

## 전자상거래 환경에서의 주문 처리를 위한 협상 에이전트

최형림\* · 김현수\* · 박영재\*\*

### Negotiation Agent for Order Transaction in EC

Hyung Rim Choi, Hyun Soo Kim, Young Jae Park

#### 요 약

오늘날 정보기술의 발달로 인해 기업들은 가상공간에 시장을 형성하여 전자적으로 거래를 하고 있다. 한편 거래에서 가장 중요한 과정은 협상이라고 할 수 있다. 따라서 현재의 거래환경과 새로운 거래환경을 지원하기 위한 전자상거래시스템에서의 협상기능은 매우 중요한 부분으로 생각된다. 이에 본 논문에서는 중소기업업을 대상으로 구매자와 판매자간의 협상과정을 지원하기 위한 에이전트의 구축방안을 판매자 측면에서 제시하고자 한다. 제조업체의 생산능력 한계로 인해 접수된 주문의 납기일을 준수할 수 없을 경우 제조업체는 구매자에게 납기일을 연장해 줄 것을 요청하게 되며 구매자는 가격을 낮추어 줄 것을 요구하게 된다. 납기일 정보를 얻기 위해 본 논문의 협상 에이전트는 일정계획 에이전트와 협력하고 있으며 협상 대상자가 다수일 경우에도 다자간 협상을 수행할 수 있도록 하였다.

**Keywords:** Negotiation, Intelligent Agent, Electronic Commerce

#### 1. 서론

오늘날 정보기술의 발달로 인해 기업들은 가상 공간에 시장을 형성하여 전자적으로 거래를 하고 있으며 거래의 형태 또한 매우 다양해 지고 있다. 예를 들면 Dell의 경우 인터넷상에서 컴퓨터를 판매하고 있는데 구매자는 자기가 원하는 사양을 조정할 수 있다. 구매자가 인터넷상에서 컴퓨터를 주문하면 Dell은 납기일과 가격을 구매자에게 알리고 구매자는 인도일과 가격을 보고 거래의 성사여부를 결정하게 된다. 그러나 만약 납기일이나 가격이 구매자가 원하는 것과 다를 경우 이 거래를 인터넷상에서 성사시킬 수 있는 방법이 존재하지 않는다. 즉 거래성사를 위한 협상기능이 지원되지 않고 있

다. 또한 자사의 생산일정계획상 접수된 주문을 모두 소화할 수 없을 경우 판매자 입장에서는 소화할 수 없는 주문들을 대상으로 구매자와 납기일을 연장하기 위한 협상을 할 수도 있다. 이와 같이 인터넷상에서의 이러한 기업들의 현재의 거래환경과 앞으로 새로운 거래환경을 지원하기 위한 전자상거래 시스템에 있어 협상기능은 매우 중요한 부분으로 생각된다. 이에 본 연구에서는 중소기업업을 대상으로 협상과정을 지원하기 위한 에이전트의 구축방안을 판매자 측면에서 제시하고자 한다.

본 연구에서는 중소기업 중에서도 사출금형(Injection Mold)을 생산하는 업체를 대상으로 한다. 금형(Mold)이란 프레스, 주조, 단조 등의 공정에 의해 동일 형상의 제품을 성형할 경우에 사용하는 주로 금속재료로 된 형 또는 틀을 지칭하며, 여기서

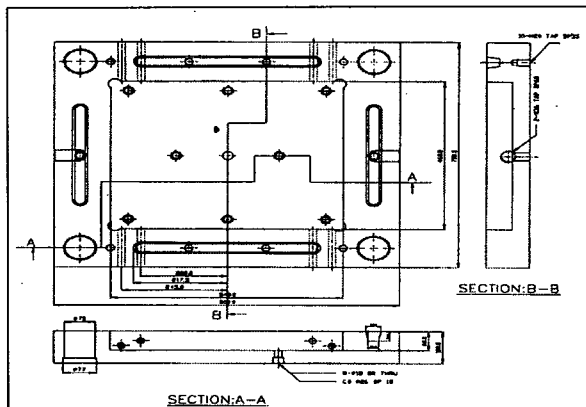
\* 동아대학교 경영정보과학부

\*\* 동아대학교 대학원 경영정보학과

성형이란 고온의 용융상태에 있는 재질을 고압을 이용하여 금형 내부로 급격히 붙여넣어 그 힘으로 원하는 형상을 얻어내는 제조방법으로, 이때 사용되는 금형이 사출금형이다.

금형은 제품의 형상 및 요구되는 기능에 따라 각각 다른 모양과 특징을 가지고 있으며 금형제조에서 가장 중요한 자원은 설비와 인력이다. 즉 특정 형상의 금형을 만들기 위해서는 해당 작업을 할 수 있는 설비(Machine)가 필요하다. 하나의 금형은 여러 개의 공정을 거쳐 생산되며 대부분의 공정은 설비와 일대일로 대응된다. 금형제조에 사용되는 설비로는 밀링, 선반, 드릴링, 방전 등이 있다. 또한 사출금형을 제작하기 위한 공정에는 선후관계가 있어 선행공정이 완료되어야만 다음 공정으로 넘어갈 수 있다.

다음 [그림 1]은 본 연구의 대상인 사출금형의 한 예인 분할형 고정축 형판의 형상 도면을 보이고 있다.



<그림 1> 분할형 고정축 형판

## 2. 문헌연구

### 2.1 협상의 개요

협상이란 둘 이상의 참여자가 공통의 목적에 도달 가능한 해를 찾는 의사결정의 한 형태이다[2]. Object Management Group이나 경제학, 특히 게임이

론(game theory)에서는 이러한 참여자간의 상호작용을 프로토콜과 전략이라는 용어로 설명하고 있다[3]. 프로토콜이란 게임의 룰을 말하며 경매, 역경매, 입찰 등과 같은 거래 메커니즘을 의미하며 전략이란 참여자가 자신의 효용을 극대화하려고 하는 행위를 말한다. 이상을 종합해 보면 협상이란 특정 게임 룰 안에서 참여자들이 자신들의 효용을 극대화하기 위한 의사결정을 하는 참여자들 간의 상호작용이라고 할 수 있으며 현재 온라인상에서 사용되고 있는 다양한 거래모형들은 협상의 유형으로 설명할 수 있다.

최근 온라인상에서 가장 많이 볼 수 있는 협상의 형태로는 경매, 입찰 또는 이것들의 변형된 형태이다. 가장 기초적인 형태의 협상은 고정 가격제(fixed-price sale)로 제품을 보거나 서비스에 대해 살펴보고 이미 정해진 가격으로 제품이나 서비스를 구매하는 형태이며 <표 1>에서 보면 Static Call에 해당된다.

또한 최근 인터넷에서 가장 많이 볼 수 있는 협상의 한 형태인 경매 또는 이것의 변형된 형태는 이른바 bargaining라고 불리는 구매자와 판매자간의 매매과정이다[6]. 이것은 다시 양자간 협상(bilateral negotiation)과 다자간 협상(multi-lateral negotiation)으로 구분할 수 있다[7]. 양자간 협상이란 일대일 협상(one-to-one negotiation)을 말하며 ([표 1]에서는 간단히 이것만을 협상이라고 구분하고 있다.) 다자간 협상이란 다대다 협상(many-to-many negotiation)을 의미한다. 또 다른 분류방법은 협상대상(속성)의 수에 따른 구분으로 distributive negotiation과 integrative negotiation으로 구분할 수 있다[8]. distributive negotiation이란 오직 하나의 속성(일반적으로 가격)만이 협상대상이 되는 것이며 참여자들은 해당 속성에 대해 서로 반대되는 효용을 가진다. 즉 구매자는 싼 가격을 판매자는 높은 가격을 받고 싶어한다. integrative negotiation이란 하나의 속성이 아닌 다수의 속성이 협상대상이 되는 것을 말한다. 또한 판매자와 구매자의 시장 특성에 따라 경쟁적(Comp-

<표 1> 온라인 거래 메커니즘

Mechanism	Definition
Static Call	On-line catalog with fixed prices
Dynamic Call	On-line catalog with continuously updated prices and features
Product Tailored	Offerings are tailored to meet individual customer specifications
Price Tailored	Prices change based on purchase history or loyalty
Reverse	Buyers posts desired price for seller acceptance
Spot	Buyers' and sellers' bids clear instantly
Negotiation	Bargaining between one buyer and one seller
Seller Auction	Buyers' bids determine final price of sellers' offerings
Barter	Buyer and seller exchange goods
Continuous Replenishment	On-going fulfillment of orders under preset terms
Bundled	Seller combines multiple products into a prepackaged offering
Bulletin Board/Clearance	Offerings limited by availability of product or by discount
Partnership	Integration of buyer and seller processes
Referral	Link to non-owned mechanism/commercial Web site

ettive) 협상과 협동적(cooperative) 협상으로도 구분한다. 이외에도 combinatory negotiation과 combined negotiation이 있다. combinatory negotiation이란 하나의 제품 조합이나 서비스 조합에 대해 한 유형의 거래 메커니즘으로 bidding을 하는 것을 의미하며 combined negotiation이란 다양한 제품이나 서비스를 다양한 거래 메커니즘으로 협상하는 것을 의미한다 [9, 10]. 예를 들면 제품 홍보물을 세계 각 국에 배포하기 위해서는 번역과 프린트 그리고 유통채널이 필요하다. 따라서 홍보물을 제작하기 위해서는 번역회사, 인쇄회사, 그리고 물류회사와 동시에 각각의 거래방법에 따라 협상을 해야만 하며 한 회사와의 협상결과는 다른 회사와의 협상에도 영향을 미치게 된다. <표 2>에서는 이와 같은 협상의 유형을 정리하였다.

위한 연구들은 과거 많은 분야에서 진행되어 왔는데 이들 문헌을 살펴보면 크게 두 가지로 정리할 수 있다. 첫째는 협상의 완전 자동화를 궁극적인 목표로 하는 것이다. 자동화된 협상이란 단일 컴퓨터 또는 서로 연결된 컴퓨터에 의해 협상 기능이 수행되는 것을 말하는 것으로 여기서 강조하는 것은 바로 협상이 인간의 개입 없이 컴퓨터에 의해 자동으로 수행되어야 한다는 것이다. 그러나 사람의 면대면 협상이 매우 복잡함에도 불구하고 기존 연구들의 각 자동화된 협상 에이전트들은 사람의 면대면 협상처럼 복잡한 과정을 요구하지는 않는다 [11]. Maes에 의하면 서로 연결된 지능형 에이전트의 특성 중 하나는 개별 에이전트들은 간단해 보이지만 전체 에이전트 환경은 복잡하고 지능적인 방법으로 행동하는 것이라고 강조하고 있다[12]. 네트워크로 연결된 에이전트는 아니지만 자동화된 협상

<표 2> 협상의 유형

The Number of Parties	The Number of Attributes	The Relationship of Market	The Number of Protocol
Bilateral	Distributive	Competitive	Combinatory
Multi-lateral	Integrative	Cooperative	Combined

## 2.2 협상시스템

이와 같은 다양한 협상을 시스템으로 지원하기

에이전트의 예로 Kashba[13]를 들 수 있다. Kashba는 지능형 에이전트를 사용하여 제품을 사고 파는 과정을 지원하기 위한 중앙집중형 전자시장으로 구매자는 가격상승전략을 판매자는 가격완화전략을

사용하는 단일속성 협상 에이전트이다.

한편 자동화된 협상을 위해 기계학습을 사용하기도 한다. Oliver는 에이전트에게 보다 효과적인 협상방법을 가르치기 위해서 유전 알고리즘을 이용한 에이전트 학습에 대해 소개한 바 있다[14].

둘째는 자동화보다는 협상 과정을 지원해주는 이른바 협상지원시스템(Negotiation Support System: NSS)이다. 이는 협상과정에서 필요한 의사결정 정보를 제공해 주거나 또는 전자적으로 다양한 대화 채널을 제공해 준다. 자동화된 협상 에이전트와는 달리 NSS는 사람으로부터 제약조건의 입력, 초기문제 설정 그리고 최종 의사결정은 사람에게 의존한다. 이러한 NSS 역시 두 가지로 구분되어 있는데 solution-driven NSS와 process support NSS이다. Solution-driven NSS는 대안들을 제공해 준다. 이러한 대안들은 매우 다양한 방법에 의해서 추출되는데 이때 사용되는 모형들로는 Social Judgment Theory Models, Hypergame Decision Models, Bargaining Models, Multi-objective Linear Programming, 그리고 전문가시스템 등이 사용된다. Process support NSS의 경우에는 대안들을 제시해 주는 것은 아니며 협상과정에서 필요한 다양한 통신채널과 상호협동 작업을 지원한다(Carmel et al. 1993). 대부분의 NSS는 solution-driven에 속하며 그룹회의 환경을 구현하고 있다[15]. 다음의 <표 3>에서는 이러한 협상시스템들의 유형에 대해서 정리하였다

<표 3> 협상시스템의 유형

Automated Negotiation	No Machine Learning
	Machine Learning
Negotiation Support System	Solution-driven
	Process-driven

또한 자동화된 협상 에이전트에 관한 연구보다는 NSS에 관한 연구가 더 많은데 이는 협상을 완전 자동으로 지원하기에는 매우 어렵기 때문이다. 그 이유를 간단히 말하면 인간의 면대면 협상 그

자체가 매우 복잡하고 어려워서 이것을 자동화한다는 것은 더욱 어려운 일이기 때문이다. Beam, Segev 그리고 Shanthinkumar는 에이전트를 자동화하기 어려운 이유에 대해서 자세히 정리한 바 있다[16].

이와 같이 협상을 지원하기 위한 연구들이 많이 진행되어 왔으나 이들 연구들은 대부분 일대일 협상, 하나의 협상 변수, 그리고 경쟁적 협상에 관해 다루고 있으나 본 연구는 다대다 협상, 복수개의 협상 변수, 그리고 상호 협동적인 협상 관계를 다루고 있다. 또한 본 연구의 협상 에이전트는 기계 학습을 하지는 않지만 자동화된 협상 에이전트이다.

### 3. 사출금형 제조업체의 협상 문제

사출금형 제조업체의 협상 시나리오는 다음과 같으며 모든 금형은 생산가능하다고 전제한다. 또한 사출금형 제조업체가 탈락된 주문들에 대해 협상을 하는 이유는 일반적으로 기업과 구매자의 관계가 경쟁적(competitive) 관계가 아닌 보다 많은 수익을 위해서는 서로 win-win하는 상호협동적(cooperative) 관계이기 때문이다.

(1) 임의의 시점에 6개(금형 1, 금형2, 금형3, 금형4, 금형5, 금형6)의 금형생산 주문을 받는다.

(2) 사출금형 제조업체는 접수된 주문들에 대한 일정계획을 수립해 본다.

(3) 모든 주문들에 대해 납기일을 준수할 수 있으면 해당 구매자에게 이 사실을 통보한다. 그러나 일부 주문들의 납기일을 지킬 수 없을 경우에는 접수된 주문들을 대상으로 최적의 주문집합을 선정한다.

(4) 선정된 주문들에 대해 해당 구매자에게 통보한다.

(5) 탈락된 주문들에 대해 해당 구매자들과 납기일을 연장해 줄 것을 요청한다.

(6) 탈락된 구매자들은 납기일 연장 요청에 대해 응답한다.

이와 같이 사출금형 제조업체의 경우 협상변수는 가격과 납기일이며 이 경우 해결해야 할 몇 가지 문제점들이 존재한다. 첫째, 어떤 주문들을 선정할 것인가? 둘째, 탈락된 주문들이 복수개일 경우 협상의 우선순위는 어떻게 되는가? 셋째, 동시에 협상할 경우 구매자들간에 상충되는 문제는 어떻게 해결할 것인가? 넷째, 납기일에 따른 가격은 어떻게 결정할 것인가?

이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 최적 주문 집합의 선정과 협상을 자동으로 수행해 주는 협상 에이전트의 구조와 방법론에 대해 4장에서 설명한다.

## 4. 협상 에이전트

### 4.1 최적 주문집합 선정

접수된 주문들 중 일부 주문들의 납기일을 준수할 수 없을 경우에는 이익이 가장 크게 되는 주문 집합의 선정하는 것이 옳을 것이다. 본 연구에서는 Manne(1960)의 혼합정수계획법을 기반으로 목적함수로는 이익의 극대화, 제약조건에는 납기일 제약을 추가하여 최적 주문집합을 선정하도록 모델링 하였으며 다음과 같은 전제사항과 기호에 대한 설명은 다음과 같다.

- 작업준비시간은 작업시간에 포함됨
- 특정 시점에서 하나의 자원(기계)에는 하나의 작업(공정)만이 존재하며 하나의 작업(공정)은 동시에 여러 개의 자원(기계)에서 작업될 수 없음
- 병렬 기계가 있을 경우 각 기계를 서로 다른 것으로 가정
- $p_i$ : 주문  $i$ 를 생산했을 때 얻는 이익
- $p_{ijk}$ : 기계  $k$ 에서 작업을 해야 할 주문  $i$ 의  $j$ 번째 공정의 공정시간

- $r_{ijk}$ : 0,1의 값을 갖는 상수로 주문  $i$ 의  $j$ 번째 공정이 기계  $k$ 에서 이루어져야 한다면 1, 아니면 0
- $d_i$ : 주문  $i$ 의 납기일
- $M$ : 전통적인 Big-M (Big Number)을 의미
- $T_{ijk}$ : 주문  $i$ 의  $j$ 번째 공정이 기계  $k$ 에서 시작되는 시간
- $O_i$ : 0,1의 값을 갖는 변수로서 주문  $i$ 가 선택되면 1의 값을, 아니면 0
- $F_{max}$ : 모든 주문의 작업완료시간
- $Y_{ij}(ij)'k$ : 0,1의 값을 갖는 지시변수로 기계  $k$ 에서 주문  $i$ 의  $j$ 번째 공정이 주문  $i$ 의  $j$ 번째 공정보다 선행되어야 한다면 1의 값을, 아니면 0

최적 주문집합을 선정하기 위한 수리모형은 다음과 같다.

$$\text{MAX } \sum p_i O_i$$

$$\sum r_{ijk}(T_{ijk}+p_{ijk}) \leq \sum r_{i,j+1,k} T_{i,j+1,k} + (1-O_i)M$$

$$\sum r_{imk}(T_{imk}+p_{imk}) \leq d_i$$

$$(1-O_i)M + (1-O_i)M + (M+p_{ijk})Y_{ijij'k} + (T_{ijk}-T_{ij'k}) \geq p_{ij'k}$$

$$(1-O_i)M + (1-O_i)M + (M+p_{ijk})(1-Y_{ijij'k}) + (T_{ij'k}-T_{ijk}) \geq p_{ijk}$$

최적 주문집합이 선정되면 탈락된 주문들에 대해 납기일을 연장해 줄 것을 요청해야 한다. 이 경우 탈락된 주문들의 예상 납기일 정보가 필요하다. 이 경우 일정계획의 기본적인 목표는 작업완료시간의 최소화이며 위의 납기일 제약식 대신 작업완료시간을 제약조건식에 반영하였다. 이를 위한 수리모형은 다음과 같다.

$$\text{MIN } F_{max}$$

$$\sum r_{ijk}(T_{ijk}+p_{ijk}) \leq \sum r_{i,j+1,k} T_{i,j+1,k} + (1-O_j)M$$

$$\sum r_{imk}(T_{imk}+p_{imk}) \leq F_{max}$$

$$(1-O_j)M + (1-O_i)M + (M+p_{ijk})Y_{ijij'k} + (T_{ijk}-T_{ij'k}) \geq p_{ij'k}$$

$$(1-O_j)M + (1-O_i)M + (M+p_{ijk})(1-Y_{ijij'k}) + (T_{ij'k}-T_{ijk}) \geq p_{ijk}$$

수리모형을 검증하기 위해 먼저 작업완료시간을 최소화하는 모형을 벤치마킹 문제로 잘 알려진 MT(6)를 수행해 본 결과 최적값인 55단위시간을 찾아내었다. 다음으로 주문들을 선정하기 위한 2가지의 실험을 해 보았는데 처음에는 모든 주문의 이익은 1,000으로 충분히 크게 하고 납기일은 보다

엄격히 하여 모든 주문이 정해진 납기일 내에 생산 불가능하도록 하여 이중 특정 주문만 선택할 수 있도록 하였다. 다음에는 이익도 다르게 하여 실험하였는데 실험에 사용된 데이터와 결과를 <표 4>와 <표 5>에서 정리하였다.

<표 4> 주문선정 실험을 위한 데이터

	실험1			실험2		
	이익	전체공수	납기일	이익	전체공수	납기일
Job1	1000	26	30	100	26	30
Job2	1000	47	50	1000	47	50
Job3	1000	34	40	1000	34	40
Job4	1000	35	35	1000	35	35
Job5	1000	25	30	100	25	30
Job6	1000	30	50	1000	30	50

<표 5> 최적 주문집합 선정 실험 결과

실험1												
주문	시작 시간	종료 시간	시작 시간	종료 시간	시작 시간	종료 시간	시작 시간	종료 시간	시작 시간	종료 시간	시작 시간	종료 시간
금형1	0	1	1	4	4	10	10	17	17	20	20	26
금형2	0	8	0	5	0	10	2007	2017	1017	1027	27	31
금형3	0	5	4002	4006	3006	3014	2014	2023	1023	1024	24	31
금형4	0	5	0	5	3006	3011	2011	2014	1014	1022	24	31
금형5	1	10	12	15	15	20	20	24	26	29	29	30
금형6	0	3	3	6	6	15	16	26	26	30	30	31
실험2												
주문	시작 시간	종료 시간	시작 시간	종료 시간	시작 시간	종료 시간	시작 시간	종료 시간	시작 시간	종료 시간	시작 시간	종료 시간
금형1	0	1	0	3	3008	3014	2014	2021	1021	1024	24	30
금형2	0	8	0	5	0	10	2017	2027	1027	1037	37	41
금형3	0	5	5	9	9	17	17	26	26	27	27	34
금형4	0	5	5	10	10	15	15	18	18	26	26	35
금형5	0	9	0	3	1991	1996	996	1000	0	3	29	30
금형6	5	8	12	15	17	26	26	36	36	40	40	41

<표 4>의 실험결과에서 보듯이 납기일만 다른 경우 (실험 1) 1, 5, 6번 금형이 선택되어져 납기일 제약이 반영되고 있음을 알 수 있고, 납기일과 이익이 모두 다른 경우 (실험 2) 3, 4, 6번 금형이 선택되었다. 이는 1번과 5번 금형의 경우 이익이 적어 최적주문집합에서 빠지고 보다 이익이 큰 3번과 4번 금형이 선택되어져 본 논문의 수리모형이 이익이 극대화되는 최적의 주문집합을 선정하고 있음을 보이고 있다. (실험 2)의 결과에서 탈락된 금형 1, 금형 2, 금형 5는 다시 작업완료 시간을 최소화하는 일정계획을 수립하여 그 결과(예상 납기일)를 협상에 사용하게 된다. 탈락된 주문(금형 1, 금형 2, 금형 5)들을 대상으로 일정계획을 수립한 결과 3주문을 모두 생산할 경우의 예상 납기일은 각각 96, 95, 96 단위시간이었다. 따라서 탈락된 3개의 주문을 모두 생산하려면 금형 1의 경우는 최소 66단위시간, 금형 2는 45단위시간, 금형 3은 46단위시간의 납기일을 연장하기 위한 협상이 필요하다.

#### 4.2 납기일, 가격, 협상 순서 결정

최적 주문집합이 선정되어 협상 상대방들이 결정되면 이들을 대상으로 납기일 요청에 대한 협상을 시작하여야 한다. 그러나 앞에서 살펴본 바와 같이 협상 상대방이 다수일 경우 어떤 구매자부터 협상할 것인지를 정해야 한다. 한편 구매자의 경우에는 사출금형 제조업체가 납기일을 연장을 요청해오면 이에 대응하는 가격의 할인을 요구하게 될 것이다.

이와 같이 납기일 연장을 위한 협상에서 해결해야 할 문제는 협상 순서와 납기일 연장에 따른 가격 결정이다. 먼저 협상 순서는 2가지로 생각해 볼 수 있다. 첫째는 순차적으로 협상하는 방법이고 둘째는 동시에 협상하는 방법이다. 또한 협상 순서를 정하기 전에 협상 대상 주문들(탈락된 주문들)의 예상 납기일에서 주문조합에 따른 납기일이 다르므로 이를 고려해야 한다. 즉 협상의 결과로 3개의 주문을 생산할 수 있을지, 2개의 주문을 생산할 수 있을지,

아니면 하나의 주문만 생산할 수 있을지는 알 수 없기 때문에 모든 가능한 조합의 예상 납기일이 필요하다. 이를 설명하기 위해 먼저 J사의 데이터로 최적 주문집합을 선정한 후 탈락된 주문들의 조합별 예상 납기일에 대한 내용을 정리하면 <표 6>과 같다.

<표 6> J사의 탈락된 주문들의 조합별 예상 납기일

주문조합	완료시간	이익	요구납기일
Elbow	187	100	160
Picnic case	165	120	160
Cake Box	169	130	160
Elbow Picnic case	204 203	220	160
Picnic case Cake Box	203 205	250	160
Elbow Cake Box	209 207	230	160
Elbow Picnic case Cake Box	257 246 256	350	160

<표 6>에서의 완료시간과 요구납기일을 토대로 주문조합별 최대 연장 납기일을 정리하면 다음의 <표 7>과 같다.

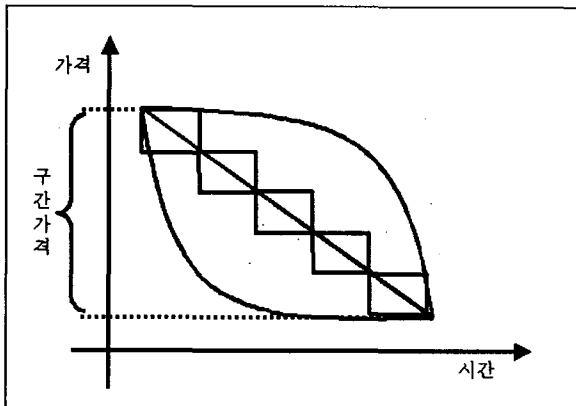
<표 7> 주문조합별 최대 연장 납기일

	3개 주문	2개 주문	1개 주문
Elbow	97	49	27
Picnic case	86	43	5
Cake Box	96	47	9

Elbow를 예로 보면 <표 6>과 <표 7>에서 Elbow 하나만을 생산할 경우에는 27단위시간의 납기일 연장이, Elbow를 포함한 다른 하나의 주문을 같이 생산할 경우에는 49단위시간의 납기일 연장이, 그리고 3개 주문 모두를 생산할 경우 Elbow는 97단위시간의 납기일 연장이 필요하다.

다음으로 가격결정은 협상 프로토콜과 관계된

것으로 두가지 유형이 있다. 첫번째는 특정 납기일에 유일한 하나의 가격만을 산출하는 단일 가격방식이며 두번째는 특정 납기일에 가격이 구간대로 주어지는 구간 가격방식을 사용할 수 있다. 단일 가격방식은 납기일과 가격을 동시에 협상하는 방법이며 구간 가격방식은 먼저 납기일에 대한 협상을 거친 후 결정된 납기일에서의 가격에 대한 협상이 이루어지는 방식이다. 단일 가격방식에서의 가격결정은 내부 원가계산 또는 수익계산 방식(또는 응용 프로그램에 의해)에 따라 결정할 수 있다. 구간 가격방식에서는 사용자가 선호하는 가격함수에 따라 특정 납기일의 가격 구간을 결정하게 되는데 이때 사용되는 가격함수는 일반적으로 다음의 [그림 2]와 같은 가격완화 함수이다. 구간 가격방식에서는 사용자의 거래희망 가격의 유연성을 보장함으로써 협상 성공률을 상대적으로 높일 수 있다.



[그림 2] 구간 가격방식의 일반적 가격완화 함수

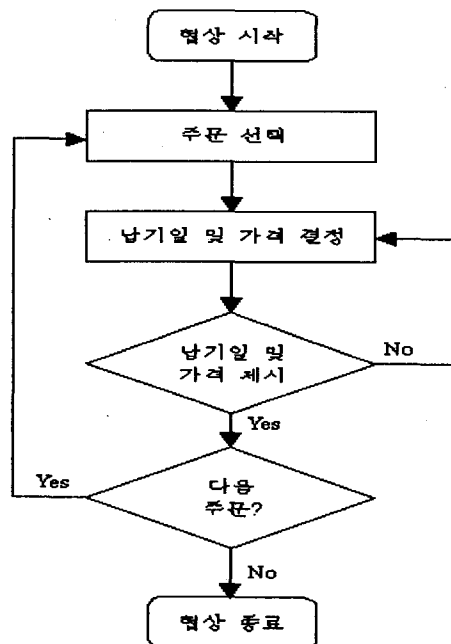
예를 보이기 위해 Elbow의 주문조합별 단일 가격과 구간 가격을 <표 7>의 납기일별로 임의로 작성해 보면 다음의 <표 8>과 같으며 괄호 안은 그때의 이익을 의미한다.

<표 8> Elbow의 단일 가격과 구간 가격

	단일 가격방식		
	3개 주문	2개 주문	1개 주문
Elbow	980 (80)	990 (90)	1,000 (100)

	구간 가격방식		
	3개 주문	2개 주문	1개 주문
Elbow	976 (76) ~ 985 (85)	986 (86) ~ 995 (95)	996 (95) ~ 1,105 (105)

주문조합별 납기일과 그에 따른 가격 정보가 생성되면 이제 협상 순서를 정해야 한다. 먼저 순차적 협상의 전략은 이익이 큰 주문부터 협상을 시작하여 순차적으로 다음 주문으로 협상을 진행하는 방법이다. <표 6>에서 보면 Cake box가 이익이 가장 크므로 이를 시작으로 다음에는 Picnic case, Elbow 순으로 협상을 진행하며 이익이 같을 경우 요구 납기일과 예상 납기일의 차이가 작은 주문부터 시작한다. 왜냐하면 예상 납기일과 구매자가 요구한 납기일과의 차이가 작을수록 협상 성공의 여지가 높기 때문이다. 또한 납기일은 3개 주문을 모두 생산할 경우의 납기일부터 시작하는데 이는 이익의 극대화 전략과 고객과의 지속적인 관계를 유지하기 위한 것이다. 더욱 중요한 것은 납기일이 가장 느린 것부터 시작하여만 협상이 진행되는 과정에서 이익요소로 본 협상의 우선순위가 변하지 않기 때문이다. 이상을 흐름도 (Flow Chart)로 표현하면 다음의 [그림 2]와 같다.

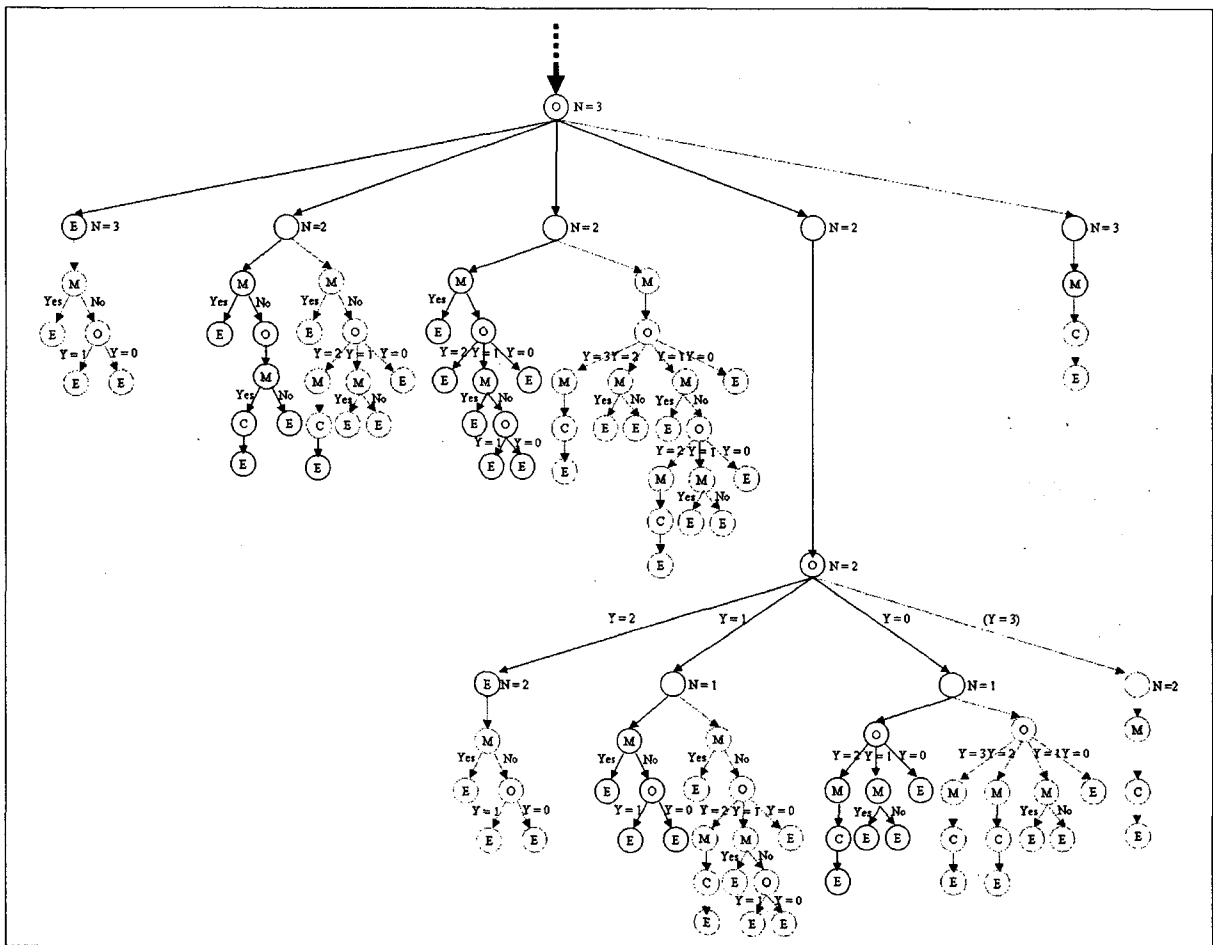


[그림 2] 순차적 협상방법



다음으로 다수의 협상 상대자와 동시에 협상하는 방법에서는 경우의 수와 이익이 극대화되는 주문 집합을 고려해야 한다. 앞의 Cake box, Picnic case, Elbow를 예로 살펴해보도록 한다. 설명의 편의상 Cake box를 C1, Picnic case를 C2, 그리고 Elbow를 C3로 두고 이익이 큰 주문 순으로 나열하였다. 사출금형 제조업체는 먼저 이 세명의 협상 상대자에게 세 주문을 모두 소화할 수 있는 납기일과 그때의 가격을 제시하게 된다. 각 주문자들은 응답을 하게 되고 이때 긍정적 대담을 보내오는 경우의 수는 4가지 즉 모두 긍정적 응답을 한 경우, 두명이 긍정적 응답을 한 경우, 한명만 긍정적 응답을 한 경우, 그리고 모두 부정적인 응답을 보내온 경우이다. 첫번째로 모두 긍정적 응답을 한 경우에는 여기서 협상이 끝나게 된다. 두번째 경우인 두명이 긍정적 대담을 한 경우

에는 이 두명의 이익의 합이 다른 조합보다 크가를 살펴 보아야 한다. 예로 긍정적 응답을 C2와 C3가 했다면 이는 (C1, C2) 또는 (C1, C3)의 조합보다 이익이 작으므로 C1에게 새로운 협상 메시지를 보낼 필요가 있다. 이때는 이미 세 주문을 모두 생산 할 수 없으므로 2개 주문 조합의 예상 납기일을 제시하고 이때의 가격은 나머지 두개의 주문보다 높은 수준까지 제시할 수 있을 것이다. 세번째로 한명만 긍정적 응답을 보내온 경우를 보면 부정적 응답을 보내온 협상 상대자가 두명이므로 세 주문을 모두 소화할 수 있는 납기일로는 협상의 여지가 없는 경우이다. 따라서 이 경우에는 부정적 응답을 보내온 상대자에게 보다 빠른 납기일을 제시하게 된다. 이 경우 만약 이전에 부정적 응답을 보내온 두명의 협상 상대자가 새로운 납기일에 모두 긍정적 응답을 하는 경



[그림 4] 동시 협상에서의 협상 흐름도

우에는 세명의 협상 상대자 모두 긍정적 응답을 하게 된 것이므로 이중에서 가장 이익이 작은 주문은 포기해야 한다. 왜냐하면 제시한 납기일이 세 주문을 모두 소화할 수 있는 납기일이 아닌 두 주문을 소화할 수 있는 납기일이기 때문이다. 마지막으로 모두 부정적 응답을 한 경우에는 세 주문을 모두 소화할 수 있는 납기일에 모두 부정적인 응답을 한 것이므로 세사람에게 2주문을 소화할 수 있는 납기일을 각각 제시하여야 한다. 한가지 고려해야 할 사항은 두 주문을 소화할 수 있는 납기일을 세사람에게 제시하였는데 세사람 모두 긍정적 대답을 하게 되면 앞의 경우와 마찬가지로 이익이 가장 작은 한 주문을 취소해야 한다. 이를 그림으로 도식화 해보면 다음의 [그림 4]와 같으며 사용되는 기호를 요약하면 다음과 같으며 실선의 의미는 상위 단계에서 이어진 흐름을 의미한다.

- N: 특정 시점에서의 생산가능 주문의 수
- Y: 경우의 수로서 긍정적 응답 메시지의 수
- $\sigma$ : 사출금형 제조업자가 보내는 메시지(offer)
- $\tau$ : 협상 종료
- $\mu$ : 이익 극대화를 검사하는 프로세스
- $\alpha$ : 주문의 취소(cancel)

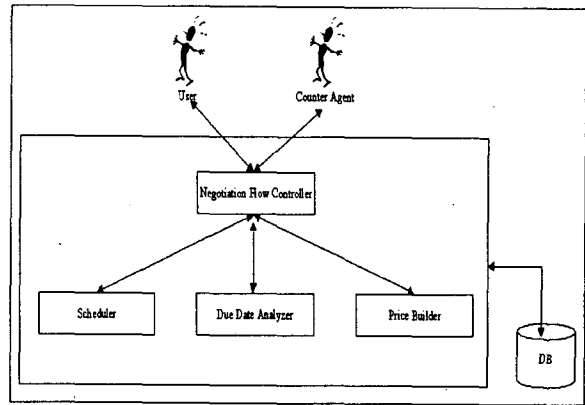
### 4.3 협상 에이전트의 구조

이상에서 살펴본 바를 토대로 본 연구의 협상 에이전트의 구조를 살펴 보면 다음의 [그림 5]와 같이 크게 4가지 모듈로 구성되어 있으며 각 모듈의 개략적 기능은 다음과 같다.

- **Negotiation Flow Controller:** 협상 순서를 관리하는 모듈로 사용자가 순차적으로 할 것인지 동시에 할 것인지를 결정하면 이에 따른 협상 메시지와 흐름을 관리하며 각 모듈간의 메시지 교환을 통제하며 협상 과정의 내용을 저장한다.
- **Scheduler:** 일정계획의 수립과 최적주문집합을

선정한다.

- **Due Date Analyzer:** 탈락된 주문들의 일정계획 정보를 바탕으로 협상에 사용될 주문조합별 예상 납기일 정보를 생성한다.
- **Price Builder:** 사용자가 단일 가격방식을 사용할지 아니면 구간 가격방식을 사용할지를 정하면 단일 가격방식에서는 주문조합에 따른 예상 납기일별 가격을 산출하며 구간 가격방식에서는 사용자가 선호하는 가격결정함수에 따라 협상 가격을 산출한다. 또한 Price Builder는 협상과정에서 이익이 극대화 되는지를 검토한다.



[그림 5] 협상 에이전트의 구조

### 5. 결론

본 연구에서는 다자간 동시협상을 지능형 통합 에이전트를 이용해 해결하고자 하였다. 특히 자사의 생산능력을 초과하는 주문이 접수되었을 경우 이를 해결하기 위한 일정계획 기반의 최적 주문집합 선정 방법론과 다자간 협상을 지원하기 위한 방법론을 제시하였다. 최적 주문집합 선정의 경우 혼합정수계획법을 사용하였으며 그 유효성을 실험을 통해 검증하였다. 향후 과제로는 협상 에이전트의 구현과 현재 혼합정수계획법으로 되어 있는 일정계획 모형을 주문의 동적 특성과 재일정계획의 필요성을 반영하기 위해 휴리스틱 탐색기법으로 변경할 계획이다.

## 참고문헌

- [1] P. Nunes, D. Wilson, and A. Kambil, The All-in-One Market, *Harvard Business Review* May-June 2000, pp. 19-20.
- [2] J. Rosenschein and G. Zlotkin, *Rules of Encounter: Designing Conventions for Automated Negotiation among Computers*, MIT Press, 1994.
- [3] Robert H. Guttman and Pattie Maes, Agent-mediated Integrative Negotiation for Retail Electronic Commerce, Workshop on Agent Mediated Electronic Trading (AMET '98), <http://www.iiia.csic.es/amet98/AMETprov.html>.
- [4] J. Cheng and M. Wellman, The WALRAS algorithm: A convergent distributed implementation of general equilibrium outcomes, *Computational Economics*, Vol. 12, pp.1-24, 1998.
- [5] T. Sandholm and V. Lesser, Equilibrium Analysis of the Possibilities of Unenforced Exchange in Multiagent System, 14th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI '95), pp. 694-701, 1995.
- [6] S. Y. Su, C. Huang, and J. Hammer. A replicable web-based negotiation server for e-commerce. In 33rd International Conference on System Sciences, Hawaii, 2000.
- [7] OMG Negotiation Facility. <http://www.oms.net/ecdf.html>.
- [8] M. Strobel. Effects of electronic markets on negotiation processes - evaluating protocol suitability. Tech. Report 93237, IBM, Zurich Research Laboratory, Switzerland, 1999.
- [9] Morad Benyoucef and Rudolf K. Keller, A Conceptual Architecture for a Combined Negotiation Support System, <http://www.iro.umontreal.ca/~benyoucef/papers/dexa2000.pdf>
- [10] T. Sandholm. An algorithm for optimal winner determination in combinatorial auctions. In IJCAI, pp. 542-547, Stockholm, Sweden, 1999.
- [11] C. Beam and A. Segev, "Automated Negotiations: A Survey of the State of the Art", CMIT Working Paper 97-WP-1022, May, 1997.
- [12] Maes, Pattie., "Modeling Adaptive Autonomous Agents", *Artificial Life Journal*, edited by C. Langton, MIT Press, Vol. 1, No. 1 & 2, pp. 135-162, 1994.
- [13] A. Chavez and P. Maes, "Kasbah: An Agent Marketplace for Buying and Selling Goods," Proceedings of the First International Conference on the Practical Application of Intelligent Agents and Multi-Agent Technology(PAAM'96), London, UK, Apr. 1996.
- [14] Oliver, Jim R., "A Machine Learning Approach to Automated Negotiation and prospects for Electronic Commerce", <http://opim.wharton.upenn.edu/~oliver27/papers/jims.ps>, 1996.
- [15] Yufei Yuan, Joseph B. Rose and Norm Archer, "A Web-Based Negotiation Support System", *Electronic Market*, Vol. 8, No. 3, pp. 13-17, 1998
- [16] Beam, Carrie, Arie Seggev, and J. George Shanthikumar, "Electronic Negotiation Through Internet-based Auction", CITM Working Paper 96-WP-1019, <http://haas.berkeley.edu/~citm/wp-1019-summary.html>.
- [17] Manne, A. S. "On the Job-Shop Scheduling Problem", *Operations Research* 8(2), (1960).
- [18] Wagner, H. M. "An Integer Linear-Programming Model for Machine Scheduling", *Nav. Res. Log. Quart.* 6(2). (1959).
- [19] Muth, J. F. and Thompson, G. L. "Industrial Scheduling", Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., (1963).