

# 인터넷 경매에서의 다중속성 M:N 협상 에이전트

강상의<sup>0</sup>, 송진우, 김택현, 양성봉  
연세대학교 컴퓨터과학과  
{ksuking, fantaros, kimthun, yang}@mythos.yonsei.ac.kr

## Multi-attribute M:N Negotiation Agent for Internet Auction

Sang-Ui Kang<sup>0</sup>, Jin-Woo Song, Taek-Hun Kim, Sung-Bong Yang  
Dept. of Computer Science, Yonsei University

### 요 약

오늘날 대부분의 인터넷 경매 시스템은 단지 가격이라는 단일 속성만을 상품 거래의 절대 기준으로 삼고 있다. 이러한 경매 시스템은 단일 판매자와 다수의 구매자가 경매에 참여하므로 구매자에게 공정한 협상을 할 수 있는 기회를 제공하지 못한다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 제품을 거래할 때 가격 외에도 배달시간, 보증기간 등 다중 속성을 가지고 협상을 수행할 수 있는 지능형 에이전트가 요구된다. 또한 다수의 판매자와 다수의 구매자가 협상을 진행할 수 있는 M:N 지능형 협상 에이전트도 필요하다. 본 논문에서는 Multi-Attribute Utility Theory(MAUT)를 이용하여 다중 속성을 가지고 거래를 하고 각각의 속성별로 거래 우선순위 가중치를 두어 협상하는 경매시스템을 제안한다. 그리고 다수의 판매자와 구매자가 협상을 하여 실제 협상과 차이가 많은 온라인 경매 협상 방법의 문제에 대한 해결방안도 제시하였다. 또한 사용자의 만족도를 높이기 위해 각 에이전트에게 최적의 상대 에이전트와 거래 할 수 있는 예약시스템을 구현하였다. 제안한 모델은 약 85%의 거래 성사비율과 약 80%의 거래만족도를 보여준다.

### 1. 서론

지금까지의 인터넷 경매에서 제품을 거래할 때 가격이라는 단일 속성만을 기준으로 제품을 거래하고 있다. 그러나 현실적으로 소비자가 제품을 구입할 때에는 단지 가격만으로 제품 구입여부를 결정하지는 않는다. 또한 경매 시스템은 단일 판매자와 다수의 구매자가 경매에 참여하므로 구매자들간의 경쟁으로만 경매 가격이 결정되므로 판매자와 구매자 모두에게 공정한 기회를 제공하지 못하는 것이 현실이다.

이러한 문제를 해결하기 위해서 다수의 판매자와 다수의 구매자가 참여하는 협상을 통하여 구매자와 판매자 모두에게 동등한 기회를 제공하는 협상이 진행될 수 있어야 하고 제품을 거래할 때 가격 외에도 배달시간, 보증기간 등 제품의 성질에 다양한 속성에 대해서 협상이 가능한 지능형 에이전트가 요구된다. 다중 속성으로 협상을 할 때는 사용자의 특성에 따라 사용자가 서로 다른 선호도를 가지고 있다는 것을 고려해야 한다.

본 논문에서는 Multi-Attribute Utility Theory(MAUT)[1]를 이용하여 다중 속성을 가지고 거래를 하고 각각의 속성별로 선호도를 두고 또한 거래 우선순위에 따른 가중치 값을 가지고 협상하게 하여 실제 협상과 차이가 많은 온라인 경매 협상방법의 문제를 해결하였다.

경매기간 중에 협상이 성립되었어도 각 속성별로 선호도와 거래 우선순위가 있기 때문에 다른 에이전트와의 거래가 이전에 성립된 에이전트와의 거래보다 높은 선호

도를 가질 수 있다. 본 논문에서는 예약시스템을 통하여 이러한 문제를 해결하였다.

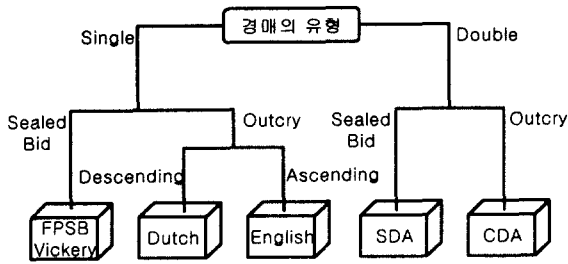
경매기간 동안 각 에이전트들은 거래가 성립된 상대 에이전트들을 예약시스템에 저장한다. 경매기간이 종료된 후 각 에이전트들은 예약시스템에 저장되어 있는 거래 대상자중 자신이 가장 선호하는 거래 상대를 찾아 최종협상결과를 사용자에게 알려 줄 수 있게 하여 사용자의 만족도를 높이게 된다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 우선 2장에서 관련연구 분석을 통해 현 경매 시스템의 동향을 알아본다. 3장에서는 제안하는 다중 속성 M:N 협상 에이전트의 협상절차, 예약시스템을 설명한다. 4장에서 실험결과를 보이고 5장에서 결론을 내리고자 한다.

### 2. 관련연구

보편화된 일반적인 경매의 유형은 [그림1]과 같이 크게 단일경매(single auction)와 다중경매(double auction)로 나누어진다. 또한 입찰방식에 따라 공개입찰(outcry bid)과 비공개입찰(sealed bid)이 있고 입찰가격이 변하는 방식에 따라 오름차순방식과 내림차순방식이 있다. 보통 우리나라 인터넷 경매에서 볼 수 있는 방식은 공개입찰, 오름차순방식이다[2].

이러한 인터넷 경매를 위한 대표적인 시스템으로 Kasbah, AuctionBot, eMediator, 그리고 Fishmarket 등이 있다.



[그림1] 경매의 유형

MIT의 Kasbah는 웹 기반의 멀티 에이전트 시스템으로 인공지능이나 기계학습 방법을 사용하지 않고, linear, quadratic, cubic 등과 같은 단순한 수치함수를 사용하여 수정된 가격을 상대 에이전트가 만족할 때까지 반복적으로 제안하는 방법으로 협상을 진행한다[3].

미시간 대학에서 개발한 가장 일반적인 목적의 인터넷 경매 서버인 AuctionBot은 세가지 에이전트 유형을 제공하고  $M^h$  가격결정 알고리즘을 사용한다. 인터페이스는 웹 인터페이스와 TCP/IP 인터페이스가 있다. 입찰방식은 비공개 입찰방식으로 영국식 경매와 주기적 다중경매, 그리고 Vickrey 경매를 지원한다. 사용자의 편의성에서 단점을 가지고 있는데 사용자의 행위를 대신하여주는 에이전트를 이용한 자동처리 부분은 거의 고려하지 않은 시스템이다[4].

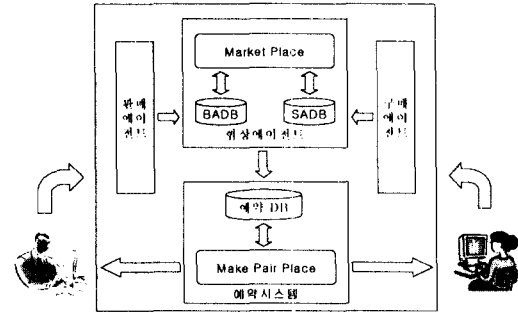
eMediator는 조합경매를 지원하며 다음과 같은 세가지 구성요소가 있다. 다섯 가지 에이전트 중에서 하나를 선택할 수 있는 eAuctionHouse, 인공지능 기법과 게임이론을 이용하여 최적의 낙찰가격을 결정하는 leveled commitment contract optimizer, 상품교환을 안전하게 하는 eExchangeHouse가 있다[5].

스웨덴 인공지능연구소의 FishMarket은 라운드로빈 방식으로 하향식 입찰 프로토콜을 사용하여 가격결정을 한다. KQML(Knowledge Query Manipulation Language)을 에이전트간의 통신언어로 사용하였고 PVM (Parallel Virtual Machine)을 네트워크 부하를 줄이기 위해 사용하였다[6].

### 3. 다중속성 M:N 협상 에이전트

다중속성 M:N 협상 에이전트는 [그림2]와 같이 판매/구매 에이전트, 협상 에이전트, 그리고 예약시스템으로 구성되어 있다.

판매/구매 에이전트는 사용자가 입력한 정보를 협상 에이전트의 데이터베이스(DB)에 저장하고 각각의 상대 에이전트와 거래를 한다. 협상 에이전트는 판매/구매 에이전트가 입력한 DB를 가지고 협상을 진행한다. 그리고 예약시스템은 협상 에이전트에서 거래가 성립된 판매/구매 에이전트 pair들을 DB에 저장하고 협상이 종료된 후 각 pair들 중 판매/구매자 모두에게 최대한의 만족을 줄 수 있는 pair를 찾아 거래를 확정해서 판매/구매자에게 알려준다.



[그림2] 협상 에이전트

### 3.1 Encoding MAUT

임의의 에이전트(A)는 다중 속성  $a_1, a_2, \dots, a_n$ 을 가지고 있다. 한 상품에는 다양한 속성이 있지만 본 논문에서는 개인용 PC를 모델로 하여 가격, 배달시간, 보증기간 등을 예로 시스템을 구현하였다.

속성  $a_i$ 는 도메인(D)을 가지고 있는데, D은 각 속성이 수용할 수 있는 값의 범위를 말한다. 만약  $D_{가격} = [71\text{만원}, 100\text{만원}]$ 이면 71~100만원 사이는 어느 가격이든 A가 수용할 수 있다. 각 속성의 도메인은 전체 도메인을 선호도에 따라 여러 개의 서브 도메인으로 분해할 수 있다. 보통 utility function은 이러한 방법을 사용한다. 각 서브 도메인은 utility 값(선호도)을 상수로 가지고 있다 [7].

본 논문에서는 각 속성의 도메인은 5등분으로 세분화하여 utility 값을 할당하였다. 즉,  $D_{가격} = [71\text{만원}, 100\text{만원}]$ 은  $D_{가격} = [(71, 76), (77, 82), (83, 88), (89, 94), (95, 100)]$ 와 같이 되고 각 서브 도메인 별로 utility 값을 가지고 있다.  $U_{a_i} = [1, 5]$ , 즉, 최소 1에서 최대 5까지의 값을 가진다. utility 값은 각 속성의 서브 도메인의 선호도를 의미한다. 예를 들어, 판매 에이전트에겐 높은 가격에 높은 utility 값이 할당되고 구매 에이전트에겐 낮은 가격에 높은 utility 값이 할당된다[7].

### 3.2 협상 프로세스

사용자는 가격, 배달시간, 그리고 보증기간을 선호도에 따라 입력하고 마지막으로 거래 우선순위를 입력한다. 사용자가 가격을 희망가격과 수용가격으로 입력하면 협상 에이전트가 가격을 자동적으로 도메인을 5개로 나누어 utility 값을 할당한다. 배달시간과 보증기간은 사용자가 직접 선호도를 입력하고 거래 우선순위를 입력한다.

거래 우선순위는 실제 협상할 때 사용자의 개인선호도에 따라 협상할 때 중요하게 생각하는 속성이 다를 수 있는 점을 다루기 위한 것이다. 거래 우선순위 값은  $W_{a_i} = [1, 3]$ 로 3개의 속성에 대한 우선순위에 따라 3, 2, 1의 가중치 값을 갖는다. 협상 기간 동안 각 에이전트는 거래 우선순위가 낮은 속성부터 입찰가격을 양보하기 때문에 거래 만족도를 높일 수 있다.

판매/구매 에이전트는 [표1]의 값을 가지고 협상을 시작한다. 각 에이전트가 제시한 최초입찰가격은 상대 에이전트에 게도 보내어지고 저장된다. 그 후 에이전트는 상대 에이전트로부터 메시지를 기다린다. 거래 성립 메시지가 오면 예약시스템에 거래가 저장되고 그렇지 않은 경우는 거래 우선순위가 낮은 속성부터 선호도를 한 단계씩 낮추어 상대 에이전트에게 값을 제시하는 과정을 반복한다.

협상기간 동안 각 입찰가격을 협상에이전트에 저장하므로 utility 값을 높일 수 있다. 예를 들어 구매 에이전트의 한 속성에 대해서 세 번째로 제시한 조건이 이전에 판매 에이전트가 같은 속성에 대해 첫 번째 또는 두 번째로 제시한 조건과 일치할 경우 거래를 성립하게 하므로 utility 값을 높여 만족도를 높일 수 있다.

선호도	utility 값
가격 1순위	30
배달시간 1순위	
보증기간 1순위	

[표1] 최초입찰가격

3.3 예약시스템

협상이 성립되었어도 각 속성별로 우선순위와 선호도가 있기 때문에 다음에 더 좋은 상대를 만날 수 있는 가능성을 고려해야 한다. 본 논문에서는 각 에이전트에게 최대의 만족을 줄 수 있는 상대 에이전트를 만날 수 있도록 예약시스템 구현하였다.

거래기간 동안 협상 에이전트에서 거래가 성립된 판매/구매 에이전트는 예약시스템에 그 상대 에이전트를 저장하고 거래시간이 종료되면 예약시스템에 저장된 모든 경우의 상대 에이전트 중 자신의 속성의 선호도와 거래 우선순위를 고려하여 자신의 utility 값이 가장 높은 거래 상대부터 거래확정 메시지를 보내게 된다. 상대 에이전트에서 거래확정 메시지가 오면 사용자에게 거래가 성립되었음을 알리고, 그렇지 않은 경우는 두 번째로 높은 선호도 값을 가지는 상대 에이전트에게 거래확정 메시지를 보내게 된다. 협상 동안 거래가 성립될 때까지 이 과정을 반복하므로 각 에이전트에게 최대한 가장 만족할 수 있는 상대 에이전트와 거래가 성립하게 된다.

4. 실험

본 논문에서 제안한 방법을 실험하기 위해서 판매/구매에이전트를 각각 100, 200, 300개씩 각 에이전트 3가지 속성을 랜덤한 방법으로 임의로 만들어 판매/구매 에이전트 비율을 100:100, 200:200, 그리고 300:300으로 실험을 하였다. 각 개수 별로 다른 데이터를 가지고 각 10회 협상을 진행하여 평균값을 내어 [표2]와 같은 결과를 얻었다.

실험 결과 거래 성사비율은 약 85%이고 utility 값으로 본 거래만족도는 약 80%가 나왔다.

$$utility\ 값 = \sum_{i=1}^3 W_{a_i} * U_{a_i} \quad (최대\ utility\ 값 = 30) \quad (1)$$

utility 값은 사용자의 선호도를 의미한다. 즉 사용자가 각 속성에 대해 입력한 선호도와 가중치 값을 의미한다.

- Wai = [1, 3] : 거래 우선순위 가중치 값
- Uai = [1, 5] : 대한 utility 값

	거래 성공 횟수	거래 성공률	평균 utility 값 (최대30)	거래 만족도
Buying Agent	86/100	0.86	23.74355	0.791452
	169.9/200	0.8495	23.65497	0.788499
	256.9/300	0.8563	23.82617	0.794206
Selling Agent	86/100	0.86	25.04107	0.834702
	169.9/200	0.8495	23.61711	0.787237
	256.9/300	0.8563	23.92533	0.797511

[표2] 실험결과

5. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 Multi-Attribute Utility Theory (M)를 이용하여 다중 속성을 가지고 거래를 하는 시스템을 제안하였다.

제품의 속성들의 거래 우선순위를 사용자가 입력하면 속성들에 가중치를 할당하고 M:N으로 협상하므로 실제 협상과 차이가 많은 온라인 경매 협상방법의 문제를 해결하였다. 또한 예약시스템을 만들어 경매기간 동안 거래성립대상자를 만나도 협상이 끝날 때까지 거래를 확정하지 않고 예약시스템에 저장하여 거래기간이 종료된 후 각 에이전트들은 예약시스템에 저장되어 있는 거래 대상자중 자신이 가장 선호하는 거래 상대를 찾을 수 있게 하여 만족도를 높이는 시스템을 구현하였다.

본 논문에서 사용한 데이터는 각 속성들을 랜덤한 방법으로 임의로 만든 데이터이기 때문에 향후 실제 사용자들이 입력한 데이터로 실험할 계획이다. 본 논문에서 제안한 다중속성 M:N 협상방법을 인터넷 경매시스템을 적용하면 전자상거래 활성화를 위한 역할을 수행할 수 있을 것으로 본다.

6. 참고 문헌

[1] Keeny, R. and Raiffa, H. *Decisions with Multiple Objective: Preferences and Value Tradeoffs*, John Wiley & Sons, 1976.  
 [2] <http://www.auction.co.kr>  
 [3] Anthony Chaves, "Kashab: An Agent Marketplace for Buying and Selling Goods." *PAAM '96*, Apr. 1996.  
 [4] Peter R. Wurman, Michael P. Wellman and William. E. Walsh, "The Michigan Internet AuctionBot : A Configurable Auction Server for Human and Software Agents," *Second International Conference on Autonomous Agents*, pp.301-308, 1998.  
 [5] Tuomas Sandholm "eMediator : A Next Generation Electronic Commerce Server," *AAAI Workshop on AI in Electronic Commerce*, AAAI Workshop Technical Report, pp. 46-55, July, 1999.  
 [6] <http://www.iiia.csic.es/Projects/fishmarket/foundations.html>  
 [7] Mihai Barbuceanu and Wai-Kau Lo, "A Multi-Attribute Utility Theoretic Negotiation Architecture for Electronic Commerce," *Proceedings of the fourth international conference on Autonomous agents*, pp.239-246, 2000.