

진리장학금 프로그램

중간 결과 보고서

정보공유 정도가 공급사슬에 미치는 영향 및 정보공유의 신뢰성 향상
방법

산업경영공학부

2013170811

이성계

1. 서론

기존의 연구들에서 Retailer와 Supplier 간의 파트너십이 있는 경우에 공급사슬망에서 더 큰 이익을 얻을 수 있음이 증명되었다. 그렇기 때문에 공급사슬망에 대한 연구는 지속적으로 관심을 받았고 여러가지 계약에 대한 연구가 진행되어왔다. 대표적인 계약으로 Revenue Sharing, Buyback 등이 있다. 위의 두가지 계약을 통해 Retailer와 Supplier가 계약을 취하지 않았을 때 보다 더 많은 이익을 얻을 수 있다.

한편, 이러한 계약들의 치명적인 단점은 상대방에 대한 신뢰도에 따라 의사결정이 바뀐다는 점이다. 양쪽 다 정보를 100% 공유하면 문제가 되지 않지만, 내가 정보를 덜 공유하고 상대방의 정보를 모두 가져오면 나에게 더욱 더 이익이 되는 경우가 있기 때문에 정보 공유를 다하지 않을 수도 있고 이는 상대방도 마찬가지이다. 따라서 정보공유 정도, 즉 신뢰도로 인해 의사결정이 잘못 될 수 있음을 암시한다. 이러한 정보공유의 신뢰도 증가를 위해 '블록체인' 기술을 도입하는 방법을 본 연구에서 시행하려고 한다.

2. 문헌조사

여러가지 형태의 Supply Chain에서 최적의 납품가격, 구매 수량에 대한 연구가 이루어져왔다. 박해철[3]은 경쟁이 있는 공급사슬의 거래모형에서 최적의 납품가격을 어떻게 도출할 수 있는지 연구하였다. 경쟁사의 가격정책에 따라 본인의 가격정책도 영향을 받기 때문에 최종소비자 입장에서는 공급자끼리 경쟁이 있는 경우 더 합리적인 가격에 물건을 구매할 수 있음을 수학적으로 증명하였다. 또한 조건[7]은 수요가 가격에 대한 오목함수라고 가정하였다. 이때 공급사슬에서 파트너십을 유지한 경우와 유지하지 않은 경우 전체 이익을 비교하였고, 파트너십을 유지한 경우가 더 큰 이익이 남을 수학적으로 증명하였다.

한편 본 연구와 가장 큰 연관이 있는 연구로 [1]이정민, [8]Guangwen Kong 을 뽑을 수 있다. [1] 이정민의 경우 소매상의 비합리성으로 인해 공급자가 소매상이 주는 정보를 완전히 신뢰할 수 없는 경우 공급사슬의 수익공유 계약 설계를 어떻게 해야 하는지 분석하였다. 소매상의 경우 합리성이 떨어질수록 손실에 대해 민감하게 반응하고, 평균 수렴효과, 전망이론, 반품가에 대한 민감성 등의 비합리적인 의사결정을 하게 된다. 이러한 내용들을 반영할 수 있는 상수들을 다음과 같이 도입하여 수학적으로 최적의 공유 계약 모형을 설계 하였다. (α : 손실에 대한 민감도, β : 수익공유 비율에 대한 민감성, δ : 주문량과 실제수요의 차이를 감소시키려는 경향)

[8]Guangwen Kong의 경우 1팀의 Supplier와, 2팀의 Retailer가 있을 경우 정보 누출의 유무에 따라 공급사슬망 전체, 각각의 player들의 수익이 어떻게 되는지 분석하였다. 이 연구의 특이점은 단순히 두 팀의 Retailer가 있는 것이 아니라 Incumbent, Entrant 로 Retailer를 나누어 분석하였다는 점이다. 이미 Supplier와 거래를 하고 있던 Incumbent와 새롭게 시장에 진입하는 Entrant로 나누었고 각각의 player들의 decision이 무엇인지 분석하였고, Supplier가 정보를 누출하는 경우와

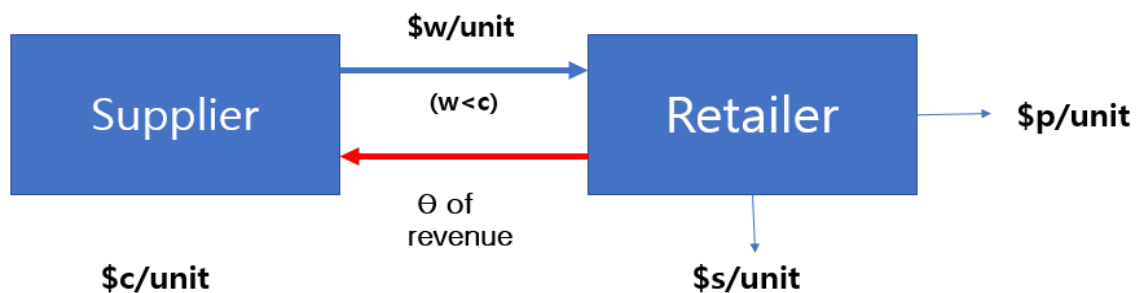
그렇지 않은 경우 어떤 전략을 취해야 하는지 분석하였고, 전체적으로 Supplier가 정보를 누출하는 경우와 그렇지 않은 경우 어떤 경우가 이익이 큰지 분석하였다.

본 연구에서는 소매상이 의도적으로 거짓정보를 주는 경우 공급사슬망이 어떻게 변화하고, 이러한 상황에서 공급자가 손해를 보지 않기 위해 어떠한 조치를 취해야 하는지에 대해 연구하고자 한다.

3. 연구모형

1) 기본 모형

일반적인 Revenue Sharing Contract 의 모형은 다음과 같이 도식화 할 수 있다.



c : 생산비용, w : 공급가격, s : 처분가격, p : 판매가격

Θ : 수익 공유 비율

Figure 1

위와 같은 모형에서 공급자(Supplier), 소매상(Retailer)의 기대수익은 다음과 같다.

$$\pi_S(Q^*) = (w - c)Q^* + \theta p \Delta(Q^*) = (w - c)Q^* + \theta p(Q^* - O(Q^*))$$

$$\begin{aligned} \pi_R(Q^*) &= (1 - \theta)p \Delta(Q^*) - wQ^* + s O(Q^*) = (1 - \theta)p(Q^* - O(Q^*)) - wQ^* + s O(Q^*) \\ &= ((1 - \theta)p - w)Q^* + (s - (1 - \theta)p)O(Q^*) \end{aligned}$$

$$\pi_T(Q^*) = \pi_S(Q^*) + \pi_R(Q^*) = (p - c)Q^* - (p - s)O(Q^*)$$

➔ 일반적인 경우 Total Revenue 가 증가하기 위해서는 p , Q^* , s 가 커져야 하고, c , $O(Q^*)$ 가 감소해야 한다.

$O(Q^*)$: expected over stock at retailer when the order quantity of the retailer is Q^*

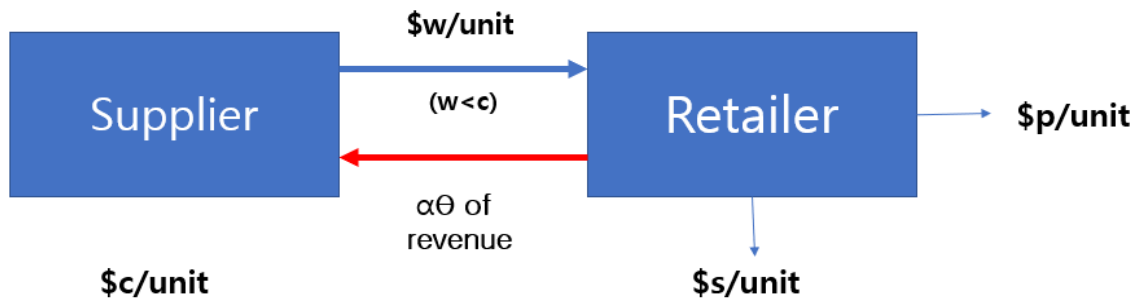
$$O(Q^*) = E(\max\{Q^* - D, 0\})$$

$\Delta(Q^*)$: expected sales at retailer when the order quantity of the retailer is Q^*

$$\Delta(Q^*) = E(\min\{Q^*, D\}) = Q^* - O(Q^*)$$

2) 소매상 수익공개를 제대로 하지 않은 경우

이제 위와 같은 기본적인 모형을 토대로 소매상이 공급자에게 정보를 clear 하게 공개 하지 않았을 때의 경우를 살펴보자. 소매상이 공급자에게 $\alpha(0 < \alpha < 1)$ 만큼의 판매정보만 공개하였다고 가정하면 다음과 같은 모형을 도식화 할 수 있다.



c : 생산비용, w : 공급가격, s : 처분가격, p : 판매가격

θ : 수익 공유 비율, α : 수익 공개 정도

Figure 2

위의 모형을 통해 공급자(Supplier), 소매상(Retailer)의 기대수익을 다음과 같이 유도 할 수 있다.

$$\pi_S(Q^{**}) = (w - c)Q^{**} + \alpha\theta p\Delta(Q^{**}) = (w - c)Q^{**} + \alpha\theta p(Q^{**} - O(Q^{**}))$$

$$\begin{aligned}\pi_R(Q^{**}) &= (1 - \alpha\theta)p\Delta(Q^{**}) - wQ^{**} + sO(Q^{**}) = (1 - \alpha\theta)p(Q^{**} - O(Q^{**})) - wQ^{**} + sO(Q^{**}) \\ &= ((1 - \alpha\theta)p - w)Q^{**} + (s - (1 - \alpha\theta)p)O(Q^{**})\end{aligned}$$

$$\pi_T(Q^{**}) = \pi_S(Q^{**}) + \pi_R(Q^{**}) = (p - c)Q^{**} - (p - s)O(Q^{**})$$

이때 수요가 정규분포라고 가정하면 최적의 주문량 Q^* , Q^{**} 는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$Q^* = F^{-1}\left(\frac{(1-\theta)p-w}{(1-\theta)p-s}\right), \quad Q^{**} = F^{-1}\left(\frac{(1-\alpha\theta)p-w}{(1-\alpha\theta)p-s}\right)$$

한편, $y = F^{-1}(x)$ 함수는 누적분포함수 이므로 증가함수이다. 그러므로 Q^* , Q^{**} 의 크기를 $\frac{(1-\theta)p-w}{(1-\theta)p-s}$ 과 $\frac{(1-\alpha\theta)p-w}{(1-\alpha\theta)p-s}$ 의 크기로 비교하여도 결과는 같다.

① $Q^* \geq Q^{**}$ 인 조건

$$\frac{(1-\theta)p-w}{(1-\theta)p-s} \geq \frac{(1-\alpha\theta)p-w}{(1-\alpha\theta)p-s}, \quad t_1 = (1-\theta)p, \quad t_2 = (1-\alpha\theta)p \quad \text{로 치환하여 식을 정리하면,}$$

$\theta p(w-s)(\alpha-1) \geq 0$ 이므로 w 와 s 의 크기에 따라 주문량의 크기가 정해진다.

i) $w \geq s$ 인 경우

$\alpha \geq 1$ 이면 $Q^* \geq Q^{**}$, α 의 값은 $(0 < \alpha < 1)$ 이므로 주어진 상황에서 $Q^{**} \geq Q^*$ 이다.

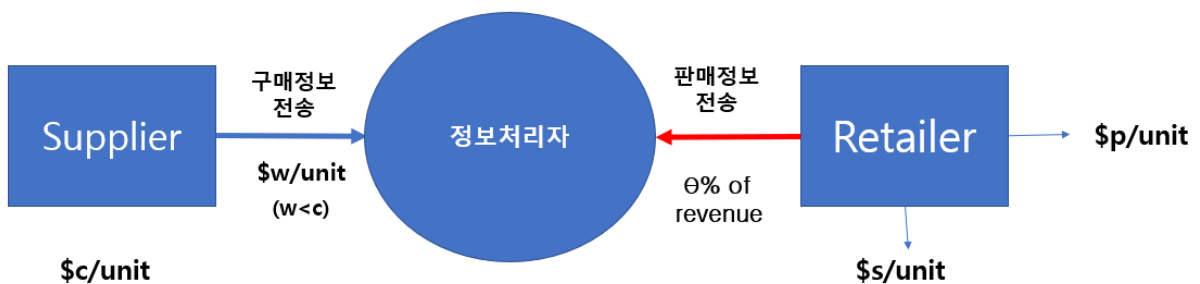
한편, $\pi_s(Q) = (w - c + \alpha\theta p)Q - \alpha\theta pO(Q)$ 에서 Q 가 증가하는 경우 Q 의 증가속도가 $O(Q)$ 의 증가속도 보다 훨씬 빠르므로 $\pi_s(Q)$ 값은 증가하게 된다. 따라서 공급자는 판매량 측면에서는 이익을 보고 Contract 측면에서는 손해를 보며 이부분에서 Trade-off가 발생한다.

ii) $w \leq s$ 인 경우

$\alpha \leq 1$ 이면 $Q^* \geq Q^{**}$, α 의 값은 $(0 < \alpha < 1)$ 이므로 주어진 상황에서 $Q^* \geq Q^{**}$ 이다. 이러한 경우 공급자는 판매량, contract 측면에서 모두 손해를 본다.

위의 i, ii 의 결론에 따라 공급자는 w 보다 s 를 큰 값으로 설정하여 소매상이 판매량을 속이지 못하도록 Trade-off 를 설정해야 본인의 피해를 최소화 할 수 있다.

3) 정보 중재자가 있는 경우



c : 생산비용, w : 공급가격, s : 처분가격, p : 판매가격

θ : 수익 공유 비율

Figure 3

2)에서 소매상이 정보공개를 clear 하게 하지 않는 경우 소매상이 공급사슬망에서 더 큰 이익을 갖을 수 있음을 확인하였다. 그렇기 때문에 공급자 입장에서는 조금 더 clear 한 정보공개를 요구

할 수 있고 이로 인해 정보처리자를 고용하는 것이 좋은 대안이 될 수 있다. 그러나 이러한 해결책의 치명적인 단점은 소매상과 정보처리자가 합심하여 거짓말을 하는 경우 이다.

따라서, 이러한 경우까지 공급자가 손해를 보지 않기 위해서, 거래장부를 모두에게 공개하는 방식의 블록체인을 이용하면 이러한 문제를 해결할 수 있다. 이러한 모형에 어떻게 블록체인 기술을 접목시킬지는 추후에 더 연구를 하고 진행하려고 한다.

4. 참고문헌

- [1] 이정민, 서용원(2016) : 소매상의 비합리성을 고려한 공급사슬의 수익 공유 계약 설계에 대한 연구 / 한국경영과학회지 제 41권 제2호
- [2] 이기열, 류광열, 문일경, 정무영(2011) 자율 재구성형 협업 공급망 프레임워크 및 기업간 신뢰 모델 기반 이익분배 전략 개발/ 대한산업공학회지,37(4), 323-330
- [3] 박해철, 안봉현(2012) 경쟁이 있는 공급사슬의 거래모형과 최적납품가격
- [4] 김형욱, 윤선희(2015) 공급사슬상의 파트너십이 공급사슬통합에 미치는 영향에 관한 연구 : 정보공유와 정보품질의 매개역할을 중심으로 / 韓國生産管理學會誌 第16卷 第1號 2005年 6月
- [5] 황석근, 조한혁 (1992). 디지털 서명과 해쉬함수. 정보보호학회지, 2(1), 23-29.
- [6] 이석진, 이병기 (2010). 공급사슬망에서 채찍효과를 줄이기 위한 수요예측정보 공유에 관한 연구. 한국경영과학회 학술대회논문집, 1316-1326.
- [7] 조건, 소순후 (2006). 공급사슬 파트너십 하에서 공급자-구매자 이익공유와 가격결정 정책에 대한 계량모형. 한국경영과학회지, 31(1), 73-82.
- [8] Guangwen Kong, Sampath Rajagopalan, Hao Zhang(2015). Revenue Sharing and Information Leakage in a Supply Chain. Institute for Operations Research and the Management Sciences