 基于虚拟产业群的虚拟企业与企业虚拟化研究[J]. 中国机械工程, 2002, 13(21): 1841 - 1844.
- [4] 姜启源. 数学模型[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001
- [5] 张青山, 郑国用, 赵忠华. 虚拟企业风险分析模型[J]. 工业技术经济, 2001, (1): 37 - 38.
- [6] 赵恒峰, 邱苑华, 王新哲. 风险因子的模糊综合评判法[J]. 系统工程理论与实践, 1997, (7): 93 - 96.
- [7] 张青山, 郑国用, 赵忠华. 虚拟企业联盟对象间的风险分担和利益分配[J]. 商业研究, 2001(1): 31 - 33.

The Strategy of Profit Allocation among Partners in Dynamic Alliance Based on the Shapley Value

DAI Jian - hua, XUE Hen - xin

(Institute of Economics & Management, Nanjing University of Science & Technology, Nanjing 210094, China)

Abstract: The dynamic alliance is considered as the most promising organizational structure of the 21st century. It enhances competitive forces and makes enterprises respond to unpredictable changes of the market better. But as a new organizational form, it also has many problems to be studied. One of those is profit allocation. This paper introduces the Shapley Value algorithm and applies it to the profit allocation among cooperation partners in the dynamic alliance. Besides these, some good qualities and shortcomings are also analyzed in the paper. A modified method based on venture is presented to improve the algorithm in the end.

Key words: dynamic alliance; Shapley Value algorithm; profit allocation; modified method