

멀티에이전트 기반 자동협상시스템 개발

최형림[†] · 김현수 · 홍순구 · 박영재 · 박용성 · 강무홍

동아대학교 경영정보학과

Development of an Automated Negotiation System using Multi-Agent Technology

Hyung-rim Choi · Hyun-soo Kim · Soon-goo Hong · Young-jae Park · Yong-sung Park · Moo-hong Kang

Department of MIS, Dong-A University, Busan, 604-714

The rapid expansion of the Internet-related technology has changed the current commercial transaction process. In the physical commercial transaction, most deals are accomplished through the negotiation process except a fixed price system. Thus, the negotiation is essential to conclude the business transactions. Especially, under the e-commerce environment, an automated negotiation system is necessary to respond quickly and flexibly to the diverse environmental changes and also to perform negotiations consistently and effectively. To this end, we develop an automated negotiation system using multi-agent technology. This new system includes such functions as creating negotiation proposals automatically, evaluating the counterpart's proposals, and preparing counter offers

Keywords: negotiation, automated negotiation system, multi-agent technology

1. 서론

컴퓨터와 인터넷의 보급으로 기존 오프라인에서 행해지고 있는 거래의 온라인화가 양적인 측면에서뿐만 아니라 질적인 측면에서도 빠르게 진행되고 있다. 이렇게 온라인화가 진행중인 거래유형으로는 가격만으로 거래가 가능한 일반적인 물품에 대한 거래, 즉 경매나 고정가격거래가 대부분이고 아직까지 가격 외의 다속성을 지닌 물품에 대한 협상거래에 대한 온라인화는 그리 많지 않다. 또한 기존에 연구 및 개발되었던 협상 시스템들도 자동으로 협상을 수행하는 자동협상시스템이 아니라, 사람의 협상을 지원하는 협상지원시스템(Negotiation Support Systems; NSS)이 대부분이었다. 이는 협상이 다속성의 거래항목을 가지고 있고 이 협상항목들 간의 평가가 어려워 자동협상시스템을 개발하기에는 많은 어려움이 따르기 때문이다. 하지만, 자동협상시스템은 전자상거래 환경에서의 다양한 환경변화와 복잡한 문제 등에 보다 빠르고 유연하게 대처하고, 많은 협상을 일관성 있고 효율적으로 수행하기 위해서 필요하다. 전자상거래에서 협상이 활성화되면 많은 협상이 동

시다발적으로 발생하게 될 것인데, 이를 모두 사람이 수행할 수 없을 뿐만 아니라, 협상이 발생할 때까지 무한정 기다리고 있을 수 없다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 협상을 자동으로 수행하는 시스템, 즉 자동협상시스템이 필요하다.

Beam and Segev(1997)은 자동협상을 지원하기 위해서는 온톨로지와 전략이 필요하다고 언급하였다. 온톨로지는 소프트웨어 에이전트에 의미를 부여하는 분류방법의 하나이다. 온톨로지는 유사한 제품들 간의 관계를 명시하는 것으로, 예를 들어 자동차를 분류할 때 소형차, 중형차, 대형차 또는 승용차, 승합차, 트럭 등과 같이 유사한 제품별로 분류할 수 있다. 또한 협상의 배달시간, 배달수량 등과 같은 협상의 중요한 항목들의 분류도 온톨로지에 속할 수 있다. 온톨로지는 이러한 분류들을 정하여 속성이 다른 에이전트들 간의 협상을 지원하기 위해서 필요하다.

전략은 상대의 협상전략분석을 말하는 것으로, 이를 통해 상대의 협상안을 미리 파악하여 그에 대응하는 협상안을 제시할 수 있다. 예를 들어 상대가 가격에 민감하게 반응한다고 분석이 되었을 경우에는 가격은 상대가 예상하는 가격에 맞추고 대신 납기일과 같이 다른 협상항목의 값을 자신의 예상값보다 더

본 연구는 한국학술진흥재단의 협동연구지원 과제(과제번호:B00051)의 지원을 받아 수행되었음.

[†] 연락처자 : 최형림 교수, 604-714 부산시 사하구 하단2동 840번지 동아대학교 경영정보학과, Fax : 207-2827, E-mail : hrchoi@dau.ac.kr
2004년 9월 8일 접수, 1회 수정 후 2005년 2월 10일 게재 확정.

좋게 변화시키는 방법을 고려할 수 있다.

따라서 이러한 온톨로지와 전략을 지원하기 위해서는 협상자를 대신해 거래 상대의 성향을 분석하여 협상전략을 수립하고 상대방의 협상안을 평가할 수 있도록 각 작업들을 수행하는 에이전트들로 구성된 멀티 에이전트 기반의 시스템이 필요하게 되었다. 본 논문에서는 많은 분류가 필요하지 않고 공통 속성들을 지닌 에이전트를 이용한 단순한 문제를 다루었으므로 온톨로지 보다는 전략에 초점을 두고 자동협상시스템을 개발하였다.

본 논문에서는 먼저 제2장에서 협상지원시스템과 자동협상시스템의 개념에 대해서 알아보고 기존의 자동협상시스템들을 분석하여 그 결과를 보여준다. 제3장에서는 이러한 시스템들의 한계점을 지원할 수 있도록 개발된 자동협상시스템의 구조 및 세부기능을 제시하고 제4장에서는 시스템의 타당성을 조사하기 위해 실제 사례를 적용한 결과에 대해 기술한다. 마지막으로 제5장에서는 개발된 자동협상시스템의 기여점과 차후 연구 및 개발되어야 할 내용을 언급하게 된다.

2. 기존의 협상시스템 분석

협상을 온라인으로 지원하기 위한 연구들은 현재 많은 분야에 걸쳐 진행되고 있다. 이러한 연구들은 크게 두 가지로 구분될 수 있는데, 첫째는 사람의 개입을 최소화하여 협상 수행할 수 있는 자동협상시스템이고, 둘째는 협상자동화보다는 협상과정을 지원해 주는 이른바 협상지원시스템(Negotiation Support System; NSS)이다. 자동협상시스템은 대부분 멀티 에이전트시스템을 기반으로 개발되어 왔는데, MIT 대학의 Kasbah, Tete-a-Tete가 대표적인 시스템이다.

Kasbah는 멀티 에이전트 기반 C2C 거래 시스템으로 판매 또는 구매하려는 물품에 대해 에이전트를 생성하고 이러한 에이전트를 통해 자동으로 협상을 지원하는 시스템이다. <그림 1>에서 보는 것처럼 Kasbah의 에이전트는 판매자 또는 구매자가 최초 제안가격과 최종 제안가격을 입력하고 협상의 종료 시점을 명시한 후 감소(증가)함수를 선택하여 자동으로 협상을 진행하게 된다. Kasbah는 에이전트 간에 협상을 자동으로 수행할 수 있도록 지원하는 자동협상시스템이지만 가격이라는 한 협상항목에 대해 협상을 진행하므로 다속성의 문제를 가지는 실세계의 협상을 지원하지 못하는 한계점이 있다. 또한 에이전트가 직접 협상전략을 생성하지 않고 사람이 직접 상대방의 성향을 분석하고 협상전략을 입력하기 때문에 완전 자동으로 협상을 수행하는 것은 아니다.

Tete-a-Tete는 Kasbah보다 진보된 자동협상시스템이다. Kasbah가 가격이라는 하나의 협상항목을 이용하여 판매자 에이전트와 구매자 에이전트가 협상을 진행한 것에 반해 Tete-a-Tete는 <그림 2>와 같이 warranty(보증), delivery time(납기일), service contract(계약), return policy(반품방침), loan options(대여 옵션), gift services(제공서비스), 그리고 merchant value-added services(부가서비스)와 같은 다양한 협상항목들에 대한 자신의

선호도를 조정하면서 협상을 진행한다. 그리고 Tete-a-Tete는 사용자에게 의해 미리 입력되어진 다속성 효용을 이용하여 상대방의 협상안을 평가하며, 이 효용을 통해 자신의 선호도에 따른 협상안을 작성해 상대방에게 제시한다.

Tete-a-Tete는 도메인을 선정하여 협상항목을 미리 정해야만 하기 때문에 다양한 도메인을 지원하기에는 한계점을 가지고 있고, Kasbah와 마찬가지로 협상 수행 시 사람의 개입을 필요로 한다. 즉, 사람이 협상전략을 수립하여 에이전트에게 입력하는 형태로 수행하기 때문에 자동으로 협상을 수행하지 못한다.

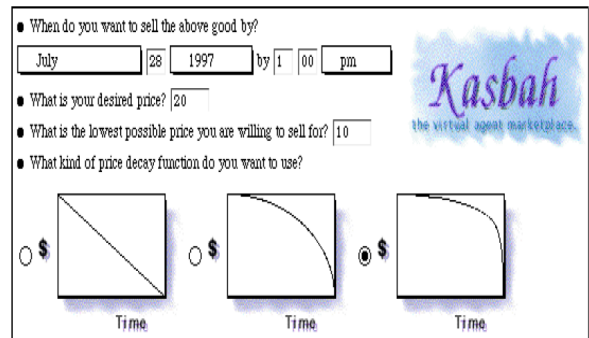


그림 1. Kasbah.

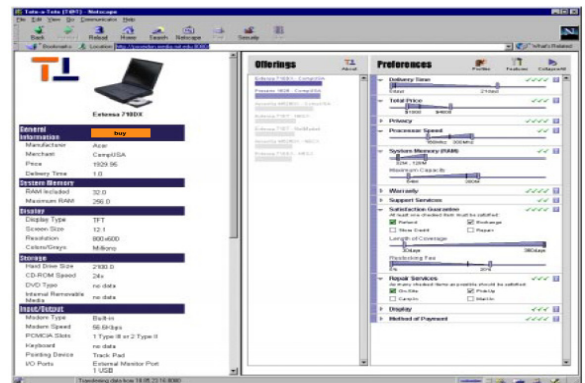


그림 2. Tete-a-Tete.

출처 : Maes, P., Guttman, R.H., Moukas, A.G., "Agent that Buy and Sell: Transforming Commerce as we Know It," MIT Media Lab, March 1998.

<표 1>은 자동협상에 필요한 기능을 Automated Negotiation Strategy, Negotiation Evaluation, Negotiation Message Creation으로 정의하고, 기존의 협상시스템과 본 연구에서 개발한 자동협상시스템을 제공기능의 관점에서 비교하였다.

표 1. 기존 협상시스템과의 비교

| 협상 기능 | Kasbah | T@T | MANS |
|--------------|--------|-----|------|
| 1. 자동협상전략 수립 | | | ☑ |
| 2. 협상 평가 | ☑ | ☑ | ☑ |
| 3. 협상안 작성 | ☑ | ☑ | ☑ |

앞에서 본 바와 같이 Kasbah와 Tete-a-Tete는 대표적인 자동협상시스템으로, 다른 자동협상에 관한 연구에 많은 기여를 하고 있다. 하지만 이 두 시스템은 Strategy를 지원함에 있어 에이전트가 자동으로 협상전략을 수립하는 것이 아닌 사용자의 입력으로 협상전략을 수립하기 때문에 완전하게 자동으로 수행할 수 없는 한계를 가진다. 하지만 본 논문에서 개발한 자동협상시스템은 이전의 협상결과를 분석하여 자동으로 협상전략을 생성하고 수립된 협상전략을 토대로 상대방의 협상안을 평가하고 그에 대응하는 협상안을 자동으로 생성 및 전송하게 된다. 즉 협상을 자동으로 수행할 수 있다.

3. 멀티에이전트 기반 자동협상시스템 (Multi-agent based Automated Negotiation System; MANS)

3.1 MANS의 구조 및 세부 기능

본 논문에서 개발된 MANS는 앞서 조사한 Kasbah와 Tete-a-Tete의 한계점이었던 자동 협상전략 생성기능 외에도 협상안 평가 및 협상안 작성의 기능을 제공하고 있다. 또한 에이전트 간의 협상을 중개해 주기 위해서 에이전트의 관리를 담당하고 있는 에이전트 서버를 제공하고 있다. 기본적으로 에이전트와 에이전트 서버는 Message 클래스로 협상안을 작성하여 Conversation 클래스를 통해 교환하게 된다. 그리고 에이전트 서버는 ServerNegoManager, 에이전트는 ClientNegoManager에 의해 전송받은 메시지를 Parsing하게 되며 이 메시지에 대해 대응하는 행위를 하게 된다. MANS는 Choi *et al.*(2003)에서 제시한 MAFNS(Multi-Agent Framework for Negotiation System)를 기반으로 구현되었으며 세부 구조 및 클래스는 다음과 같다.

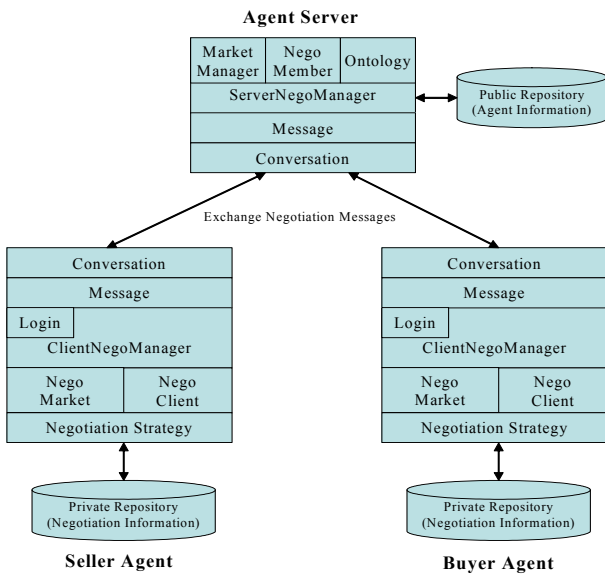


그림 3. MANS의 구조 및 세부 클래스.

- AgentServer
에이전트의 인증을 담당하고 에이전트 간의 메시지 교환을 중개해 준다. 생성된 에이전트는 NegoMember 클래스에 정보를 등록하게 되며 MarketManager 클래스로 생성되어 있는 대기실에 자동으로 등록되게 된다. ServerNego-Manager 클래스는 이러한 에이전트의 생성뿐만 아니라 에이전트 간의 협상안 교환을 중개해 주며 또한 에이전트의 서버 등록을 지원해 준다.

- Agent
협상자가 AgentServer에 접속하여 협상 대상자를 검색하고 협상을 진행할 수 있도록 구현되었다. 협상자는 Login 클래스를 통해 AgentServer에 접속하게 된다. 에이전트 서버의 대기실 정보는 NegoMarket 클래스에서 볼 수 있으며 협상 상대자를 검색할 수 있다. 검색되어진 협상 상대자와는 NegoClient 클래스로 협상안 교환을 하거나 자동으로 협상을 진행하게 된다. 자동협상은 NS(Negotiation Strategy) 클래스에 협상전략 수립과 협상안 평가를 요청하여 진행한다.

3.2 NS(Negotiation Strategy)

본 논문에서 연구 및 개발한 MANS는 기본적으로 협상안을 교환할 수 있는 환경을 제공하고 있으며 에이전트를 등록하여 자동으로 상대방의 성향을 분석하고 자신의 협상전략을 세워 수신된 협상안을 평가하는 기능을 제공하고 있다. 이러한 협상전략 분석 및 협상안 평가 기능은 NS(Negotiation Strategy) 클래스를 통해 지원된다.

NS는 크게 협상전략 분석과 협상안 평가의 2가지 기능으로 구분되어진다. 먼저 협상전략 분석 기능은 상대방의 협상전략과 자신의 협상전략을 파악하기 위한 것으로, 진행중인 협상안들과 협상결과를 저장하는 부분, 그리고 저장되어진 값들을 이용하여 협상전략을 수립하는 부분으로 나누어진다. 협상안 평가 기능은 세워진 협상전략을 통하여 자신의 협상안을 작성하고 상대방의 협상안과 비교하여 Accept 또는 Reject 여부를 판단한다.

NS는 협상 진행중 필요한 협상전략 생성 및 협상안 평가를 지원하기 위한 클래스이다. 앞서 언급하였던 것처럼 MANS에서는 협상안을 MADM(Multi-Attribute Decision Making, Kim *et al.*(2000), Zanakis *et al.*(1998)) 문제로 인식하여 협상전략을 생성하고 상대의 협상안을 평가한다. 세부 메서드는 다음과 같다.

- NegotiationStrategy(int analysis_method_type, String counter_id)
- NS의 생성자
- 적용될 평가방법론(analysis_method_type)과 상대방의 ID(counter_id)가 파라미터로 필요
- getInitialValue(int nego_item_no)
- 생성된 협상전략을 통해 판단되는 초기제안값(Initial Value) 제시
- 협상항목의 번호(nego_item_no)에 맞는 초기제안값을 리턴

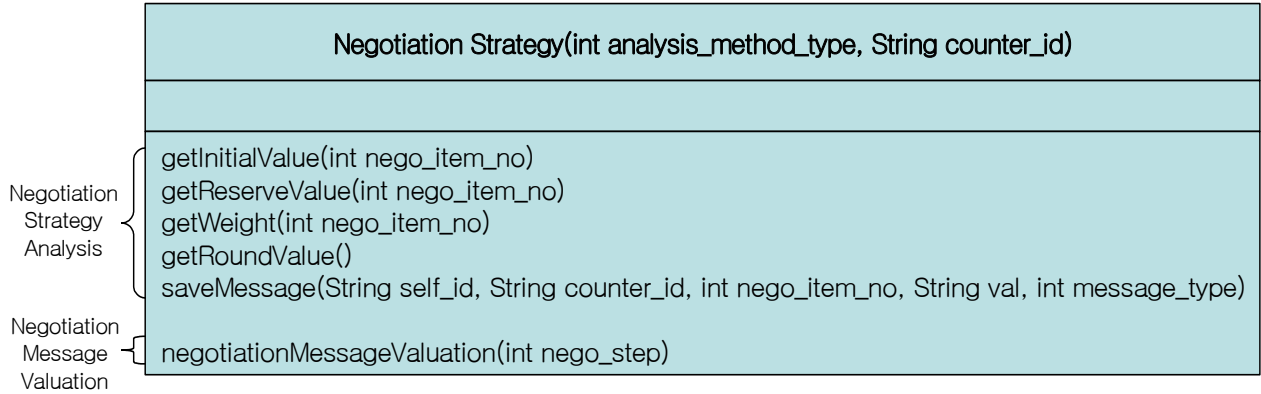


그림 4. NS(Negotiation Strategy)의 세부 메서드.

- `getReserveValue(int nego_item_no)`
 - 생성된 협상전략을 통해 판단되는 최후제안값(Reserve Value) 제시
 - 협상항목의 번호(nego_item_no)에 맞는 최후제안값을 리턴
- `getWeight(int nego_item_no)`
 - MADM을 이용해 자신의 이전 협상들을 분석하여 각 협상 항목들의 상대적인 가중치(wj)를 자동으로 산출
- `getRoundValue()`
 - 상대방의 협상 성향을 분석하여 몇 번에 걸쳐 협상을 진행할 것인지 리턴
- `negotiationMessageValuation(int nego_step)`
 - 상대방에게서 받은 협상안 평가
 - 상대방의 협상안을 Accept할 경우 true를, Reject할 경우 false를 리턴
- `saveMessage(String sender_id, String receiver_id, int nego_item_no, String val)`
 - 협상중 발생하는 모든 협상안들을 DB에 저장
 - 추후에 이를 분석하여 협상전략을 생성하고 협상안을 평가하게 됨

NS에서는 상대방의 협상안과 자신의 협상안을 비교하기 위하여 다요소 의사결정방법(Multi-Attribute Decision Making; MADM)을 사용하였다. MADM 방법은 기준이 다른 척도를 가진 협상항목들을 동일한 기준으로 정형화하여 각 협상안들을 서로 비교할 수 있도록 각 대안들에 대해 평가값을 보여주며 또한 각 항목들 간에 대해 주관적인 가중치를 부여할 수 있어 최적의 대안을 찾을 수 있도록 지원한다.

MADM 방법을 본 논문에 적용하기 위해 다음과 같이 기호를 정의한다.

- n : 전체 속성의 수
- m : 전체 협상안의 수(m=2)
- A_i : i번째 협상안, i=1, 2(1:상대방 협상안(구매자), 2:자신의 협상안(판매자))

C_j : j번째 속성

x_{ij} : 협상안 A_i의 속성 C_j에 대한 값, i번째 협상안에서 가격과 납기일

$$D = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & C_3 \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \end{matrix} & \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{13} \\ x_{21} & x_{22} & x_{23} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

P_{ij} : 평가치 x_{ij}를 폐구간[0, 1] 상에서 속성별로 표준 정규화한 값, i=m, j=n

E_j : 속성 C_j에 대한 정규화 값 P_{ij}의 엔트로피 값, 0 ≤ E_j ≤ 1, j=n

d_j : 속성 C_j의 평가치에 의해 제공되는 정보에 대한 다양함의 정도, d_j = 1 - E_j, j=n

s_j : 의사결정자가 속성을 고려하여 설정한 주관적 가중치, 0 ≤ s_j ≤ 1, j=n

w_j : 다양함의 정도 d_j에 의해 구해지는 정규화된 가중치, 0 ≤ w_j ≤ 1, j=n

W_j^{*} : 엔트로피 척도에 의해 구해진 속성별 가중치, 0 ≤ W_j^{*} ≤ 1, j=n

S_i : A_i에 대한 C_j의 P_{ij}와 엔트로피 척도에 의한 W_j^{*}를 곱한 값들의 합, i=1,2, j=n

MADM 방법에서는 다음과 같은 공식으로 가중치 변환과 엔트로피 값을 구하게 된다.

$$p_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad (1)$$

$$E_j = -k \sum_{i=1}^m p_{ij} \ln p_{ij} \quad (k = \text{상수}, 1/\ln(m)) \quad (2)$$

$$d_j = 1 - E_j \quad (3)$$

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j} \quad (4)$$

$$W_j^* = \frac{s_j w_j}{\sum_{i=1}^n s_i w_i} \quad (5)$$

판매자가 구매자의 협상안을 <표 2>와 같이 제공받았을 경우, 자신의 협상안과 구매자의 협상안을 비교하는 절차는 다음과 같다.

표 2. 협상안 비교

| 협상안 | 속성 | 협상안 | | |
|---------------------------|----|-------------------------|--------------------------|----------------------------|
| | | C ₁ (납기일) | C ₂ (가격) | C ₃ (대금지급방식) |
| A ₁ (구매자의 협상안) | | x ₁₁ (20일) | x ₁₂ (20000원) | x ₁₃ (12개월) |
| A ₂ (판매자의 협상안) | | x ₂₁ (23일) | x ₂₂ (18000원) | x ₂₃ (10개월) |

<표 2>에서 A₁은 구매자의 협상안으로서 납기일 20과 가격 20000, 그리고 12개월 분할지급의 값을 가지고 있다. 그리고 A₂는 판매자의 협상안으로서 납기일 23과 가격 18000, 10개월 분할지급의 값을 가지고 있다. 납기일과 가격, 대금지급방식이 서로 상이한 기준을 가지고 있기 때문에 이 협상안들을 비교하기 위해서는 평가지표를 맞추기 위해 엔트로피법을 이용하여 동일한 기준으로 변환시켜야 한다. 엔트로피법을 이용하려면 먼저 표준 정규화 값{p_{ij}}를 구해야 된다. D를 식 (1)에 대입하여 x_{ij}의 표준 정규화 값 {p_{ij}}를 구하면 <식 6>과 같이 나타난다.

$$P = \begin{pmatrix} 0.46 & 0.53 & 0.54 \\ 0.54 & 0.47 & 0.46 \end{pmatrix} \quad (6)$$

이 행렬 P를 식 (2), (3), (4), (5)를 이용하여 풀면 가격과 납기일에 대한 구매자의 E_j, d_j, w_j, W_j^{*}를 구할 수 있다.

표 3. MADM 계산결과

| 구 분 | C ₁ (납기일) | C ₂ (가격) | C ₃ (대금지급방식) |
|-----------------------------|----------------------|---------------------|-------------------------|
| E _j | 0.996485 | 0.998 | 0.99403 |
| d _j | 0.003515 | 0.002 | 0.00597 |
| w _j | 0.44506 | 0.10127 | 0.45367 |
| W _j [*] | 0.72154 | 0.1313 | 0.14711 |
| s _j | 0.5 | 0.4 | 0.1 |

위의 예에서는 사용자의 각 협상항목에 대한 가중치 s_j를 임의로 입력받았다. 하지만 본 논문에서 포함되어 있는 NS의 getWeight 메서드를 이용하여 이전 협상내역들을 MADM으로 분석함으로써 각 협상항목들의 내부적인 가중치(w_j)를 구할 수 있다. 이 값 w_j는 각 협상내역들을 표준화하고 각 협상항목 값의 거리인 d_j를 통해 구해진다. d_j 값은 사용자가 얼마나 협상

항목 값을 많이 변화시키는가, 즉 민감한가를 나타내며 d_j 값을 표준화하여 계산되는 w_j는 가중치가 된다. 예를 들어, 다음 <표 4>와 같은 이전 협상내역들이 있다고 하자.

표 4. 사용자의 이전 협상내역

| | C ₁ (납기일) | C ₂ (가격) | C ₃ (대금지급방식) |
|---|----------------------|---------------------|-------------------------|
| 1 | 20 | 15000 | 12 |
| 2 | 21 | 14000 | 12 |
| 3 | 22 | 13000 | 12 |
| 4 | 23 | 12000 | 10 |
| 5 | 24 | 11000 | 10 |

위의 협상내역을 MADM으로 계산하면 사용자는 납기일에 0.174, 가격에 0.5, 그리고 대금지급방식에 0.326의 가중치 w_j를 가지는 것을 알 수 있다.

이렇게 구해진 엔트로피 값과 식 (7)의 단순 가중합법(Simple Additive Weighting Method; SAW)을 이용하여 구매자의 협상안(A₁)과 판매자의 협상안(A₂)을 비교평가하게 된다.

$$A^* = \left\{ A_i \mid \max_i \left(\sum_{j=1}^n W_j^* x_{ij} / \sum_{j=1}^n W_j^* \right) \right\} \quad (7)$$

(A^{*}는 대안들 중에서의 최적안)

위의 식 (7)에 의해 구해진 구매자의 협상안 평가결과(A₁)는 0.554936이고 판매자가 준비한 협상안의 값(A₂) 0.445064에 비해 크므로 MADM 평가결과에 의해 판매자는 구매자의 협상안에 대해서 수락하게 된다.

일반적으로 사람이 직접 협상을 수행할 경우 상대방을 고려하여 너무 극단적인 협상안을 제시하지는 않는다. 만약 상대방을 고려하지 않고 극단적인 협상안을 제시한다면 당연히 상대방은 거절을 하게 될 것이다. 이러한 협상안의 경우 MADM에서는 극단적인 협상안은 0이라는 평가결과를 나타낸다. 일반적인 협상 거래가 이렇게 극단적인 값을 제시하지 않고 유사한 협상안들을 비교하는 것이 필요하기 때문에 다속성의 평가항목을 가진 문제를 해결할 수 있는 MADM과 같은 방법론이 필요하게 된 것이다.

또한 NS는 협상전략을 수립함에 있어 상대방의 성향을 분석하게 된다. 같은 주문에 대해 이전 협상에서 제시한 최소 납기일과 최대 납기일을 조사하고 그 납기일에 따른 가격을 식 (8)과 같은 공식을 통해 구하게 된다. 또한 총작업 시간은 Choi et al.(2003)의 일정계획 기법을 통해 계산하게 된다.

$$T = T_a + T_b + P_a M + P_b M + D \quad (8)$$

- T_a: 기본 작업 시간
- T_b: 초과 작업 시간
- P_aM: 기본 작업 시 비용
- P_bM: 초과 작업 시 비용
- D: 작업일 수

NS는 앞에서 본 것처럼 협상안들을 MADM 방법으로 평가하여 에이전트에게 그 결과를 제시하고 또한 협상전략을 수립하여 전달한다. 이러한 결과를 토대로 에이전트들은 상대방의 협상안을 받아들일 것인지를 판단하며 협상을 진행하게 된다.

4. 사례 적용

4.1 문제 정의

본 연구에서는 개발된 MANS의 타당성을 조사하기 위해 사례적용을 실시하였다. 사례적용 대상으로는 사출금형 제조업을 선정하였으며 실제 사출금형에 대한 협상문제를 개발된 시스템에 적용해 보았다. 이는 사출금형 생산형태가 다품종소량 생산체제를 따르고 있고, 철저한 주문생산에 의존하는 분야이기 때문에 계약체결이 주로 협상에 의해 이루어지기 때문이다. 사출금형 제조업에서는 협상의 주요항목으로 납기일과 가격이 있는데, 이 두 가지 항목은 Trade-off 관계에 있고, 판매자에게는 이윤항목(Benefit)이고 반대로 구매자에게는 비용항목(Cost)이다. 이러한 제약조건들을 판매자 에이전트에 적용하여 자동으로 협상을 진행하였고 구매자는 에이전트를 생성하지 않고 직접 협상을 진행하였다.

4.2 자동협상 수행

먼저 협상을 진행하기 위해 구매자는 판매자 에이전트에게 제조를 요청하는 금형 제품사양과 납기일을 제시하여 견적을 요청하게 된다. 이에 판매자 에이전트는 구매자가 제시한 납기일에 맞추기 위해서 요구되는 생산가격을 자사의 생산환경과 능력을 고려하여 산정하게 되고 견적결과를 작성하여 구매자에게 전달한다. 이번 사례적용에서는 다음 <그림 5>와 같이 구매자가 "Cake Box" 금형을 납기일 10일에 제조하는 것에 대한 견적을 요청하여 가격 5000이라는 판매자 에이전트의 견적 결과를 받았다.

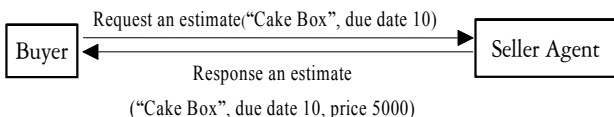


그림 5. 견적요청 및 견적결과.

판매자 에이전트는 견적결과를 전달하고 난 후 구매자의 협상성향을 분석하여 총 10번에 걸쳐 협상을 진행하기로 하고 가격은 4900부터 4000까지, 납기일은 11부터 20까지 순차적으로 협상안을 작성하여 전송하기로 협상전략을 생성하였다. 그리고 판매자의 이전 협상들을 분석하여 가격과 납기일 간의 선호도를 계산하여 가격에 0.45, 납기일에 0.55라는 가중치를 자동으로 산출하였다.

표 5. 판매자 에이전트의 협상전략

| Round | 가격 (0.45) | 납기일 (0.55) | Round | 가격 (0.45) | 납기일 (0.55) |
|-------|-----------|------------|-------|-----------|------------|
| 1 | 4900 | 11 | 6 | 4400 | 16 |
| 2 | 4800 | 12 | 7 | 4300 | 17 |
| 3 | 4700 | 13 | 8 | 4200 | 18 |
| 4 | 4600 | 14 | 9 | 4100 | 19 |
| 5 | 4500 | 15 | 10 | 4000 | 20 |

판매자 에이전트가 보낸 견적결과인 가격 5000과 납기일 10일에 구매자는 가격이 높다고 판단하여 낮은 가격인 4900을 제시하게 된다. 이 때부터 판매자 에이전트는 이미 세워진 협상전략을 토대로 상대방이 제시한 협상안과 자신의 협상안을 비교하여 협상을 진행하게 된다. 판매자 에이전트는 제시한 상대방의 협상안과 자신의 협상안을 비교해 본 결과, 자신의 협상안인 가격 4900, 납기일 11이 평가 값이 높다고 판단하여 자신의 협상안을 구매자에게 전달하게 된다.

표 6. 1Round에서의 협상결과

| Round | 판매자 에이전트 | | | 구매자 | | |
|-------|----------|-----|---------|------|-----|---------|
| | 가격 | 납기일 | MADM 결과 | 가격 | 납기일 | MADM 결과 |
| 1 | 4900 | 11 | 1.0 | 4900 | 10 | 0.94993 |

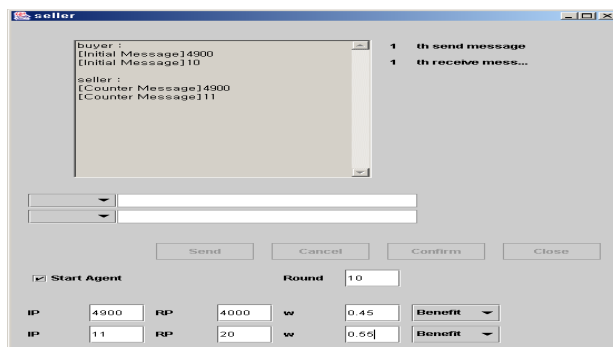


그림 6. 1Round에서의 협상화면.

2Round에서 구매자는 판매자 에이전트가 제시한 가격 4900과 납기일 11일에 대해서 판단해 본 결과, 납기일 11일에는 가격 4800이 적정선이라 생각하고 판매자 에이전트에게 가격 4800, 납기일 11의 협상안을 전달한다. 판매자 에이전트는 자신의 협상전략에 맞게 이 협상안을 평가해 본 결과, 자신의 협상안보다 낮다고 판단하게 되고 자신의 협상안을 구매자에게 전달하게 된다.

표 7. 2Round에서의 협상결과

| Round | 판매자 에이전트 | | | 구매자 | | |
|-------|----------|-----|---------|------|-----|---------|
| | 가격 | 납기일 | MADM 결과 | 가격 | 납기일 | MADM 결과 |
| 1 | 4900 | 11 | 1.0 | 4900 | 10 | 0.94993 |
| 2 | 4800 | 12 | 1.0 | 4800 | 11 | 0.95411 |

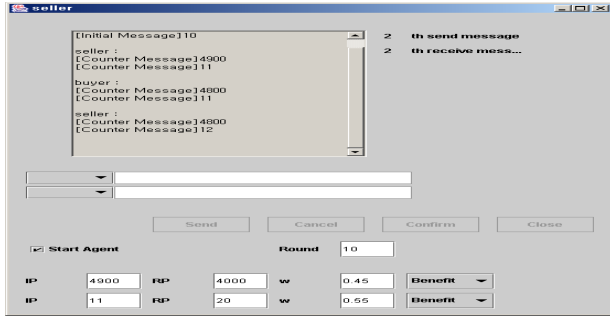


그림 7. 2Round에서의 협상화면.

3Round에서도 역시 구매자는 판매자 에이전트가 제시한 협상안에 대해 만족하지 못하고 다른 협상안을 제시하게 된다. 이에 판매자 에이전트도 구매자의 협상안을 낮게 평가하여 판매자 에이전트가 세우 놓은 3Round에서의 협상안을 전달하게 된다.

표 8. 3Round에서의 협상결과

| Round | 판매자 에이전트 | | | 구매자 | | |
|-------|----------|-----|---------|------|-----|---------|
| | 가격 | 납기일 | MADM 결과 | 가격 | 납기일 | MADM 결과 |
| 1 | 4900 | 11 | 1.0 | 4900 | 10 | 0.94993 |
| 2 | 4800 | 12 | 1.0 | 4800 | 11 | 0.95411 |
| 3 | 4700 | 13 | 1.0 | 4700 | 12 | 0.95765 |

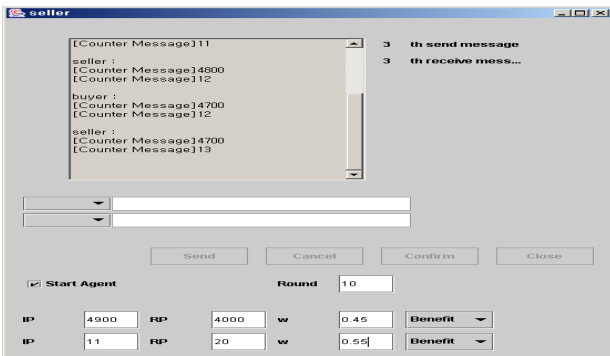


그림 8. 3Round에서의 협상화면.

4Round에서 구매자는 판매자 에이전트가 제시한 가격 4700, 납기일 13의 협상안을 만족하지 못하였다. 이때 구매자는 납기일을 늘이는 대신에 가격을 낮추자는 판단을 하고 가격 4500, 납기일 15의 협상안을 제시하게 된다. 판매자 에이전트는 이 구매자의 협상안을 자신의 4Round 협상안인 가격 4600, 납기일 14보다 높게 판단하여 판매자 에이전트는 구매자의 협상안에 Accept를 하게 된다.

표 9. 4Round에서의 협상결과

| Round | 판매자 에이전트 | | | 구매자 | | |
|-------|----------|-----|---------|------|-----|---------|
| | 가격 | 납기일 | MADM 결과 | 가격 | 납기일 | MADM 결과 |
| 1 | 4900 | 11 | 1.0 | 4900 | 10 | 0.94993 |
| 2 | 4800 | 12 | 1.0 | 4800 | 11 | 0.95411 |
| 3 | 4700 | 13 | 1.0 | 4700 | 12 | 0.95765 |
| 4 | 4600 | 14 | 0.9633 | 4500 | 15 | 0.99022 |

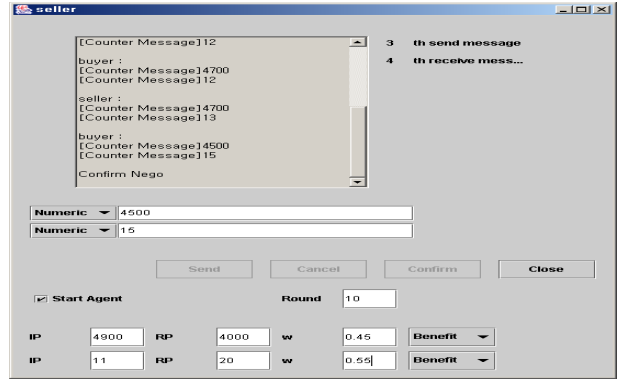


그림 9. 4Round에서의 협상화면.

다음의 <그림 10>은 판매자 에이전트와 구매자 간에 수행되었던 건적의뢰, 건적결과 발송, 그리고 협상과정 및 결과에 대해서 보여주고 있다.

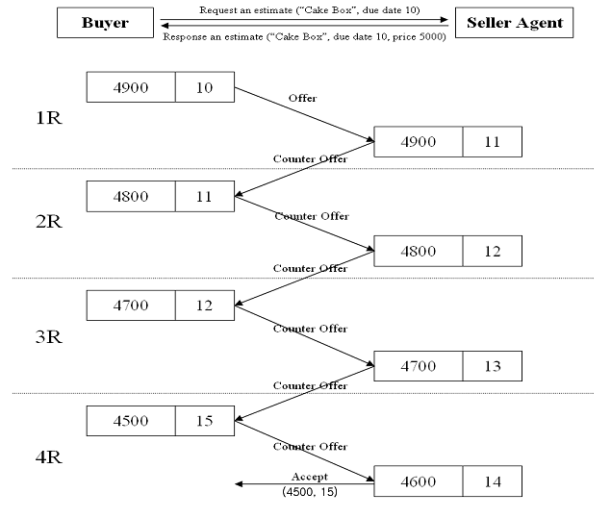


그림 10. 판매자 에이전트와 구매자의 협상과정.

본 연구에서 개발한 MANS를 실제 사출금형산업의 협상문제에 적용하여 시스템의 적절성과 효용성을 확인하였다. 다른 협상 시스템들과의 비교를 통한 MANS 고유의 특성이나 장점을 보여주지는 못했지만 위의 사례적용으로 MANS가 사람의 개입을 최소화하여 자동으로 협상안을 평가하고 작성하며 협상을 진행하는 것을 볼 수 있다.

5. 결론

협상이라는 거래 프로세스 자체가 환경변화에 민감하고 또한 고려해야 할 사항들이 많아 연구에 많은 어려움이 따랐다. 그렇기 때문에 이렇게 많은 어려움이 따르는 협상문제를 다룰 수 있는 시스템의 개발은 거의 없었다. 이미 연구되었던 협상

시스템들도 대부분 협상을 지원하기 위한 협상지원시스템이었으며 기존의 Kasbah나 Tete-a-Tete와 같은 자동협상시스템들 역시도 이러한 자동협상프로세스를 완벽하게 지원하고 있지는 않다. 본 연구에서는 협상전략 수립 및 협상안 평가, 협상안 생성을 자동으로 수행하여 협상을 수행할 수 있는 자동 협상 시스템인 MANS를 개발하였다. 그리고, MANS를 실제 사출금형산업에서 발생하는 협상문제를 적용하여 그 적절성과 효용성을 확인하였다. 본 연구는 자동협상시스템 개발의 가능성을 제시하였고, 더욱 진보된 자동협상시스템 개발의 기반을 마련하였다.

향후 연구주제는 협상 대상자의 성향을 반영하고, 다양한 협상 대상자의 성향에 따라 다른 협상전략을 수립하여 이에 따른 협상행동을 수행할 수 있는 에이전트 Action-Rule 생성기능이 지원되어야 할 것이다.

참고문헌

Beam, C. and Segev, A.(1997), Automated Negotiations: A Survey of the State of the Art, CMIT Working Paper 97-WP-1022.
 Chavez, Anthony, and Maes, P.(1996), Kasbah: An Agent Marketplace for Buying and Selling Goods, MIT Media Lab.
 Choi, H.R., Kim, H.S., Hong, S.G., Park, Y.J.(2003), Park, Y.S., Kang, M.H.,

A Design of Multi-Agent Framework to Develop Negotiation Systems, *Journal of Intelligent Information Systems*, 9(2), 155-169.
 Choi, H.R., Kim, H.S., Park, B.J.(2003), A Genetic Algorithm-based Scheduling Method for Job Shop Scheduling Problem, *Korean Management Science Review*, 20(1), The Korean OR/MS Society, 51-64.
 Faratin, P., Sierra, C., Jennings, N.R.(2002), Using similarity criteria to make issue trade-offs in automated negotiations, *Artificial Intelligence* 142, ELSEVIER, 205-237.
 Fatima, S.S., Wooldridge, M., Jennings, N.R.(2004), An agenda-based framework for multi-issue negotiation, *Artificial Intelligence* 152, ELSEVIER, 1-45.
 Kim, S.H., Jeong, B.H., Kim, J.K.(2000), Decision Analysis and its Application, 4th ed., Youngchi.
 Lennon, J., Liu, H.(2002), HWONS: A Hyperwave Online Negotiation System, Proceedings of of E-Learn '02, Montreal, AACE, 573-577.
 Maes, P., Guttman, R.H. and Moukas, A.G.(1998), Agent that Buy and Sell: Transforming Commerce as we Know It, MIT Media Lab.
 Paula, E. G., Ramos, F. S. and Ramalho, G. L.(2001), Bilateral Negotiation Model for Agent-Mediated Electronic Commerce, Agent-Mediated Electronic Commerce III, Springer-Verlag.
 Suarga, Y.Y., Rose, J.B. and Archer, N.(1998), A Web-based Negotiation Support System, *International Journal of Electronic Markets*, 8(3).
 Tete-a-Tete, <http://ecommerce.media.mit.edu/tete-a-tete>
 Zanakis, S., Solomon, A., Wishart, N., Dublisch, W.(1998), Multi-Attribute decision making: A simulation comparison of select method, *European Journal of Operational Research*, 107, 507-529.
 Auction Bot, <http://auction.eecs.umich.edu>



최형립
 서울대학교 경영학 학사
 KAIST 경영과학 석사
 KAIST 경영과학 박사
 현재: 동아대학교 경영정보과학부 교수
 관심분야: 에이전트 시스템, 의사결정지원시스템, 스케줄링



박영재
 부산외국어대학교 경영학 학사
 동아대학교 경영학 석사
 동아대학교 경영학 박사
 현재: 카네기멜론대학 e-SCM Lab. Post-Doc.
 관심분야: 에이전트 시스템, TAC-SCM



김현수
 서울대학교 경영학 학사
 KAIST 경영과학 석사
 KAIST 경영과학 박사
 현재: 동아대학교 경영정보과학부 교수
 관심분야: 자동협상시스템, 에이전트 시스템, 스케줄링



박용성
 동아대학교 경영학 학사
 동아대학교 경영학 석사
 현재: 동아대학교 경영학 박사과정
 관심분야: 에이전트 시스템, 자동협상시스템



홍순구
 영남대학교 경영학 학사
 University of Nebraska-Lincoln 경영학 석사
 University of Nebraska-Lincoln 경영학 박사
 현재: 동아대학교 경영정보과학부 교수
 관심분야: 전자상거래, ERP, 정보시스템 평가



강무홍
 동아대학교 경영학 학사
 동아대학교 경영학 석사
 현재: 동아대학교 경영학 박사과정
 관심분야: 에이전트 시스템, 자동협상시스템, 휴리스틱 알고리즘