

考虑公平关切的服务供应链协调契约

柳 键, 舒斯亮

(江西财经大学 信息管理学院, 南昌 330013)

摘 要: 针对服务集成商公平关切行为, 建立了服务提供商和服务集成商的博弈模型, 分析论证了批发价契约无法实现服务供应链协调的问题, 探讨了“成本共担+收入共享”组合式契约协调的有效性. 研究表明, 成本共担契约和收入共享契约都无法实现服务供应链的协调, 而组合式契约不仅能有效协调服务供应链, 且协调具有一定柔性, 但随着服务集成商公平关切程度的增加, 服务提供商与服务集成商的协调空间变小, 协调柔性减弱, 且对服务提供商更不利.

关键词: 服务供应链; 公平关切; 协调; 订购量; 努力水平

中图分类号: F272.3

文献标志码: A

Coordination contract of service supply chain considering fairness concerns

LIU Jian, SHU Si-liang

(School of Information Technology, Jiangxi University of Finance and Economics, Nanchang 330013, China.
Correspondent: LIU Jian, E-mail: liujian3816@263.net)

Abstract: Considering fairness concerns of the service integrator, a game model of the service provider and the service integrator is established. The analysis demonstrates that the wholesale price contract can't realize the service supply chain coordination. Therefore, a combined contract of "cost sharing and revenue sharing" is presented to coordinate the service supply chain, and its effectiveness is discussed. The study results show that: the contract of cost sharing and revenue sharing can't achieve the coordination of service supply chain, the combined contract can't only coordinate the service supply chain, and also its coordination has flexibility. But with fairness concerns of the service integrator increasing, the negotiation space of the service provider and the service integrator becomes small, and the coordination flexibility will gradually weaken and more unfavorable for the service provider.

Keywords: service supply chain; fairness concerns; coordination; order quantity; effort level

0 引 言

近年来, 随着服务行业的快速发展, 越来越多的人关注到服务供应链的效率问题, 而如何设计服务供应链节点企业之间的契约并实现协调对于提高服务供应链效率至关重要. 目前, 在服务供应链的协调过程中, 运用比较多的契约主要有收入共享契约、成本共担契约、回购契约和风险共担契约等. 就已有的相关文献而言, 契约在协调中的应用能够起到明显改善企业绩效的作用. 例如, 鲁其辉^[1]通过成本共担契约提高了服务供应链的总利润, 并实现了服务供应链的协调; 李新明等^[2]通过收入共享契约有效协调了应用服务供应链, 使其达到最优绩效, 并改进了应用服务供

应链节点企业的收益; Demirkan等^[3]研究了信息共享下服务提供商与服务集成商之间的风险分担的协调问题, 研究表明, 风险共担策略可以增加服务供应链的利润.

以上文献假定决策者是完全理性的, 即决策者以追求利润最大化为目标. 然而, 行为研究者发现, 在现实生活中, 人们在决策过程中往往对公平表现出极大的关注, 即具有公平关切行为特征, 因此违背了理性人的假设^[4]. 例如, Guth等^[5]在设计最后通牒博弈中发现, 人们除了关注本身利益外, 对他人利益也同样表现出极大的关注; Kahneman等^[6]研究表明, 顾客和员工在价格和薪水方面表现出公平关切行为, 且该

收稿日期: 2013-12-09; 修回日期: 2014-05-23.

基金项目: 国家自然科学基金项目(71261006); 江西省社会科学规划项目(11GL05).

作者简介: 柳键(1964—), 男, 教授, 博士生导师, 从事运营与供应链管理等研究; 舒斯亮(1981—), 男, 讲师, 博士, 从事运营与供应链管理的研究.

行为会对厂商的决策产生一定的影响. 公平关切是指供应链成员在利益分配时, 若感到不公平, 则以己方利益受损为代价, 采取行动以达到惩罚对方的目的^[7]. 就服务供应链的运营而言, 服务供应链各节点企业同样存在公平关切行为, 当其所获得的利润与公平的利润份额之间存在差异时, 将会感受到不公平性, 且该不公平性心理将对其决策产生一定的影响. 例如, 在对某民营快递公司进行的调研中发现, 该公司在经营初期为了追求更多的利润, 过多地向加盟点收取了加盟费、起运费、面单费和管理费等, 使得加盟点在获利方面感受到不公平, 此公平关切心理影响了服务供应链的服务质量, 在此阶段顾客对服务质量的投诉较多. 快递公司在后续的工作中对其收费进行了调整, 使得利润在渠道成员之间的分配更加趋向于公平, 服务供应链的服务质量也有了较大提高, 顾客的投诉有所减少. 尽管只针对快递服务业进行了调研, 但对于其他服务行业, 也同样存在公平关切行为. 比如在养老服务业中, 政府在财政补贴方面倾向于公办养老机构, 使得民办养老机构与公办养老机构的利润差距较大, 这种利润分配的不公平性降低了民办养老机构经营的积极性, 导致民办养老机构投资状况较差. 综上所述, 公平关切普遍存在于服务行业之中.

目前国内外学者也针对公平关切在供应链协调中的应用进行了一些研究: 张岳平等^[8]在考虑零售商公平关切的情形下, 研究了回购契约、收益共享契约和联合契约的供应链协调问题, 研究结果表明, 3种契约均能实现供应链的协调, 但联合契约可使系统更有效地协调; 毕功兵等^[9]研究了不利不公平厌恶和有利不公平厌恶两种情形下批发价契约协调供应链的问题, 研究结果表明, 在有利不公平厌恶下, 批发价契约可以提高供应链的整体利润并更好地协调供应链; 谭佳音等^[10]研究了基于渠道竞争和品牌竞争的供应链协调问题, 得出零售商公平关切行为会对收益共享契约协调供应链的效果产生一定的影响; Ozgun等^[11]指出供应链成员具有公平偏好时, 可以通过简单的批发价格达到供应链的协调; Yang等^[12]研究了分销渠道协调问题, 提出了当零售商具有公平关切行为时, 模型参数满足一定条件, 可以实现分销渠道协调; 陈兆波等^[13]研究了在零售商的公平关切下数量折扣契约协调供应链的情形, 分析了公平关切系数变化对数量折扣契约的影响.

以上文献都是在产品供应链协调中引入了公平关切行为, 而就现有文献检索而言, 目前很少有文献在协调服务供应链的同时考虑公平关切行为倾向. 鉴于此, 本文将公平关切引入服务供应链的协调中. 首先通过构建服务提供商和服务集成商的博弈模型分

析论证了批发价契约无法实现服务供应链协调; 然后提出了采用“成本共担+收入共享”的组合式契约来协调服务供应链, 同时探讨了成本共担、收入共享两种单一契约的服务供应链协调问题; 最后通过算例分析了公平关切系数变化对组合式契约产生的影响, 从而为服务供应链节点企业的决策提供支持.

1 问题描述与模型假设

考虑服务提供商与服务集成商所组成的两级服务供应链, 服务提供商是公平中性的, 而服务集成商具有公平关切行为特征. 在服务供应链的运作过程中, 服务提供商作为服务的提供方, 假定其服务能力足够大且不会出现服务能力不足的情形. 对于服务集成商而言, 它会根据客户多样化的服务需求, 通过自身努力对服务进行定制化设计, 并将设计好的各种服务外包给专业化的服务提供商, 同时对各种服务要素和环节进行整合, 并进行全程管理, 最终为下游客户提供集成化服务. 这样将有助于改善服务质量, 但服务集成商也会付出一定的努力成本.

针对上述问题, 本文作如下假设:

1) 假定服务提供商和服务集成商有限理性, 双方的所有信息都是共同知识.

2) 假定服务提供商的服务成本为 c , 服务批发价格为 w .

3) 假定服务集成商的努力水平为 x , 努力成本为 $u(x)$, 且 $\frac{\partial u(x)}{\partial x} > 0$, $\frac{\partial^2 u(x)}{\partial x^2} > 0$. 服务集成商订购的服务量为 q , 并以价格 p 销售给最终客户, p 为外生变量, 由市场决定.

4) 假定服务供应链的服务质量为 S , S 是关于服务集成商努力水平 x 的函数, 记为 $S(x)$, 且存在 $\frac{\partial S(x)}{\partial x} > 0$. 这表明随着服务集成商努力水平的增加, 服务供应链的质量会上升.

5) 一般而言, 根据服务行业的特性, 影响顾客购买服务的主要因素包括购买服务的价格及其相关服务质量. 借鉴相关文献^[14-15], 不妨假定服务集成商的需求函数为 $d = a - \beta p + \rho S(x) + \varepsilon$. 其中: $a > 0$ 为服务市场规模; $\beta > 0$ 为需求对价格的敏感系数; $\rho > 0$ 为需求对服务质量的敏感系数; ε 为需求随机扰动因子, 并假定在 $[-b, b]$ 上服从概率密度 $f(\varepsilon)$, 分布函数为 $F(\varepsilon)$ 分布, 且 $F(\varepsilon)$ 为连续、可微、单调递增函数.

6) 当服务集成商订购量大于市场需求量时, 会出现服务量过剩的现象. 由于服务的易逝性特点, 本文不考虑其残值. 当服务集成商订购量小于市场需求量时, 会出现服务量不足的现象. 假定每个单位服务需求的机会成本为 g .

其他相关符号: 服务提供商、服务集成商和服务供应链的整体利润分别为 Π_S 、 Π_I 、 Π ; 公平关切下服务集成商的效用为 $U(\Pi_I)$; 服务集成商的期望服务销售量为 $V(q, x)$; 服务集成商订购服务不足时的期望服务损失量为 $L(q, x)$; 上标 sc 表示集中决策情形; 上标 d 表示公平关切下批发价契约情形; 上标 c 表示公平关切下成本共担的收入共享契约情形.

由上述假设可知: 当 $q = a - \beta p + \rho S(x) + \varepsilon$ 时, 即 $\varepsilon_0 = q - (a - \beta p + \rho S(x))$ 时, 需求等于服务订购量, 供需达到平衡; 当 $\varepsilon \in [-b, \varepsilon_0]$ 时, 需求小于服务订购量, 出现服务过剩的现象; 当 $\varepsilon \in [\varepsilon_0, b]$ 时, 需求大于服务订购量, 出现服务损失的现象.

服务集成商期望服务销售量为

$$V(q, x) = \int_{-b}^{\varepsilon_0} [a - \beta p + \rho S(x) + \varepsilon] f(\varepsilon) d\varepsilon. \quad (1)$$

服务集成商订购服务量不足时的期望服务损失量为

$$L(q, x) = \int_{\varepsilon_0}^b [a - \beta p + \rho S(x) + \varepsilon - q] f(\varepsilon) d\varepsilon. \quad (2)$$

2 模型分析

2.1 服务供应链的集中决策分析

在集中决策服务模型中, 服务提供商和服务集成商信息完全共享, 并进行统一决策, 以追求服务供应链整体利润的最大化, 即确定最优的努力水平 x 和服务订购量 q .

服务集成商的期望利润为

$$\Pi_I = pV(q, x) - wq - gL(q, x) - u(x). \quad (3)$$

服务提供商的利润为

$$\Pi_S = (w - c)q. \quad (4)$$

服务供应链的整体利润为

$$\begin{aligned} \Pi &= \Pi_I + \Pi_S = \\ &pV(q, x) - cq - gL(q, x) - u(x). \end{aligned} \quad (5)$$

将式(5)对 q 求一阶导数, 并令其等于 0, 可得集中决策下的最优服务订购量 q^{sc} 满足如下等式:

$$\frac{p - c + g}{p + g} = F(q - (a - \beta p + \rho S(x))). \quad (6)$$

将式(5)对 x 求一阶导数, 并令其等于 0, 可得集中决策下的最优努力水平 x^{sc} 满足如下等式:

$$\begin{aligned} [(p + g)\rho F(q - (a - \beta p + \rho S(x))) - \rho g] \frac{\partial S(x)}{\partial x} = \\ \frac{\partial u(x)}{\partial x}. \end{aligned} \quad (7)$$

将式(6)和(7)联立可求解集中决策下最优服务订购量和最优努力水平.

2.2 公平关切下服务供应链的协调分析

在考虑公平关切的情形下, 为了简化计算, 本文借鉴文献[7]的做法, 认为供应链系统决策者面对同

等利润和损失的敏感程度是一样的, 即直线型. 通过引入参考点来刻画公平关切效用函数, 并以对方获取的利润作为自己利润的参考点来判断其获利的公平性. 本文在考虑服务集成商公平关切行为时, 以服务提供商获得的利润作为其参考点, 并假定在决策过程中: 服务提供商为领导者; 服务集成商为追随者; 服务提供商首先确定服务的批发价格; 服务集成商在观察到服务提供商的服务批发价格的基础上, 确定服务订购量和努力水平, 双方构成 Stackelberg 博弈.

2.2.1 基于批发价契约的协调分析

在批发价契约下, 服务集成商的期望利润为

$$\Pi_I^d = pV(q, x) - wq - gL(q, x) - u(x). \quad (8)$$

在批发价契约下, 服务提供商的利润为

$$\Pi_S^d = (w - c)q. \quad (9)$$

在批发价契约下, 公平关切服务集成商的效用为

$$\begin{aligned} U^d(\Pi_I^d) &= \Pi_I^d - \lambda(\Pi_S^d - \Pi_I^d) = \\ &(\lambda + 1)[pV(q, x) - wq - gL(q, x) - u(x)] - \lambda(w - c)q. \end{aligned} \quad (10)$$

其中: $\lambda > 0$ 为公平关切系数, 当 $\lambda = 0$ 时, 服务集成商为公平中性的. 由上式可以看出, 服务集成商的效用包括两部份: 一部分为服务集成商所获得的利润, 另一部份为公平关切行为给服务集成商带来的效用.

将式(10)对 q 求一阶导数, 令其等于 0, 可得批发价契约下服务集成商的最优服务订购量 q^d 满足如下等式:

$$\begin{aligned} \frac{(\lambda + 1)(p - w + g) - \lambda(w - c)}{(\lambda + 1)(p + g)} = \\ F(q - (a - \beta p + \rho S(x))). \end{aligned} \quad (11)$$

将式(10)对 x 求一阶导数, 令其等于 0, 可得批发价契约下服务集成商的最优努力水平 x^d 满足如下等式:

$$\begin{aligned} [(p + g)\rho F(q - (a - \beta p + \rho S(x))) - \rho g] \frac{\partial S(x)}{\partial x} = \\ \frac{\partial u(x)}{\partial x}. \end{aligned} \quad (12)$$

将式(11)和(12)联立可求解批发价契约下最优服务订购量和最优努力水平.

命题 1 在考虑公平关切的情形下, 批发价契约不能实现服务供应链的订购量与努力水平的同时协调, 且其协调性与公平关切系数无关.

证明 在考虑公平关切的情形下, 若要批发价契约实现服务供应链的订购量与努力水平的同时协调, 则必须满足条件: $q^{sc} = q^d$, $x^{sc} = x^d$. 现利用反证法对其进行证明, 先假设批发价实现了服务供应链的协调, 则必须满足下述 2 个条件: 1) 式(6)与(11)等价; 2) 式(7)与(12)等价. 通过对比容易看出式(7)与(12)等价, 即条件 2) 显然成立, 所以只要判断条件

1)是否成立即可. 若要保证条件1)成立, 则必须满足如下等式:

$$\frac{p-c+g}{p+g} = \frac{(\lambda+1)(p-w+g) - \lambda(w-c)}{(\lambda+1)(p+g)}. \quad (13)$$

对式(13)求解可得 $w=c$. 在批发价契约下, 为了保证服务提供商具有一定的收益, 必须满足条件 $w > c$, 这与求解结果矛盾, 所以原假设不成立, 即批发价契约无法实现服务供应链的协调. 根据协调情形下的求解结果可知, 服务供应链能否实现协调与公平关切系数无关. \square

2.2.2 基于组合式契约的协调分析

由第2.2.1节可知, 在批发价契约下, 服务供应链不能实现订购量与努力水平的同时协调, 鉴于此, 本文提出了“成本共担+收入共享”组合式契约, 并对服务供应链的协调进行了研究, 同时对成本共担、收入共享两种单一契约在服务供应链协调中的应用也进行了相关分析认证. 假定组合式契约的相关因子为 $\{w, l_1, l_2\}$. 其中: w 为组合式契约下服务批发价格; l_1 为服务集成商保留其销售收入的比例, $1-l_1$ 为服务提供商分享销售收入的比例; l_2 为服务集成商承担努力成本的比例, $1-l_2$ 为服务提供商承担努力成本的比例.

组合式契约下服务集成商的期望利润为

$$\Pi_I^c = l_1 p V(q, x) - l_2 u(x) - wq - gL(q, x). \quad (14)$$

组合式契约下服务提供商的期望利润为

$$\Pi_S^c = (w-c)q + (1-l_1)pV(q, x) - (1-l_2)u(x). \quad (15)$$

组合式契约下公平关切服务集成商的效用为

$$\begin{aligned} U^c(\Pi_I^c) &= \Pi_I^c - \lambda(\Pi_S^c - \Pi_I^c) = \\ & (2\lambda l_1 - \lambda + l_1)pV(q, x) - (\lambda + 1)gL(q, x) - \\ & (1 + 2\lambda)wq - (2\lambda l_2 - \lambda + l_2)u(x) + \lambda c q. \end{aligned} \quad (16)$$

将式(16)对 q 求一阶导数, 令其等于0, 可得组合式契约下服务集成商的最优服务订购量 q^c 满足如下等式:

$$\frac{(2\lambda l_1 - \lambda + l_1)p + (\lambda + 1)g - (1 + 2\lambda)w + \lambda c}{(2\lambda l_1 - \lambda + l_1)p + (\lambda + 1)g} = F(q - (a - \beta p + \rho S(x))). \quad (17)$$

将式(16)对 x 求一阶导数, 令其等于0, 可得组合式契约下服务集成商的最优服务订购量 x^c 满足如下等式:

$$\left\{ \frac{(2\lambda l_1 - \lambda + l_1)\rho p F(q - (a - \beta p + \rho S(x)))}{2\lambda l_2 - \lambda + l_2} + \frac{(\lambda + 1)\rho g F(q - (a - \beta p + \rho S(x)))}{2\lambda l_2 - \lambda + l_2} - \frac{(\lambda + 1)\rho g}{2\lambda l_2 - \lambda + l_2} \right\} \frac{\partial S(x)}{\partial x} = \frac{\partial u(x)}{\partial x}. \quad (18)$$

将式(17)和(18)联立求解, 可得组合式契约下最优服务订购量和最优努力水平.

当 $l_1 = 1, 0 < l_2 < 1$ 时, 组合式契约变为成本共担契约; 当 $l_2 = 1, 0 < l_1 < 1$ 时, 组合式契约变为收入共享契约. 接下来对这两种单一契约在服务供应链的协调方面的应用进行相关分析, 得到如下命题.

命题2 在考虑公平关切的情形下, 成本共担契约和收入共享契约都无法实现服务供应链的协调.

证明 情形1: 成本共担契约协调服务供应链情形. 成本共担契约要实现服务供应链的协调, 就必须使得在该契约下服务供应链的最优订购量和最优努力水平与在集中决策下相等. 要使得成本共担契约下最优订购量与集中决策下最优订购量相等, 则需满足式(6)与(17)等价(其中式(17)为 $l_1 = 1, 0 < l_2 < 1$ 情形). 求解后可得服务集成商订购量协调时应满足的条件为

$$\frac{p-c+g}{p+g} = \frac{(\lambda+1)(p+g) - (1+2\lambda)w + \lambda c}{(\lambda+1)(p+g)}. \quad (19)$$

对式(19)求解可得 $w=c$, 记为条件 C_1 .

同时, 要使得成本共担契约下最优努力水平与集中决策下最优努力水平相等, 则需满足式(7)与(18)等价(其中式(18)为 $l_1 = 1, 0 < l_2 < 1$ 情形). 求解后可得服务集成商努力水平协调时应满足的条件为

$$\frac{(\lambda+1)\rho[(p+g)F(q - (a - \beta p + \rho S(x))) - g]}{2\lambda l_2 - \lambda + l_2} = (p+g)\rho F(q - (a - \beta p + \rho S(x))) - \rho g. \quad (20)$$

对式(20)求解可得 $l_2 = 1$, 记为条件 C_2 .

当满足条件 C_2 时, 为了保证服务提供商的利益, 必然存在 $w > c$, 即条件 C_1 和条件 C_2 无法同时成立, 所以成本共担契约无法实现订购量与努力水平的同时协调.

情形2: 收入共享契约协调服务供应链情形. 收入共享契约要实现服务供应链的协调, 就必须使得在该契约下服务供应链的最优订购量和最优努力水平与在集中决策下相等. 要使得收入共享契约下最优订购量与集中决策下最优订购量相等, 则需满足式(6)与(17)等价(其中式(17)为 $l_2 = 1, 0 < l_1 < 1$ 情形). 求解可得服务集成商订购量协调时应满足的条件为 $l_1 = \frac{(p+g)w - cg}{cp}$, 记为条件 C_3 .

同时, 为了实现努力水平的协调, 需令式(7)与(18)等价(其中式(18)为 $l_2 = 1, 0 < l_1 < 1$ 情形), 求解后可得 $l_1 = 1$, 记为条件 C_4 .

由上述分析可知, 收入共享契约要实现服务供应链的协调, 必须同时满足条件 C_3 和条件 C_4 . 当上述两个条件同时满足时, 存在 $w=c$. 而在 $l_1 = 1$ 情形下, 为了保证服务提供商的利益, 必然存在 $w > c$, 所以存

在矛盾,即收入共享契约无法实现服务供应链订购量与努力水平的同时协调。

综上所述,由情形 1 和情形 2 可知,在考虑公平关切的情形下,成本共担契约和收入共享契约都无法实现服务供应链的协调。□

由命题 2 可知,上述两个契约无法实现服务供应链的协调。下面论证组合式契约的有效性,并得到如下命题。

命题 3 在考虑公平关切情形下,若采用“成本共担+收入共享”的组合式契约协调服务供应链,则当组合式契约因子 $\{w, l_1, l_2\}$ 满足如下条件时,服务集成商的订购量与努力水平可以同时达到协调:

$$\begin{cases} l_1 c p = (p + g) w - c g, \\ l_2 [(p + g) F(q - (a - \beta p + \rho S(x))) - g] = \\ (l_1 p + g) F(q - (a - \beta p + \rho S(x))) - g. \end{cases} \quad (21)$$

证明同命题 2, 过程略。

由命题 3 可知,在公平关切情形下,当组合式契约因子满足式 (21) 时,服务供应链能够实现订购量与努力水平的同时协调,此时服务供应链整体达到最优状态,而对于单个服务提供商和服务集成商而言,该协调情形无法保证其所获得的利润大于批发价契约下(即分散决策情形下)各自获得的利润,所以为了使得服务提供商和服务集成商愿意提供并接受该契约,还必须满足如下条件:

$$\begin{cases} U^c(\Pi_I^c) \geq U^d(\Pi_I^d), \\ \Pi_S^c \geq \Pi_S^d. \end{cases} \quad (22)$$

此时该契约才有效。由此可得命题 4。

命题 4 在公平关切情形下,当“成本共担+收入共享”的组合式契约因子满足式 (21) 和 (22) 时,该契约能够实现服务供应链的有效协调。

由命题 3 和命题 4 可以看出,为了实现服务供应链的有效性协调,除了要实现服务供应链的订购量与努力水平的同时协调外,还必须保证该协调情形下服

务提供商和服务集成商所获得的利润大于批发价契约下各自获得的利润,因为只有满足上述条件,该协调关系才会更加牢固,此时服务提供商和服务集成商才会有意愿选择合作。

3 算例分析

为了更好地说明模型的应用,本节将通过具体算例对模型进行检验。假定服务集成商的努力成本函数为 $u(x) = \frac{1}{2}\eta x^2$, $\eta > 0$ 为努力水平成本系数;服务供应链的服务质量函数为 $S(x) = kx$, $k > 0$; 密度函数为 $f(\varepsilon) = \frac{1}{2b}$, ε 服从 $[-b, b]$ 上的均匀分布, $b > 0$ 。

3.1 公平关切对组合式契约协调的影响

在其他参数保持不变的前提下,公平关切系数变化对组合式契约协调的影响如表 1 所示。相关参数取值如下: $a = 600$, $b = 300$, $p = 28$, $c = 6$, $g = 1$, $\beta = 2$, $\rho = 2$, $\eta = 3$, $k = 1$ 。

通过 Matlab 软件计算可得,在集中决策下服务供应链的订购量为 $q^{sc} = 749.1954$,努力水平为 $x^{sc} = 14.6667$,服务供应链的整体利润为 $\Pi = 10863$ 。接下来探讨“成本共担+收入共享”的组合式契约下服务供应链的协调性问题,并分析公平关切系数变化所带来的影响。

由表 1 可以看出,在考虑公平关切的情形下,“成本共担+收入共享”的组合式契约下服务集成商的订购量为 $q^c = 749.1954$,努力水平为 $x^c = 16.6667$,这与集中决策情形相同,即组合式契约实现了订购量与努力水平的同时协调。就契约因子有效协调区间而言,随着公平关切系数的增加,契约因子有效协调区间的上限值和下限值都呈现上升趋势,这表明随着服务集成商公平关切程度的增加,要实现服务供应链的有效协调,服务批发价格、服务集成商保留销售收入的比例和承担努力成本的比例都会有所增加。由此可知,在服务提供商提供“成本共担+收入共享”的组合式契约的过程中,服务集成商的公平关切态度将对契约因子的取值产生较大的影响。

表 1 公平关切系数变化对组合式契约协调的影响

变量	λ					
	0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
x^c	16.6667	16.6667	16.6667	16.6667	16.6667	16.6667
q^c	749.1954	749.1954	749.1954	749.1954	749.1954	749.1954
w 有效协调区间	[0.9795, 3.2428]	[2.6535, 3.7693]	[2.9884, 3.9926]	[3.1319, 4.0883]	[3.2117, 4.1414]	[3.2624, 4.1750]
l_1 有效协调区间	[0.1334, 0.5240]	[0.4223, 0.6149]	[0.4801, 0.6534]	[0.5049, 0.6699]	[0.5186, 0.6791]	[0.5274, 0.6849]
l_2 有效协调区间	[0.1261, 0.5204]	[0.4177, 0.6121]	[0.4761, 0.6510]	[0.5011, 0.6677]	[0.5150, 0.6769]	[0.5238, 0.6828]
Π_S^d	5250	4248	3823	3641	3540	3476
$U^d(\Pi_I^d)$	1306	2611	3917	5222	6528	7833
Π_S^c 有效协调区间	[5250, 9557]	[4248, 6371]	[3823, 5734]	[3641, 5461]	[3540, 5309]	[3476, 5212]
$U^c(\Pi_I^c)$ 有效协调区间	[1306, 5613]	[2611, 8983]	[3917, 13477]	[5222, 17969]	[6528, 22460]	[7833, 26949]

为了进一步探讨公平关切系数变化对契约柔性和服务企业绩效的影响, 本文将通过图1和图2进行相关分析.

由表1的相关数据可得图1.

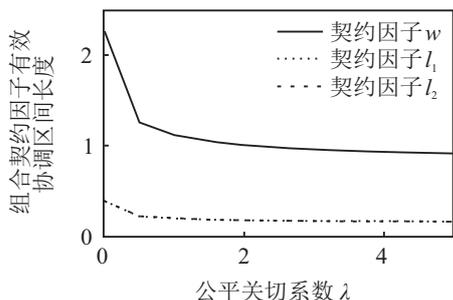


图1 公平关切系数对组合契约因子有效协调区间长度的影响

由图1可以看出, 在“成本共担+收入共享”的组合式契约有效协调服务供应链的过程中, 当 $\lambda = 0$ 时(即无公平关切情形), 组合式契约因子 w 、 l_1 、 l_2 的有效协调区间长度分别为2.2633、0.3906和0.3943, 且随着公平关切系数值从0增加到5, 契约因子有效协调区间长度将变小. 这表明组合式契约对服务供应链的协调具有一定的柔性, 但其柔性随着公平关切程度的增加会有所减弱. 因此, 对于服务提供商和服务集成商而言, 随着公平关切程度的增加, 其谈判空间会变小, 甚至当公平关切大到一定程度后, 可能会出现不存在谈判空间的情形, 此时服务供应链将无法实现有效协调. 由表1的相关数据可得图2.

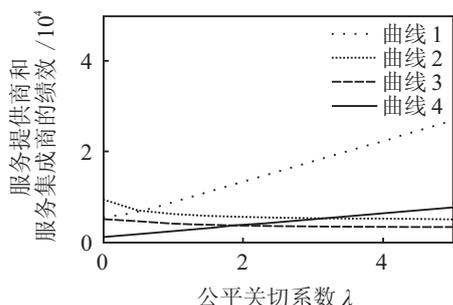


图2 公平关切系数变化对服务企业绩效的影响

在图2中: 曲线1为组合契约协调下服务集成商效用上限, 曲线2为组合契约协调下服务提供商利润上限, 曲线3为批发价契约下服务提供商利润或组合契约协调下服务提供商利润下限, 曲线4为批发价契约下服务集成商效用或组合契约协调下服务集成商效用下线.

由图2可以看出, 在组合式契约协调服务供应链的情形下, 服务提供商的利润和服务集成商的效用都存在一定的协调区间, 且服务提供商利润区间下限值等于批发价契约下服务提供商的利润, 服务集成商效用区间下限值等于批发价契约下服务集成商的效用, 即在组合式契约协调服务供应链时, 可以满足条

件 $\Pi_S^c > \Pi_S^d, U^c(\Pi_f^c) > U^d(\Pi_f^d)$. 这表明组合式契约不仅能实现服务供应链的协调, 也实现了服务提供商和服务集成商的Pareto改进. 除此之外, 随着公平关切程度的增加, 组合式契约下服务集成商的效用区间长度变大, 而服务提供商的利润区间长度变小, 就服务集成商和服务提供商谈判的角度而言, 服务集成商的谈判空间增大, 服务提供商的谈判空间缩小, 因此对服务提供商谈判不利.

综合图1和图2可知, 在服务供应链的协调过程中, 组合式契约因子的取值将对协调双方的利益产生一定的影响, 因此, 服务提供商和服务集成商可以通过谈判来调整契约因子 w, l_1, l_2 的取值, 从而实现服务供应链的总体利润在二者之间更加合理的分配, 这将有助于提高服务供应链协调的稳定性.

3.2 不同决策情形下服务价格对服务质量的影响

在其他参数不变的前提下, 集中决策和批发价契约两种情形下服务价格对服务质量的影响如表2所示. 相关参数值如下: $\lambda = 3, a = 600, b = 300, c = 6, g = 1, \beta = 2, \rho = 2, \eta = 3, k = 1$.

表2 不同决策情形下服务价格对服务质量的影响

变量	p					
	25	26	27	28	29	30
S^{sc}	12.6667	13.3333	14.0000	14.6667	15.3333	16.0000
S^d	2.6043	2.8428	3.0837	3.3271	3.5729	3.8212

由表2相关数据可得图3.

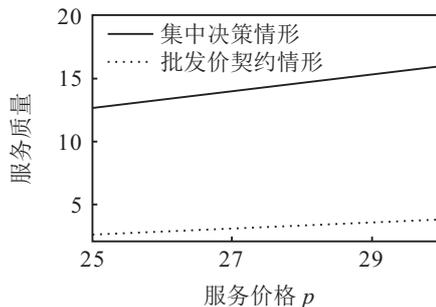


图3 服务价格对服务质量的影响

由图3可以看出, 随着服务销售价格的增加, 无论是集中决策情形还是批发价契约情形, 服务供应链的服务质量都有所增加, 但就增加的速度而言, 集中决策情形大于批发价契约情形. 换言之, 服务销售价格越高, 集中决策下服务供应链的服务质量增加越快, 与批发价契约情形相比, 集中决策情形下服务供应链的优势会更加明显, 此时通过组合式契约来协调服务供应链, 其协调价值越大.

4 结论

本文在考虑需求受服务价格和服务质量影响的基础上, 构建了公平关切情形下服务提供商和服务集成商的博弈模型, 探讨了集中决策和批发价契约两种

情形下服务供应链的决策问题,并设计了“成本共担+收入共享”的组合式契约来协调服务供应链的订购量和努力水平,并通过算例分析了公平关切系数变化对组合式契约协调的影响,得到如下主要结论:1)在考虑公平关切的情形下,批发价契约不能实现服务供应链的订购量与努力水平的同时协调,且其协调性与公平关切系数无关;2)成本共担、收入共享两种单一契约无法实现服务供应链的协调,通过采用“成本共担+收入共享”的组合式契约不仅能实现服务供应链的协调,同时也实现了服务提供商和服务集成商的 Pareto 改进,即该组合契约实现了服务供应链的有效协调;3)服务集成商的公平关切程度越高,组合式契约因子 w 、 l_1 、 l_2 的有效协调区间长度越小,此时契约对服务供应链协调的柔性会减弱,这表明服务提供商和服务集成商在就服务批发价格、销售收入分摊比例、努力成本分摊比例等方面谈判时,谈判空间将会变小,服务提供商与服务集成商达成协议的难度加大;4)服务集成商的公平关切程度越高,组合式契约有效协调情形下服务集成商的效用区间长度越大,服务提供商的利润区间长度越小,就双方谈判而言,服务集成商的谈判空间增大,服务提供商的谈判空间变小,因此对服务提供商谈判不利。

本文所设计的模型仅探讨了服务集成商在具有公平关切行为倾向下的服务供应链的协调问题,而对于服务提供商与服务集成商同时具有公平关切行为特征的协调问题尚有待于进一步研究。

参考文献(References)

- [1] 鲁其辉. 基于成本共担策略的服务供应链协调研究[J]. 控制与决策, 2011, 26(11): 1649-1653.
(Lu Q H. Coordinate with cost sharing strategy for service supply chain[J]. Control and Decision, 2011, 26(11): 1649-1653.)
- [2] 李新明, 廖貅武. 基于 ASP 模式的应用服务供应链协调分析[J]. 系统工程理论与实践, 2011, 31(8): 1489-1496.
(Li X M, Liao X W. Coordinatiton analysis on application service supply chain based on the ASP model[J]. Systems Engineering-Theory & Practice, 2011, 31(8): 1489-1496.)
- [3] Demirkan H, Cheng H K. The risk and information sharing of application service supply[J]. European J of Operation Research, 2008, 187(3): 756-784.
- [4] Fehr E, Schmidt K M. A theory of fairness, competition and cooperation[J]. Quarterly J of Economics, 1999, 114(3): 817-868.
- [5] Guth W, Schmittberger R, Schwarze B. An experimental analysis of ultimatum bargaining[J]. J of Economic Behavior and Organization, 1982, 3(4): 338-367.
- [6] Kahneman D, Knetsch J L, Thaler R. Fairness competition on profit seeking Entitlements in the market[J]. American Economics Review, 1986, 76(4): 728-741.
- [7] 杜少甫, 杜婵. 考虑公平关切的供应链契约与协调[J]. 管理科学学报, 2010, 13(11): 41-48.
(Du S F, Du C. Supply chain coordination considering fairness concerns[J]. J of Management Sciences in Chain, 2010, 13(11): 41-48.)
- [8] 张岳平, 石岩然. 考虑损失规避与公平关切的供应链协调问题[J]. 南京工业大学学报, 2011, 10(4): 69-73.
(Zhang Y P, Shi K R. Supply chain coordination in view of loss-aversion and fairness concerns[J]. J of Nanjing Industry University, 2011, 10(4): 69-73.)
- [9] 毕功兵, 瞿安民. 不公平厌恶下供应链的批发价格契约与协调[J]. 系统工程理论与实践, 2013, 33(1): 134-140.
(Bi G B, Qu A M. Supply chain coordination with wholesale price contract incorporating inequity aversion[J]. Systems Engineering-Theory & Practice, 2013, 33(1): 134-140.)
- [10] 谭佳音, 李波. 零售商公平关切对收益共享契约供应链协调作用的影响研究[J]. 华东经济管理, 26(6): 118-121.
(Tan J Y, Li B. Influence of retailer's fairness concerning behavior on coordination performance of revenue sharing contract[J]. East Chain Economic Management, 26(6): 118-121.)
- [11] Ozgun C D, Chen Y F, Li J B. Channel coordination under fairness concerns and nonlinear demand[J]. European J of Operational Research, 2010, 207(3): 1321-1326.
- [12] Yang J, Xie J X. Cooperative advertising in a distribution channel with fairness concerns[J]. European J of Operational Research, 2012, 209(3): 1-7.
- [13] 陈兆波, 孙嘉轶. 考虑公平关切的供应链协调策略研究[J]. 统计与决策, 2013, 29(13): 48-51.
(Chen Z B, Sun J Y. Coordination strategy of supply chain based on fairness concerns[J]. Statistics and Decision, 2013, 29(13): 48-51.)
- [14] 许明辉, 于刚, 张汉勤. 具备提供服务的供应链博弈分析[J]. 管理科学学报, 2006, 9(2): 18-27.
(Xu M H, Yu G, Zhang H Q. Game analysis in a supply chain with service provision[J]. J of Management Sciences in Chain, 2006, 9(2): 18-27.)
- [15] 姚树俊, 陈菊红, 张晓瑞. 基于服务能力的产品服务化供应链协调对策研究[J]. 软科学, 2011, 25(11): 56-60.
(Yao S J, Chen J H, Zhang X R. Research on coordination countermeasures in product servitization supply chain based on service capacity[J]. Soft Science, 2011, 25(11): 56-60.)