

다수 수요자-공급자간 적응적 협력관계하의 지능형 에이전트 기반 공급망운영 구조

윤한성
경상대학교 경영학부
(hsyun@dreamwiz.com)

기업간 거래에서 수요자-공급자 제휴(alliance) 또는 파트너십(supplier partnership) 등으로도 표현되는 수요자-공급자간 협력관계(relationship)는 전통적인 공급망관리(supply chain management) 뿐만 아니라 최근의 인터넷(Internet) 정보환경에서도 여전히 중요하게 다루어진다. 그리고 수요자-공급자간 협력관계는 공급망관리 상위의 의사결정에 따라 변화·조정된다. 공급망 관리 및 운영을 위한 시스템에서 이러한 협력관계를 고려하기 위해, 본고에서는 협력관계를 체계적으로 분류하고 개별 협력관계에서의 공급자선정의 시스템적 처리과정과 활용효과를 정리하였다. 또한, 변화·조정되는 협력관계를 시스템에서 적응적으로 처리하는 과정을 지능형 에이전트(intelligent agent) 체계를 활용하여 제안하고 설명하였다.

논문접수일 : 2002년 12월 게재확정일 : 2003년 5월 교신저자 : 윤한성

1. 서론

인터넷을 비롯한 정보기술의 활용과 함께, 여러 관점에서 다루어지고 있는 공급망관리(SCM: supply chain management) 분야는 e-SCM (electronic SCM)으로 발전되고 있다(Boyson *et al.* 2003; Lancioni *et al.* 2000). 한편, 기업간의 인터넷 기반 상거래(B-to-B Internet business)의 대부분은 일대다(1-to-many) 관계를 가지는 구매자 또는 판매자 중심의 거래서비스와 중간매개자를 가지는 다대다(many-to-many with intermediary) 관계의 거래중개 서비스로 구현되고 있다(Dai and Kauffman, 2001; Lang and Whinston, 1999). 이와 같은 기업간 거래 또는 거

래중개 서비스는 주로 수요자 중심의 입찰(bidding) 또는 공급자 중심의 경매(auction) 방식을 통한 거래 상대자의 선택과 이에 따른 지불, 배송, 사후관리 등을 주로 지원한다.

SCM의 기업간 조달(procurement) 분야에서 운영효율 측면이 중요한 SCM과 상거래 측면이 중요한 e-marketplace간의 개념적·기능적 상호보완과 통합 및 통합모델(combined model)에 관한 연구(정정우 *et al.* 2001; Skjøtt-Larsen *et al.* 2002)가 있으며, 개념상 동일하게 사용되기도 한다(Nissen, 2000). 그리고 SCM의 수요자-공급자간 제휴(alliance)와 협력관계(cooperative relationship 또는 relationship)도 중요하게 다루어지고 있으며(서아영·신경식, 2002; McIvor and

* 이 논문은 경상대학교 경영경제연구센터 세미나에서 발표되었음.
이 논문은 2002년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음(KRF-2002-003-B00056).

McHugh, 2000; McCutcheon and Stuart, 2000; Carr and Smeltzer, 1999), 최근의 정보환경에서도 여전히 중요한 요소로 강조되고 있다(Soliman, 2002; Tang *et al.* 2001; Dai and Kauffman, 2001).

SCM의 운영체계를 지능형 에이전트로써 구현하기 위한 방안으로 생산과 수송기능의 에이전트와 수요, 공급, 정보 등의 여러 통제요소의 관리체계를 제시하거나(Swaminathan, 1998), SCM을 위해 필요한 주문접수(order acquisition), 물류(logistics), 수송(transportation), 자원(resource) 등의 각각의 기능을 지능형 에이전트로 구성하는 방안(Barbuceanu and Fox, 1996; Fox *et al.* 2000)도 제시되고 있다. 그리고 SCM 운영에 필요한 에이전트간 효율적 조정(coordination)을 위한 프로토콜(protocol)이 연구되고 있다(Barbuceanu and Fox, 1995). 시간요소를 고려한(time-bound) 에이전트간 협상 프로토콜의 적용(Lee *et al.*, 2000), 최적화 모델의 구성 및 실행기능을 가지는 에이전트의 SCM에서의 응용(장용식·이재규, 2002), 내부의 생산일정 계획 에이전트와 일관되도록 납기일·가격의 협상을 처리하는 협상 에이전트(최형립 *et al.*, 2002) 등도 연구되고 있다. 전체 SCM에서 지능형 에이전트의 기능을 전략(strategic)-전술(tactical)-운영(operational) 계층(layer)으로 나누어 본다면(Ingalls, 1998; Umeda, 1998, Fox *et al.* 2000), 이상에서 살펴본 여러 연구들은 비교적 실제 SCM의 운영을 위한 전술-운영 계층의 범위로 분류할 수 있다.

그리고 상위 계층(strategic layer)은 기업간 거래에서 고려하는 거래상품이 가지는 기술적 중요성이나 발전단계, 거래자와의 경쟁과정, 과거의 거래경험 및 신뢰관계 등 여러 복합적인 사항으로 이루어지는데, SCM상에서 상위계층의 결과는 수

요자-공급자간 협력관계(relationship)로 나타난다(McCutcheon and Stuart, 2000). 이러한 협력관계는 SCM 상의 하위계층에서 이루어지는 구매자 또는 판매자 선정의 기준으로 작용할 것이다. 그리고 이를 고려한 SCM의 시스템적 운영체계를 위해서는 이러한 협력관계의 체계화 및 처리과정이 추가적으로 필요하다. 역동적인(dynamic) 시장이나 기업환경을 고려하여 개별 수요자-공급자간 협력관계 변화를 결정하는 정책적인 과정을 최상위 계층이라고 한다면, 본고의 범위는 이러한 최상위 계층의 하위에 위치될 것이다.

이와 같은 관점에서, 수요자-공급자간 협력관계(relationship)를 체계화하고 다수의 기업간 거래 상대자의 선택을 처리하는 공급망(supply chain)운영 구조와 처리과정을 제안하고자 한다. 특히, 고정적인 협력관계(fixed relationship)가 아니라 공급망운영상에서 변화·적응하는 협력관계(adaptive relationship)를 고려하기로 한다. 거래 상대자의 선택과정은 공급망운영과 e-marketplace간의 기능보완이라는 측면에서 다수의 수요자와 공급자 및 중간매개자가 존재하는 e-marketplace 형태를 활용하였다. 중간매개자를 비롯한 각 거래 판매자의 기능을 연구범위 내에서 지능형 에이전트로 구성하였다.

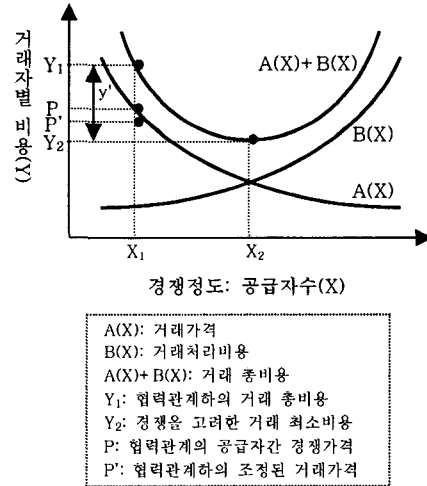
2. 개념적 체계

기업간 거래의 수요자-공급자간 협력관계(relationship)는 거래상품의 생산기술과 수요자의 핵심 기술력과의 관계 및 미래의 기술예측의 확실성 정도, 공급자와의 미래 경쟁관계 가능성, 거래관계에서 보여지는 신뢰(goodwill trust) 등에 따라 조성된다고 한다(McCutcheon and

Stuart, 2000). 인터넷 기반 거래에서는 통신 신뢰도·속도, 데이터 보안(security), 충분한 초기 시스템 투자 등도 중요한 요소로 지적된다 (Soliman, 2002). 그리고 수요자의 입장에서 파트너쉽(partnership), 즉 우호적인 협력관계를 가지는 적은 수의 공급자 그룹을 선호하는 경향이 있으며(Tang *et al.* 2001; Dai and Kauffman, 2001; Dyer, 1997), 이는 주로 거래자 탐색비용 등을 포함하는 거래처리비용의 감소나 협력관계 요인으로부터 얻는 이득 때문이다.

상품의 품질과 거래조건은 동일하다는 가정하에서, 수요자-공급자간의 협력관계를 <그림 1> 과 같이 거래상품 단위(unit)별 '거래가격 A(X)' 와 '거래처리비용 B(X)'를 통해 정리할 수 있다. 가능한 공급자수와 경쟁정도는 비례한다고 하면, X(경쟁정도)는 경쟁자수를 의미한다. <그림 1> 에서 수요자(구매자)가 다수 공급자의 경쟁관계를 통해 협력관계 없이 상품구매를 원한다면, 수요자는 공급자 경쟁정도가 적절한 수준(X_2)으로 유지되기를 바랄 것이다. 이는 실제로 입찰자수나 공급자수의 제한 등으로 나타난다. 그리고, 공급자를 협력관계를 가지는 범위 내로 제한한다면, 공급자의 수와 경쟁정도는 줄어들 것이고, 협력관계의 종류에 따라 거래가격은 달라질 수 있다.

협력관계를 통해 상호간 제공하는 이득(benefit)과 y' (경쟁가격으로 공급자를 선택하는 경우, X_2 와 공급자수를 축소한 X_1 에서의 비용간 차이)를 정성적 또는 정량적으로 비교한다면, y' 는 협력관계하의 거래처 선택에 중요한 기준이 될 수 있다. y' 값을 구하기 위한 Y_1 과 Y_2 의 값은 과거 데이터로부터 통계적인 방법으로 추정할 수 있을 것이며, 특히 Y_1 의 추정에는 완전경쟁 입찰, Y_2 의 추정에는 역경매의 거래자료가 유용할 수 있다.



<그림 1> 거래상품 단위별 거래 경쟁과 비용

<그림 1>에서 수요자-공급자간 협력관계 하에서 공급자가 제시하는 가격이 P' 이고, 상품 거래가격 이외의 협력관계를 위해 직접 제공되는 요인을 수요자가 평가한 가치를 VC 라고 하자. 이러한 협력관계의 요인에는 외상조건, 수송수단의 추가, 배송기간의 단축, 정보수단의 제공이나 공유, 품질보증기간의 연장, 반품조건 완화 등 공급망운영상 여러 요인이 있다. 그러면, 수요자의 입장에서 y' , VC , P , P' 간의 관계는 다음과 같다.

- 거래가격이 협력관계의 공급자간 경쟁가격 P 로 결정되는 경우: $VC \geq y'$ (식1)
- 거래가격이 협력관계에 의해 P' 로 조정되는 경우: $VC \geq y' - (P - P')$ (식2)

(식2)에서 $y' - (P - P') < 0$ 이면, 수요자가 완전 경쟁관계(X_2)보다 큰 가격할인 효과를 공급자로부터 취하는 것이 된다. 이상의 식은 수요자가 공급망운영에서 공급자와 협상하는 기준으로 활

용할 수 있다. 그런데 VC는 내용에 따라 수요자 또는 공급자별로 가치가 다르게 평가될 수 있다. 예를 들면, 어떤 제품의 1년간 독점공급은 공급자 입장에서는 500의 가치일 수 있으나, 특정 수요자는 1,000의 가치 또는 다른 수요자는 1,200의 가치로 측정할 수 있다.

3. 수요자-공급자간 협력관계의 분류 및 거래자 선정

SCM상의 기업간 협력관계는 <그림 2>에서 설명된 바와 같이 기업전략이나 운영계획의 상위 수준에서 결정되어, 실제 공급망운영에서는 제약(constraints)이나 지침(direction)이 되거나 거래자 선정의 우선순위에 영향을 미칠 수 있다. 그리고 협력관계도 공급망운영상에 여러 종류가 있을 수 있으며, 거래자별로 협력관계별 협력정도가 다를 수 있다. 본절에서는 이러한 점을 고려하여 일반 기업의 공급망운영에서 고려할 수 있는 상품별 수요자-공급자간 협력관계를 수요자의 입장에서 분류하였다. 그리고 분류된 협력관계별로 수요자-공급자간 협력관계의 구성방법 및 공급자 선정과정을 다음과 같이 의미(meaning)적 이해와 시스템적 접근이 가능하도록 표현하였다.

<변수정의>

- $VC_{ijk}(X)$: 공급자 j가 제공하는 협력관계 요인 k에 대해 수요자 i가 평가하는 가치
- $VCI_{ijk}(X)$: 공급자 j가 수요자 i에게 제공하는 협력관계 요인 k의 제공여부 (제공않으면 0, 제공하면 1의 값을 가짐.)
- $VC_{ij}(X)$: 공급자 j가 제공하는 협력관계 요인들

에 대한 수요자 i의 평가가치 합, 즉 $VC_{ij}(X) = \sum_{k \in K'} [weight_{ijk} \times VC_{ijk}(X) \times VCI_{ijk}(X)]$ (K' 는 공급자와 상품별로 구성요소가 다르다.)

- $P_j(X)$: 축소된 공급자 그룹 $J(= \{j_1, j_2, \dots, j_n\})$ 내의 경쟁가격 (<그림 1> 참고)
- $P'_{ij}(X)$: 공급자 j가 협력관계에 따라 수요자 i에게 제시한 가격 (<그림 1> 참고)
- $y'_j(X)$: 축소된 공급자 그룹 $J(= \{j_1, j_2, \dots, j_n\})$ 내에서 가격경쟁을 하는 경우 발생하는 수요자의 비용차이 (<그림 1> 참고)

<협력관계별 분류 및 거래자 선정과정>

● 가격경쟁적 협력관계(price-competing relationship)

수요자 i:

- (1) (식2)로부터 $y'_j(X) - [P_j(X) - P'_{ij}(X)] < \alpha$ 인 공급자들과 협력관계를 가진다. (α : 가격할인효과가 협력관계를 가지기 위한 기준값)

- (2) 협력관계의 공급자가 다수이면, 수요량 내에서 $\min_{j'} P'_{ij}(X) = P'_{ij}(X)$ 가 되는 공급자 j'부터 우선순위로 하여 공급가능량을 공급받는다.

공급자 j:

- (1) $y'_j(X)$, $P_j(X)$ 와 경쟁여건을 고려하여 $P'_{ij}(X)$ 를 제안한다.
- (2) 우선순위에 의해 공급한다.

● 가치경쟁적 협력관계(value-competing relationship)

수요자 i:

- (1) (식2)로부터 $\{VC_{ij}(X) - [P_j(X) - P'_{ij}(X)]\} > \beta$ 인 공급자들과 협력관계를 가진다. (β : 협력관계 요인의 가치와 가격할인효과

합이 협력관계를 가지기 위한 기준값)

- (2) 협력관계의 공급자가 다수이면, 수요량 내에서 $\max_j \{VC_{ij}(X) - [P_j(X) - P'_{ij}(X)]\} = \{VC_{i'j}(X) - [P_j(X) - P'_{i'j}(X)]\}$ 인 공급자 j' 를 우선순위로 하여 공급가능량을 공급받는다.

공급자 j :

- (1) $y'_j(X)$, $P_j(X)$ 와 경쟁여건을 고려하여 $P'_{ij}(X)$ 및 $VC_{ij}(X)$ 를 제안한다.
 (2) 우선순위에 의해 공급한다.

● 독점적 협력관계(monopoly relationship)

수요자 i :

공급자 j 에 대하여, $P'_{ij}(X)$ 및 $VC_{ij}(X)$ 의 제안값을 무시하고 모든 k 에 대하여 $VCl_{ijk}(X) = 1$, $VC_{ijk}(X) = \infty$, $P'_{ij}(X) = -\infty$ 로 둔다. (의미: 모든 협력관계 요인 및 가격에서 우위를 가진 공급자로 처리되도록 함.)

공급자 j :

- (1) 수요자와 미리 조정한 $P'_{ij}(X)$ 및 $VC_{ij}(X)$ 를 제시한다.
 (2) 수요자 i 의 공급요청시에 제안한 가격과 협력관계에 따라 상품을 공급한다.

● 과점적 협력관계(oligopoly relationship)

수요자 i :

공급자 그룹 J 의 모든 j, k 에 대하여, $P'_{ij}(X)$ 및 $VC_{ij}(X)$ 의 제안값을 무시하고 $VCl_{ijk}(X) = 1$, $VC_{ijk}(X) = \infty$, $P'_{ij}(X) = -\infty$ 로 둔다. (의미: 모든 협력관계 요인 및 가격에서 우위를 가진 공급자 그룹으로 처리되도록 함.)

공급자 j :

- (1) 수요자와 미리 조정한 $P'_{ij}(X)$ 및 $VC_{ij}(X)$ 를 제시한다.

- (2) 수요자 i 의 요청시에 공급자 그룹 J 내에서 공급자간 조정을 통해 상품을 공급한다.

(조정시에는 상호합의된 별도의 기준이나 선호하는 다른 협력관계를 추가로 적용하여 단수 또는 복수의 공급자를 선정한다.)

● 최소요인 협력관계(minimal factor relationship)

수요자 i :

- (1) 최소 협력관계 요인 $K(=\{k_1, k_2, \dots, k_m\})$ 에 대하여 $\sum_{k \in K} VCl_{ijk}(X) = m$ 을 만족하는 공급자들과 협력관계를 가진다.
 (2) 협력관계의 공급자가 다수이면, 선호하는 다른 협력관계를 추가로 적용하여 공급자를 선정한다.

공급자 j :

- (1) 최소한의 협력관계 요인 K 를 제안한다.
 (2) 수요량 내에서 공급 또는 다른 협력관계에 의해 공급여부를 결정한다.

● 비우호적 협력관계(unfriendly relationship)

수요자 i :

- (1) 공급자 j 에 대하여, $P'_{ij}(X)$ 및 $VC_{ij}(X)$ 의 제안값을 무시하고 모든 k 에 대하여 $VCl_{ijk}(X) = 1$, $VC_{ijk}(X) = -\infty$, $P'_{ij}(X) = \infty$ 로 둔다. (의미: 모든 협력관계 요인 및 가격에서 열위의 공급자로 처리되도록 함.)

- (2) 독점 및 과점적 협력관계를 제외한 나머지 협력관계에서 가능한 공급자가 없다면(또는 수요에 비해 공급가능량이 부족하다면), 비우호적 협력관계의 공급자를 공급후보자로 선택한다.

- (3) 제안된 $P'_{ij}(X)$ 및 $VC_{ij}(X)$ 를 통해, 가격경쟁 또는 가치경쟁적 협력관계에서의 공급자

선정규칙에 따라 공급 우선순위를 정한다.

공급자 j:

- (1) $y_j(X)$, $P_j(X)$ 와 경쟁여건을 고려하여 $P_{ij}(X)$ 및 $VC_{ij}(X)$ 를 제안한다.
- (2) 공급자 선정 및 우선순위에 의해 공급한다.

● 순차적 협력관계(cascading relationship)

수요자 i:

- (1) 하나의 협력관계(가격경쟁적 협력관계, 가치경쟁적 협력관계 등)에 의해 다수의 공급자들과 1차 협력관계를 가진다.
- (2) 특정 시점이나 공급여건에 따라, 협력관계를 만족하고 있는 공급자중 조건을 달리(강화)한 동일한 협력관계를 만족하는 공급자들과 최종 협력관계를 가진다.
- (3) 최종 협력관계의 공급자가 공급우선순위 없이 다수이면, 선호하는 다른 협력관계를 추가로 적용하여 공급자를 선정한다.

공급자 j:

- (1) 협력관계에 따라 적절한 값을 순차적으로 제안한다.
- (2) 공급 우선순위 또는 다른 협력관계에 따라 공급여부를 결정한다.

● 복합적인 협력관계(composite relationship)

수요자의 공급자 협력관계 또는 공급자의 선정시, 협력관계를 복합적으로 고려하는 경우이며, 협력관계간 선후관계(priority)의 적용도 처리한다. 예를 들어 아래의 경우들이 있다.

- (1) 최소요인-가격경쟁 협력관계: '최소요인 협력관계'에 의해 1단계 협력관계를 가지면서, 주기적으로 1단계 협력관계 내의 공급자중에서 '가격경쟁 협력관계'에 따라 2단계 협력관계 공급자를 선정한다.

- (2) 과점적-최소요인 협력관계: '과점적 협력관계'에 의해 1단계 협력관계를 가지면서, 수요에 의한 주문이 발생하는 경우 1단계 협력관계 내의 공급자중에서 '최소요인 협력관계'에 따라 2단계 협력관계의 과점적 공급자를 선별한다.

4. 적응적 협력관계의 처리

앞에서 분류한 협력관계는 수요자와 공급자 또는 상품별로 일정기간 고정적으로 유지될 것이다. 그러나 기업전략이나 운영계획 또는 공급망 운영상의 여건변화에 따라 수요자-공급자간 협력관계는 변화될 것이다. 이러한 적응적인 협력관계의 변화는 다음과 같이 3가지로 나누어 볼 수 있다.

- (1) 협력관계의 신규설정 및 해제: 수요자의 협력관계 기준이 신설·변경·폐기되는 경우
- (2) 협력관계 내의 변화: 협력관계 설정조건이 변경되거나, '순차적인 협력관계'에 따라 동일한 협력관계 내에서 전단계보다 변화된 기준에 의해 조정되는 협력관계
- (3) 협력관계 종류의 변화: 협력관계의 종류가 변화하는 경우

어떤 협력관계가 신설·폐기되면, 이에 따라 수요자-공급자간 협력관계가 새로이 신설되거나 폐기된다. 변경된 협력관계 기준의 재적용으로 일부 공급자와의 협력관계가 신설·폐기될 수 있다. '순차적인 협력관계'에 따른 변화는 협력관계 기준값, 가능 공급자수, 협력관계 재공요인 등의 변경에 따른 협력관계 기준의 변화 및 재적용으로 수요자-공급자간 협력관계 변화를 관리한다. 이에 비해, 협력관계 종류를 변화시키는 과정은

협력관계 기준의 재구성 또는 기준값의 재설정
필요하다.

거래상품별로 수요자-공급자간 협력관계의 변
경을 위해 필요한 처리과정을 정리하면 <표 1>
과 같다. 이러한 처리과정은 중간매개자 및 다수
의 수요자와 공급자가 각기 자신의 지능형 에이
전트를 통해 적응적 협력관계를 처리하는데 필요
한 지식(knowledge)이나 규칙(rule)을 구성할 수
있다.

5. 지능형 에이전트의 활용

공급망에서 지능형 에이전트의 활용이 검토되
거나(Nissen, 2000), 기업내의 공급망운영을 위한
개별기능(생산, 재고, 배송 등)을 최적화 기능과
함께 지능형 에이전트로 구성하는 방안(Kalakota
et al. 1996; Ito and Salleh, 2000) 등 SCM 분야

에서 지능형 에이전트의 응용방안이 제안되고 있
다. 공급망운영 전체를 최적화하기 위해, 공급망
운영의 개별기능을 에이전트로 구성하고 최적화
모델을 가지는 상위 에이전트가 하위 에이전트를
지시하는 구조(Kalakota *et al.* 1996)는 기업 내
부와 같이 조직적으로 통제가능한(controllable)
범위의 에이전트 활용에 적절할 것이다. e-marketplace와 같은 구조에서 여러 거래기업
의 모든 공급망운영 정보를 바탕으로 전체 최적
화 모델을 관리하는 것은 쉽지 않다. 본고에서는
최적화를 위한 공급망운영 의사결정모델 등은 거
래기업 각각이 별도 구성하는 것으로 가정하고,
앞서 서술한 수요자-공급자간 적응적인 협력관
계의 처리 및 협력관계에 의한 공급자 선정을 고
려대상으로 한다.

5.1 전체 구조 및 에이전트별 기본기능

그리고 공급망운영에 있어서 수요자-공급자

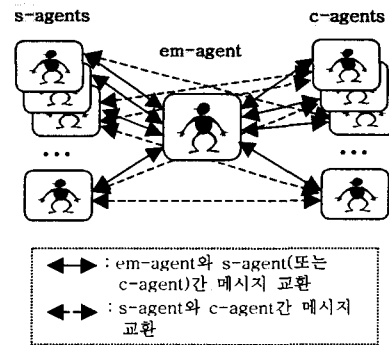
<표 1> 수요자-공급자별 협력관계 변화의 처리과정

변화전 협력관계	변화후 협력관계	협력관계 변화를 위한 처리과정
모든 협력관계	독점적 협력관계, 과점적 협력관계	공급자 j의 모든 k에 대하여, $VC_{ijk}(X) = 1$, $VC_{ijk}(X) = \infty$, $P'_{ij}(X) = -\infty$ 로 둔다.
모든 협력관계	비우호적 협력관계	공급자 j의 모든 k에 대하여 $VC_{ijk}(X) = 1$, $VC_{ijk}(X) = -\infty$, $P'_{ij}(X) = \infty$ 로 둔다.
독점적 협력관계, 과점적 협력관계, 비우호적 협력관계	가치경쟁적 협력관계	강제로 할당된 $VC_{ijk}(X)$, $VC_{ijk}(X)$, $P'_{ij}(X)$ 의 값을 제거하고, $P'_{ij}(X)$ 의 값을 공급자 j가 전송한 제안값으로 갱신한 후, $v'_j(X) - [P_{ij}(X) - P'_{ij}(X)] < \alpha$ 의 만족여부를 확인한다.
독점적 협력관계, 과점적 협력관계, 비우호적 협력관계	가치경쟁적 협력관계, 최소요인 협력관계	강제로 할당된 $VC_{ijk}(X)$, $VC_{ijk}(X)$, $P'_{ij}(X)$ 의 값을 제거하고, $VC_{ijk}(X)$ 와 $VC_{ijk}(X)$ 의 값을 공급자 j가 전송한 제안값으로 갱신한 후, 협력관계 조건식의 만족여부를 확인한다.
가치경쟁적 협력관계	가치경쟁적 협력관계, 최소요인 협력관계	$VC_{ijk}(X)$ 와 $VC_{ijk}(X)$ 의 제안값을 공급자 j로부터 전송받은 후, 협력관계 조건식의 만족여부를 확인한다.
가치경쟁적 협력관계, 최소요인 협력관계	가치경쟁적 협력관계	$P'_{ij}(X)$ 의 제안값을 공급자 j로부터 전송받은 후, 협력관계 조건식의 만족여부를 확인한다.

협력관계를 처리하기 위한 지능형 에이전트의 전체 구조는 중간매개자와 여러 수요자 및 공급자들이 거래를 하는 e-marketplace 구조를 통해 <그림 2>와 같이 구성할 수 있다. 각각의 참여자 기능을 수요자 에이전트(customer agent: c-agent), 공급자 에이전트(supplier agent: s-agent) 및 e-marketplace 에이전트(e-marketplace agent: em-agent)가 수행하게 된다.

<그림 2>에서 em-agent는 모든 s-agent 및 c-agent와 메시지 교환을 하지만, s-agent와 c-agent간에는 필요에 따라 메시지를 교환한다. 수요자-공급자 협력관계를 처리하는 개별 에이전트의 기본 처리기능은 <표 2>와 같이 구성할 수 있다. <표 2>에서 각 항에서 처리하고자 하는 기능은 <그림 3>과 같이 요약할 수 있다. 개별

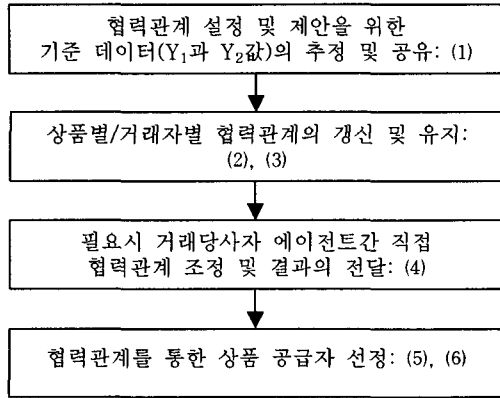
수요자별로 특정 상품의 공급이 필요한 경우, em-agent는 미리 관리하고 있는 독점, 가격경쟁 등의 협력관계에 따라 선정된 공급자가 공급하게 한다.



<그림 2> 전체 에이전트 구성

<표 2> 개별 에이전트의 기본 기능

에이전트	역할 및 처리	정보의 송신 (또는 수신) 에이전트
수요자 에이전트 (c-agent)	(1) 상품별 Y_1, Y_2 및 P값의 요청·수신 및 협력관계 기준 설정 (2) 상품별 원하는 협력관계의 종류·계약기준의 신설·변경·폐기 사항 및 제공 요인 전송 (3) 상품별/공급자별 협력관계의 결정/조정 결과 수신 (4) s-agent와 협력관계·거래조건의 협상 및 결과전달 (5) 수요상품/공급망운영 정보의 전달 (6) 거래 공급자 선정과정 처리 및 결과 확인	em-agent em-agent em-agent s-agent, em-agent em-agent em-agent
공급자 에이전트 (s-agent)	(1) 협력관계 제안을 위한 상품별 Y_1, Y_2 및 P값의 요청·수신 (2) 상품별/수요자별 제공가능한 가격 및 협력관계 요인 정보 전송 (3) 상품별/수요자별 협력관계의 결정/조정 결과 수신 (4) c-agent와 협력관계·거래조건의 협상 및 결과전달 (5) 공급가능상품/공급망운영 정보의 전달 (6) 거래 수요자 선정과정 처리 및 결과 확인	em-agent em-agent em-agent c-agent, em-agent em-agent em-agent
e-marketplace 에이전트 (em-agent)	(1) 과거자료로부터 구한 <그림 1>의 Y_1, Y_2 및 P값의 전송 (2) 개별 거래자의 상품별 협력관계 유지 정보 수신 (3) 수요자의 협력관계 제약기준에 따라 협력관계 설정 및 결과 전달 (4) c-agent와 s-agent간 직접 협상결과와 접수 및 관련 데이터 갱신 (5) 거래대상상품 및 공급망운영 정보 수신 및 해당 협력자에게 전달 (6) 수요자-공급자간 공급망운영 제약 내에서 협력 관계를 고려한 거래 파트너 선정과정 처리 및 결과전달	c-agent, s-agent c-agent, s-agent c-agent, s-agent c-agent, s-agent c-agent, s-agent c-agent, s-agent

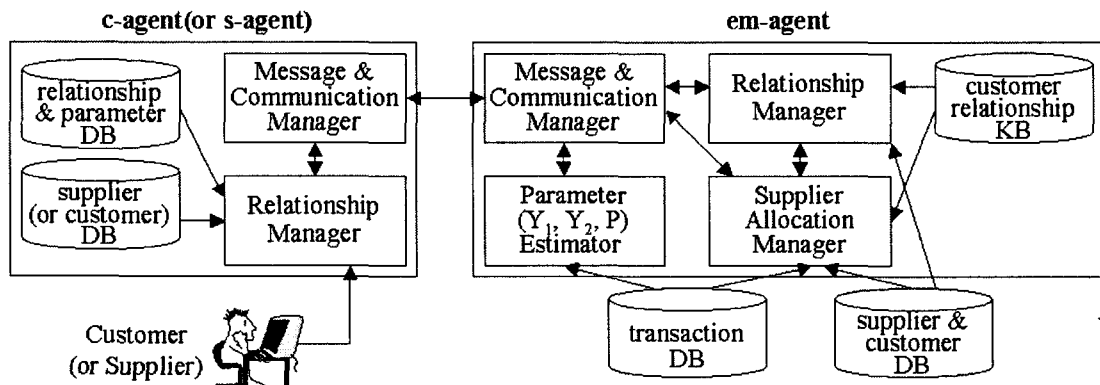


<그림 3> 에이전트간 처리내용 요약

5.2 에이전트 시스템의 구성

공급망운영상의 협력관계를 처리할 수 있는 범위 내에서, 에이전트 시스템간 메시지 교환을 고려한 개별 에이전트 시스템을 <그림 4>와 같이 구성하였다. 메시지 및 통신관리자(Message & Communication Manager)는 에이전트간 메시지의 생성과 해석, 송·수신 기능을 가진다. 협력관계 관리자(Relationship Manager)는 각각 c-agent에서 협력관계별 기준값(relationship & parameter DB)을 결정하며, s-agent에서는 거래

하는 c-agent의 협력관계별 기준값을 보관하고 적절한 협력관계를 제안하는 기능을 가진다. c-agent와 s-agent는 필요에 따라 사용자의 통제를 받을 수도 있을 것이다. em-agent의 협력관계 관리자는 협력관계별 기준값과 s-agent의 제안값으로 수요자-공급자간 협력관계를 결정·통지하거나 <표 1>의 협력관계 변화를 위한 처리과정을 수행하게 되는데, 이때 타시스템과 공유하는 데이터베이스와 <그림 5>와 같은 프레임과 규칙으로 정리된 지식베이스를 활용한다. 그리고 과거 데이터(transaction history database)로부터 활용되는 기준값(Y_1 , Y_2 , P)을 추정한다. em-agent의 공급자할당 관리자(Supplier Allocation Manager)는 협력관계의 우선순위와 공급주문처리 등을 파악하여 공급자를 할당한다. <표 2>에서의 '역할 및 처리' 사항을 개별 에이전트가 처리하기 위해서는 적절한 해결기(solution engine)가 필요하다. 필요한 해결기로는 프레임(frame) 형태의 지식베이스(knowledge base), 프레임 내부의 사실값(fact)을 확인하여 새로운 협력관계의 설정이나 공급자를 할당하는 규칙베이스(rule base), 기준값 비교나 수치계산 등을 위한 함수(function), 메시지 생성기 및 해



<그림 4> 개별 에이전트 시스템의 구조

석기 등이다. c-agent의 협력관계 기준과 s-agent의 협력관계 제안을 위한 프레임 지식과 em-agent의 협력관계 설정을 위한 규칙의 일부에 관한 유류제품 공급망의 사례를 <그림 5>에서 나타내었다.

각 에이전트간 전달 메시지는 여러 형식으로 구성할 수 있으나, KQML형식(Finin, 1996)을 활용할 수도 있을 것이다. <표 2>의 (2)에서 s-agent의 협력관계 제안과 이에 대한 (3)의 em-agent 회신을 KQML로 표현하면 다음과 같다.

- s-agent의 협력관계 제안:

```
(evaluate
:sender S_AGENT_SUPPLIER_B
:receiver EM_AGENT
:reply_with msg_s_030216_3
:ontology Relationship_Based_SCM
```

```
:language List_Processor
:content
(Propose_Relationship
(Proposal_to Customer_A)
(Proposal
(Gasoline (Price 1050)
(Pipeline_Supply YES)
(Credit_Day 30))
(Diesel (Price 650))
..... ))
```

- em-agent의 회신:

```
(reply
:sender EM_AGENT
:receiver S_AGENT_SUPPLIER_B
:reply_with msg_s_030216_3
:ontology Relationship_Based_SCM
```

```
{ Customer_A_Realsnship
is-a: Customer_Relationship
Gasoline: Value_Competing
(Beta 80)
(Elements Pipeline_Supply
Credit_Day)
Diesel: Price_Competing
(Alpha 50)
BunkerC: Monopoly
(Supplier Supplier_B)
.....
}
```

<수요자 Customer_A의 상품별 협력관계 기준>

```
{ Customer_A_with_Supplier_B
is-a: Relationship_with_Customer
Gasoline: (Price 1050)
(Pipeline_Supply 100)
(Credit_Day 85)
(Relationship YES)
Diesel: (Price 650)
(Relationship (NO))
BunkerC: ((Relationship YES)
.....
}
```

<Customer_A의 c-agent가 평가한 협력관계: em-agent가 보관>

```
{ Supplier_B_Proposal
is-a: Proposal_to_Customer_A
Gasoline: (Price 1050)
(Pipeline_Supply YES)
(Credit_Day 30)
Diesel: (Price 650)
.....
}
```

<공급자 Supplier_B의 상품별 협력관계 제안>

```
IF <Relationship_with_Customer>.
<Product>.Relationship = BLANK
OR
<Customer_Relationship>.
<Product>.* = CHANGED
THEN
(Make-Relationship
<Relationship_with_Customer>
<Product>)
```

<em-agent가 개별 수요자-공급자간 협력관계의 설정 및 갱신을 관리하기 위한 규칙>

* 설명:
수요자의 협력관계 기준에 따라 s-agent가 제안하면, c-agent가 평가·구성한 협력관계를 em-agent가 보관 (협력관계 구성을 위한 그림상의 규칙은 em-agent가 실행)

<그림 5> 지식 및 규칙베이스의 구성사례

```

:language List_Processor
:content
  (Update_Relationship
    (Relationship_with Customer_A)
    (Relationship
      (Gasoline (Price 1050)
        (Pipeline_Supply 100)
        (Credit_Day 85)
        (Relationship YES))
      (Diesel (Price 650)
        (Relationship NO))
      (BunkerC (Relationship YES))
      ..... ))
  
```

6. 기대 효과

지능형 에이전트를 활용한 수요자-공급자간 적응적 협력관계의 처리가 공급망운영에서 가질 수 있는 효과를 다음의 2가지 측면에서 정리할 수 있다.

(1) 거래처리비용 감소효과:

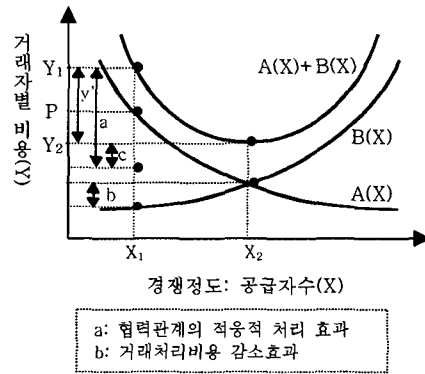
<그림 1>에서 협력관계하의 거래처리비용은 경쟁관계하의 최소비용 발생시의 거래비용보다 작다.

(2) 협력관계의 적응적 처리 효과:

협력관계의 적응적인 처리는 협력관계의 공급자 구성이 변경되거나 협력관계의 종류가 바뀌더라도, <식 1> 또는 <식 2>에 의한 가격할인과 협력관계 요인에 의한 경제적인 효과를 지속해 나갈 것이다. 특히 에이전트를 통해 적응적 협력관계의 온라인(online) 처리는 협력관계의 변화

및 재설정에 따른 시간지연으로 발생하는 등 효과의 감소를 최소화시킬 수 있다.

이상의 두 효과를 <그림 1>상에 표현하면 <그림 6>의 a와 b로 나타낼 수 있으며, 전체 기대효과는 <식 1> 또는 <식 2>에 따라 $(a + b) \geq y'$ 로 유지된다. 경쟁기반의 거래 총비용의 최소값과 비교한 효과는, $(a + b) - y' = b + c$ 가 된다.



<그림 6> 적응적 협력관계의 효과: (a+b)

7. 결론 및 과제

수요자-공급자간 협력관계는 전략적 또는 기업간 조직관점에서 주로 정성적인(qualitative) 분석이나 연구가 이루어져 왔으며, 정보환경에서도 여전히 중요한 것으로 지적되고 있다. 본 연구는 컴퓨터 네트워크 환경에서 온라인으로 공급망을 운영하는 경우 기업간 협력관계를 구성하고 효과를 분석하는 틀(framework)을 제공하는데 의의가 있다고 할 수 있다. 협력관계 요인의 종류를 분류하고, 협력관계를 가지게 되는 기준도 함께 정리하였다. 협력관계의 요인별 가치에 따

라 수요자-공급자 기업간 협력관계도 거래 총비용 관점에서 적응적인 변화를 가질 것이며, 이에 대해 지능형 에이전트를 활용하여 자동화하는 방안을 제안하였다.

향후 보완사항으로는 협력관계의 종류와 협력관계간 변화·적응하는 규칙을 세분화하고 객관화하여 e-Marketplace 또는 SCM 시스템에 적용할 수 있는 과정이 필요할 것이다. 온라인 인터넷 환경에서 기업간 전자상거래나 공급망운영시에 기업간 협력관계에 영향을 주는 요인을 실증적으로 발견하고 요인별 가치의 평가방법의 분석도 중요하다고 본다. 그리고 온라인 기업간 거래상에서 입찰이나 경매 등의 거래자 선정과정이나 공급망운영에 활용할 수 있는 최적화모델과의 연계방안도 의미가 클 것이다.

참고문헌

- 서아영, 신경식, “공급자-구매자 관계유형에 따른 공급사슬관리 성공요인에 관한 실증연구”, *Information Systems Review*, Vol. 3, No. 1(2002), 191-203.
- 정정우, 조민관, 이영해, “SCM과 e-Marketplace의 통합에 관한 연구”, *한국SCM 학회2001 춘계학술대회지*, <http://www.kscm.org/>(2001).
- 장용식, 이재규, “최적화 에이전트를 위한 사례기반의 자동 모형화”, *한국지능정보시스템학회 '02 춘계학술대회지*(2002), 323-332.
- 최형림, 김현수, 박영재, “전자상거래 환경에서의 주문 처리를 위한 협상 에이전트”, *한국지능정보시스템학회 '02 춘계학술대회지*(2002), 123-133.
- Barbuceanu, M and M.S. Fox, “COOL: A Language for Describing Coordination in Multi Agent Systems”, *Proceedings of the First International Conference on Multiagent Systems*(1995).
- Barbuceanu, M and M.S. Fox, “Coordinating Multiple Agents in the Supply Chain”, *IEEE Proceedings of WET ICE '96*(1996), 134-141
- Boyson, S., T. Corsi and A. Verbraeck, “The e-Supply Chain Portal: A Core Business Model”, *Transportation Research Part E*, Vol. 39(2003), 175-192.
- Cabri, G., L. Leonardi and F. Zambonelli, “Coordination Infrastructures for Mobile Agents”, *Microprocessors and Microsystems*, Vol. 25(2001), 85-92.
- Carr, A.S. and L.R. Smeltzer, “The Relationship of Strategic Purchasing to Supply Chain Management”, *European Journal of Purchasing & Supply Management*, Vol. 5(1999), pp. 43-51.
- Dai, Q. and R.J. Kauffman, “Business Models for Internet-Based E-Procurement Systems and B2B Electronic Markets: An Exploratory Assessment”, *Proceedings of the 34th Hawaii International Conference on System Sciences*(2001).
- Dyer, J.H., “Effective Interfirm Collaboration: How Firms Minimize Transaction Costs and Maximize Transaction Value”, *Strategic Management Journal*, Vol. 18, No. 7(1997), 535-556.
- Finin, T. et al., “Agent-Communication Language plus Example Agent Policies and Architectures”, <http://www.cs.umbc.edu/kqml/kqmlspec/spec.html>(1996).
- Fox M.S., M. Barbuceanu and R. Teigen, “Agent-Oriented Supply-Chain Management”, *The International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, Vol 12(2000), 165-188
- Ingalls, R.G., “The Value of Simulation in Modeling Supply Chains”, *Proceedings of the 1998*

- Winter Simulation Conference*(1998), 1371-1375.
- Ito, T. and M.R. Salleh, "A Blackboard-Based Negotiation for Collaborative Supply Chain System", *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 107(2000), 398-403.
- Julka, N., I. Karimi and R. Srinivasan, "Agent-Based Supply Chain Management - 2: A Refinery Application", *Computer and Chemical Engineering*, Vol. 26(2002), 1771-1781.
- Kalakota, R., J. Stallart and A.B. Whinston, "Implementing Real-Time Supply Chain Optimization Systems", http://cism.bus.utexas.edu/jan/sc_imp.html(1996).
- Lancioni, R.A., M.F. Smith and T.A. Oliva, "The Role of the Internet in Supply Chain Management", *Industrial Marketing Management*, Vol. 29(2000), 45-56.
- Lang, K. and A.B. Whinston, "A Design of a DSS Intermediary for Electronic Markets", *Decision Support Systems*, Vol. 25(1999), 181-197.
- Lee, K.J., Y.S. Chang and J.K. Lee, "Time-bound Negotiation Framework for Electronic Commerce Agents", *Decision Support Systems*, Vol. 28(2000), 319-331.
- McCutcheon, D. and F.I. Stuart, "Issues in the choice of Supplier Alliance Partners", *Journal of Operations Management*, Vol. 18(2000), 279-301.
- McIvor, R. and M. McHugh, "Collaborative Buyer Supplier Relations: Implications for Organization Change Management", *Strategic Change*, Vol. 9(2000), 221-236.
- Nissen, M., "Agent-Based Supply Chain Disintermediation versus Reintermediation: Economic and Technological Perspectives", *International Journal of Intelligent Systems in Accounting, Finance & Management*, Vol. 9(2000), pp. 237-256.
- Porter, M., *Competitive Strategy*, Macmillan Pub. Co., 1980.
- Skjøtt-Larsen, T., H. Kotzab and M. Grieger, "Electronic Marketplace and Supply Chain Relationships", *Industrial Marketing Management*, Vol. 5339(2002)(article in press).
- Soliman, K.S., "Internet-Based Business-to-Business Electronic Commerce: A CIO's Perspective", *Information Systems Management*, Winter(2002), 35-41.
- Swaminathan, J.M., "Modeling Supply Chain Dynamics: A Multiagent Approach", *Decision Sciences*, Vol. 29, No. 3(1998), 607-632.
- Tang, J.E., D.Y. Shee and T. Tang, "A Conceptual Model for Interactive Buyer-Supplier Relationship in Electronic Commerce", *Information Management*, Vol. 21(2001), 49-68.
- Umeda, S. and A. Jones, "An Integration Test-Bed System for Supply Chain Management", *Proceedings of the 1998 Winter Simulation Conference*(1998), 1377-1385.

Abstract

An Intelligent Agent Based Supply Chain Operation Architecture under Adaptive Relationship between Multiple Suppliers and Customers

Yoon, Han Seong*

The relationship between suppliers and customers is treated importantly not only in the traditional business-to-business (BtoB) commerce but also in today's Internet environments. On the one hand, most of Internet-based BtoB commerce services like customer-centric e-procurement, supplier-centric e-sales or intermediary-centric e-marketplace focus mainly on the selection of partners according to bidding, auction, etc. This point may result in the problem of overlooking the relationships between suppliers and customers. To overcome this problem in this paper, an intelligent agents-based supply chain operation architecture is proposed and appraised considering the relationship and its adaptation.

Key words: 기업간 거래, 공급망 관리 및 운영, 협력관계, 지능형 에이전트

* The College of Business Administration, Gyeongsang National University