

상호 이익의 보장과 Tip-off 정보를 이용한 다중 속성 협상 시스템

유한청⁰, 양성봉
 연세대학교 컴퓨터과학과
 {hqliu⁰, yang}@cs.yonsei.ac.kr

A Multi-Attribute Negotiation System with Tip-off Information for Reciprocity

Han-Qing Liu⁰ and Sung-Bong Yang

Dept. of Computer Science, Yonsei University

요 약

구매자와 판매자를 대신하는 협상 에이전트는 전자상거래에서의 중요성에도 불구하고 아직까지 현실 생활에 적용될 수 있는 수준에 이르지 못하고 있다. 본 논문에서는 Tip-off 정보를 이용해 상호 이익을 보장하며 협상 결과 및 협상 수행 시간을 동시에 고려한 다중 속성 협상 시스템을 제안한다. 제안 시스템의 성능을 평가하기 위한 기준 시스템으로써 양자간 모든 정보를 가지고 최적 협의를 도출할 수 있는 중개 에이전트 시스템을 구현하고 이를 본 논문에서 제안한 협상시스템과 비교하였다. 본 논문에서 제안한 시스템은 상대방의 모든 정보를 완벽하게 알지 못하는 상황에서 최적의 협의에 가까운 결과를 도출하였고, 협상 수행시간에 있어서는 매우 빠른 성능을 보여주었다.

1. 서 론

구매자와 판매자를 대신하는 협상 에이전트는 전자상거래에서의 중요한 역할에도 불구하고 현실 생활에 적용될 수 있는 수준에 이르지 못하고 있다. 실제 협상에 사용되는 다양한 속성들을 포괄할 수 있는 협상 알고리즘의 개발 및 적용은 매우 어려운 실정이다.

협상 에이전트와 관련된 연구로써 제시된 Kasbah[2] 시스템의 경우, 협상 과정에서 다중 전략을 고려하지만 가격이라는 단일 속성만을 고려하고 있는 단점이 있다. Faratin[3]이 제안한 협상 시스템은 오프라인과 같은 실제적인 협상 환경에서 협상 참여 에이전트간의 상호작용을 위한 메커니즘을 제시하고 있으나, 상호 이익에 대한 보장과 수행시간을 고려하지 않고 있다.

본 논문에서는 협상 상품의 다중 속성을 고려하여 협상을 수행하며, 구매자와 판매자의 이익은 Multi-Attribute Utility Theory(MAUT)[5]를 이용하여 표현하였다. 또한 상호이익의 조건을 충족시키면서 전자상거래의 실시간 특성을 만족시킬 수 있는 협상 에이전트 시스템을 제안하였다. 제안 시스템의 성능을 비교하기 위하여 양자간 최적의 협의를 구하여, 본 논문에서 제안된 시스템의 결과와 비교하였다.

2. 협상 모델

2.1 Multi-attribute Utility Theory

MAUT에서는 구매자와 판매자 쌍방의 상품 속성에 대한 다양한 수요를 반영하기 위하여 각 속성에 대한 가중치와 제안값의 평가 함수를 이용하여 다음과 같은 유틸리티 함수로 나타낼 수 있다.

$$v^k(x) = \sum_{j=1}^n [w_{j_i}^k \cdot v_{j_i}^k(x[j_i])] \quad \sum_{1 \leq j \leq n} w_{j_i}^k = 1, \quad 0 \leq v_{j_i}^k \leq 1 \quad (1)$$

여기서 k 는 구매자(b) 또는 판매자(s)이며, $J = \{j_1, j_2, \dots, j_n\}$ 는 속성 j_i 의 집합($1 \leq i \leq n$)이고, $X = \{x[j_1], x[j_2], \dots, x[j_n]\}$ 는 속성 j_i 에 대한 제안 집합이다. 또한 $x[j_i]$ 는 속성 j_i 에 대한 제안값이며, $w_{j_i}^k$ 는 속성 j_i 에 대한 에이전트 k 의 가중치이고, $v_{j_i}^k(x[j_i])$ 는 속성 j_i 의 제안값에 대한 에이전트 k 의 평가함수를 나타낸다.

2.2 평가 함수 (Evaluation Function)

본 논문에서 각 속성에 대한 가중치와 제안값에 대한 평가함수는 아래의 식(2)로 표현할 수 있다. 여기서 희망값이란 각 속성에 대하여 에이전트가 획득할 수 있는 최대값을 의미 하며, 허용값이란 협상과정에서 각 속성에 대하여 상대방에게 최대한 허용할 수 있는 경계값을 의미한다. 각 속성의 희망값과 허용값 사이에 해당되는 구간을 협상 구간이라고 한다.

$$v_{j_i}^k(x[j_i]) = \frac{\text{희망값} - x[j_i]}{\text{희망값} - \text{허용값}}, \quad 0 \leq v_{j_i}^k(x[j_i]) \leq 1 \quad (2)$$

여기서, $v_{j_i}^k(x[j_i])$ 는 에이전트 k 의 입장에서 속성 j_i 에 대한 제안 $x[j_i]$ 의 평가함수이다.

2.3 협상 모델

본 논문에서 가정한 협상 모델은 특정 상품이 아니라 임의의 다중 속성이 있는 상품을 다량 보유하고 있는 판매업자와 소비자 사이의 전자상거래로 설정하였다. 따라서 각 상품의 속성도 각각 3개, 5개, 7개로써 임의의 속성을 가지며 판매자와 구매자는 모두 각 속성에 대하여 가중치와 희망값 및 허용값을 갖는다. 구매자 및 판매자 에이전트는 이러한 구매자와 판매자의 상품 속성에 대한 각종 정보를 제공 받아 협상을 진행한다.

3 협상 에이전트 시스템 (Negotiation Agent System)

3.1 Tip-off

본 연구에서는 tip-off 정보로 협상을 진행하는 동시에 에이전트는 상대방의 제안에 대해 평가하여 오프라인에서 이루어지는 협상과 유사한 언어 반응을 얻도록 한다. 이러한 보조 정보를 통하여 협상 과정에서 서로에 대한 간단한 정보를 예측한다. 제안에 대한 평가 알고리즘 및 구매자와 판매자의 유틸리티는 앞에서 언급한 방법을 따른다. 본 연구에서는 두 가지 언어를 협상의 보조 정보로 정의한다.

$$W_i: \text{이전 보다 좋은 경우}$$

$$W_i: \text{이전 보다 동일하거나 나쁜 경우}$$

3.2 협상 메커니즘

본 논문에서는 협상하고자 하는 상품의 다중 속성을 고려하여, 임의의 속성에서 자신의 평가값을 낮추고 동시에 다른 속성에서 보상을 받아 상대방 입장에서 가장 유리할 수 있는 제안을 제시하는 메커니즘을 구현한다.

각 속성에 대한 제안값에 대해 가장 작게 변경할 수 있는 정수 단계를 단위 구간으로 정하여 각 속성에 대한 제안값을 n 단위 구간씩 변경할 때, 평가함수의 변경값은 식(3)으로 표현할 수 있다.

$$v(n)_i^k = n \cdot \frac{w_i^k}{\max_i^k - \min_i^k} \quad \cdot 8 \cdot \cdot$$

여기서 \max_i^k 및 \min_i^k 는 각각 속성 i 에 대한 에이전트 k 의 협상 구간에 대한 경계값이며, n 은 0과 $(\max_i^k - \min_i^k)$ 사이의 정수이다. $v(n)_i^k$ 는 속성 i 의 n 단위구간씩 변경할 때 에이전트 k 의 평가함수의 변경값을 나타낸다.

협상시 판매자와 구매자들이 가지고 있는 각 속성마다 가중치와 희망값, 허용값들이 일반적으로 서로 다르므로 식(3)에 의해서 계산되는 변경값도 달라지게 된다. 같은 속성에 대한 양자간 변경값의 차이를 식(4)로 표현할 수 있다.

$$\Delta v(n)_i = v(n)_{i, \text{opponent}} - v(n)_{i, \text{self}} \quad (4)$$

식(4)에서 $\Delta v(n)_i$ 는 한 속성의 n 단위 구간에 대한 양자간 변경값의 차이를 표현한다. $\Delta v(n)_i$ 가 클수록 자신의 해당 속성에 대해 $v(n)_{i, \text{self}}$ 만큼 낮출 때 상대방이 얻을 수 있는 이익이 커지게 된다. 상대방의 모든 정보를 알고 있는 경우에는 $\Delta v(n)_i$ 를 판단하기가 쉽지만 실제 협상과정과 같이 상대방의 모든 정보를 알지 못하는 경우에는 판단이 불가능하므로 본 논문에서는 협상 tip-off 과정에서 tip-off 정보를 이용하여 자신의 각 속성 간의 $\Delta v(n)_i$ 에 대한 순서를 예측한다.

3.3 협상 알고리즘

본 연구에서 각 협상 시스템에서의 협상과정은 그림 1과 같다. 먼저 양자간 협상에 참여한 임의의 에이전트가 상대방 에이전트에게 첫번째 제안을 하고, 제안을 받은 상대 에이전트는 그 제안에 대해 테스트 집합을 작성하여 Tip-off 과정을 수행한다. 향후 협상 진행과정에서는 상대방 제안을 평가하여 받아들이거나(accept), 그렇지 않은 경우 수정된 제안(counter-offer)을 상대방에게 제시한다

3.3.1 Tip-off 과정

협상을 시작할 때 첫번째 제안으로써, 각 속성에 대하여 에이전트의 제안값을 모두 희망값으로 초기화한 후 상대방에게 제안을 한다. 상대방으로부터 첫번째 제안(X_i^{first})을 받고

변경값의 차이를 비교하기 위한 테스트 집합(Testset)을 작성하고, 서로 다른 테스트 집합을 두개씩 다시 상대방에게 제시한다. 여기서 X_i^{first} 는 속성 i 에 대한 상대방의 첫번째 제안값이며, Testset₁는 상대방의 첫번째 제안값을 유지하면서 속성 i 에 대한 제안값만 변경하게 된다. 변경된 제안값을 식(5)로 표현할 수 있다.

$$X_i^{first} \pm n_i \begin{cases} +n_i & \text{if 희망값} < \text{허용값} \\ -n_i & \text{if 희망값} \geq \text{허용값} \end{cases} \quad (5)$$

식(5)에서 n_i 는 $v(n)_{i, \text{self}} = 0.01$ 일때 속성 i 에 해당된 단위 구간수이다.

테스트 집합을 제시한 후 얻어진 상대방의 제안중에 tip-off 정보를 통해 각 속성의 평가값 차이에 대한 순서를 예측한다.

3.3.2 협상 진행과정

협상과정에서 제시된 제안을 상대방이 거절했을 때 에이전트는 자신의 유틸리티를 일부 낮추게 되며 낮아진 유틸리티에 해당하는 제안을 다시 상대 에이전트에게 제시하도록 설정하였다. 매번 자신의 유틸리티를 낮출 때마다 각 속성들의 값을 모두 변경하는 것이 아니라 Tip-off 과정의 테스트 집합을 통해 얻은 속성의 순서대로 하나씩 낮추게 된다. 또 상대방 제안을 통해 상대방의 속성에 대한 희망값과 허용값을 알게 되고 자신의 제안을 수정하도록 한다.

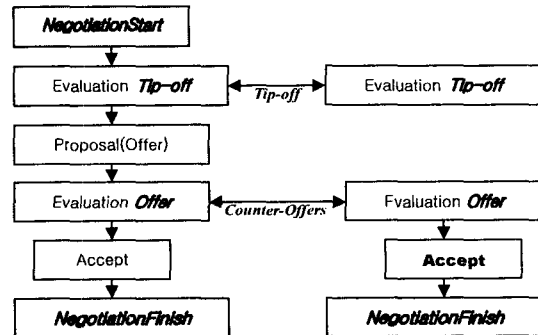


그림 1. Tip-off 정보를 이용한 협상 에이전트 시스템에서의 협상 절차

4 실험 및 실험 결과

4.1 협상 데이터 생성 및 협상 환경

본 연구에서는 상호 이익의 보장이라는 동일 조건하에서 얻은 최적의 협의와 본 논문에서 제안한 tip-off 메시지를 통한 협상 에이전트 시스템(Negotiation with Tip-off Information System, NTIS)과의 협상 결과를 비교한다.

$$\max_i^k : a_i + [0,1] \times s$$

$$\min_i^k : a_i + [0,1] \times s \quad (6)$$

$$w_i^k : [0,1]$$

본 논문에서는 실험을 위하여 식(6)각 같이 α, β 및 S 에 따라 각 속성의 협상 구간 차이가 작고, 각각 3개, 5개, 7개의 속성을 가지는 판매자 및 구매자 데이터를 각각 100개씩 생성한다. 생성된 판매자 및 구매자 데이터 쌍을 협상 데이터 집합으로 구성하고, 속성의 개수에 따라 각각 협상 데이터 집합(I),(II),(III)으로 표기한다. 또한 각 속성간의

협상 구간 차이가 큰 3개 및 5개의 속성을 가진 판매자와 구매자 데이터를 각각 100개씩 생성하여 생성된 데이터 쌍을 속성의 개수에 따라 각각 협상 데이터 집합(IV),(V)로 표기하였다. 각 속성에 대한 가중치는 식(6)에서와 동일한 방법으로 생성하였다. 데이터 집합(I)과 데이터 집합(IV)의 경우는 동일한 3개 속성을 가지며 데이터 집합(•)의 속성간 협상 구간 차이가 데이터 집합(I)보다 더 크다. 데이터 집합(II)와 (V)는 데이터 집합(I),(IV)의 3개 속성 구간을 유지 하면서 2개씩 추가하여 동일한 5개 속성을 가진 데이터 집합으로 만들고, 데이터 집합(III)은 데이터 집합(II)에 2개의 속성을 추가하여 7개의 속성을 가지는 데이터 집합으로 구성하였다.

어떤 협상 시스템을 통해 합의된 협의라도 양자간 이익 차는 0.03이하가 되도록 설정하였다. 상호 이익의 가정하에서, 협상 결과에 대한 평가는 판매자 및 구매자 이익의 합으로 설정하였다.

4.2 결과

그림 2 에서는 협상 데이터 집합(I)•(V)에 대하여 제안한 협상시스템과 최적의 협의와의 오차를 보여주고 있다. Y 축은 각각 10개의 데이터 집합에 대한 평균 오차 값을 의미한다. NTIS의 결과는 협상 데이터 집합의 종류에 관계없이 오차가 매우 작게 나타나는 좋은 결과를 보여주었다.

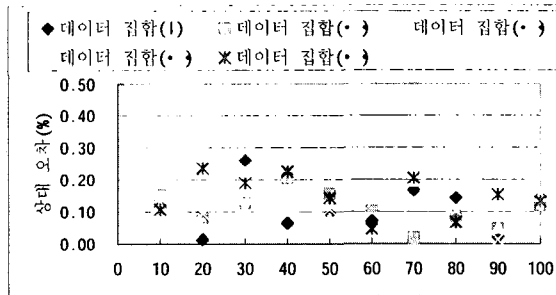


그림 2. NTIS의 결과와 최적의 협의의 상대 오차

그림 3 에서는 NTIS의 데이터 집합 종류에 따른 평균 오차를 보여주고 있다. 그림에서는 데이터 집합 (I),(II),(III)에 대해 속성 개수에 따른 평균 오차가 조금씩 커지고 있음을 보여주며, 데이터 집합(IV),(V)도 데이터 집합(I),(II),(III)과 유사한 경향을 보여주고 있다. 또한 큰 협상 구간의 차이를 가진 데이터 집합(IV),(V)의 평균 오차는 협상 구간의 차이가 비교적 적은 데이터 집합(I),(II),(III)보다 더 크게 나타난다. 하지만 실험을 진행한 500개 데이터 집합에서 나타난 평균오차는 0.12%로 나타나고, 최대 오차도 1.1%로써 좋은 결과를 보여주었다.

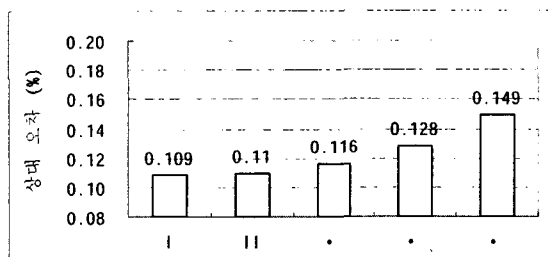


그림 3. NTIS의 데이터 집합(•)•(•)의 평균 오차

그림 4 에서는 협상 데이터 집합(I)•(V)에 대한 NTIS의 평균 수행시간을 나타내고 있다. 5개 속성을 가지고 있는 협상 데이터 집합(II)와 데이터 집합(V)의 평균 수행시간은 3개 속성을 가지는 데이터 집합(I)과 (•)보다 비교적 길고, 속성의 개수가 동일한 데이터의 경우에는 협상 구간의 차이에 관계없이 유사한 결과를 보여주었다. 그리고 7개 속성을 가지고 있는 데이터 집합(III)의 경우는 가장 긴 평균 수행 시간을 보여주었다.

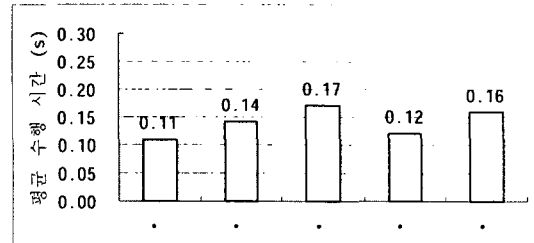


그림 4. 데이터 집합(I)•(V)에 대한 NTIS의 평균 수행시간

5. 결론

본 논문에서 제안된 협상 시스템의 협상 결과는 최적의 협의에 비해 평균오차는 0.12%로 나타나면서 협상 구간과 속성 개수에 따라 상대적으로 빠른 수행시간을 보였다. 협상 모델에서 각 속성에 대한 제안값은 정수형으로 나타나며, 양보된 유틸리티값은 실수형으로 나타남으로써 상대방 가중치와 각 속성의 협상 구간을 완벽하게 알지 못한 상황에서는 매번 자신의 유틸리티를 낮출 때 해당된 제안의 평가값과 실제 유틸리티의 차이가 생길 수 있다. 특히 각 속성간의 협상 구간의 차이가 크고 평가값 차이에 작을 때 협상의 평균오차가 비교적 크게 나타나고 있다.

본 논문에서는 구매자 및 판매자 에이전트간 tip-off로 간단한 메시지를 통하여 온라인 상에서 제공되는 협상 환경을 바탕으로 협상에 참여한 구매자 및 판매자의 상호 이익을 보장해 주는 협상 에이전트 시스템을 제시하였다. 향후 다자간 협상으로의 확장을 위하여 추가적인 연구를 수행하고자 한다.

6. 참고 문헌

- [1] Sycara, K., "Multi-Agent Compromise via Negotiation," *Distributed Artificial Intelligence*, Vol.2, pp. 119-139, 1989.
- [2] Chavez, A. and Maes, P., "Kasbah: An Agent marketplace for Buying and Selling Goods," *Proc. 1st international Conference on the Practical Application of Intelligent Agents and Multi-Agent Technology*, 1996.
- [3] Faratin, P., Sierra, C., Jennings, N. R. and Buckle, P., "Designing Responsive and Deliberative Automated Negotiators," *Proc. AAI Workshop on Negotiation: Settling Conflicts and Identifying Opportunities*, Orlando, FL, pp. 12-18, 1999.
- [4] Iizuka, H., Suzuk, K., Yamamoto, M. and Ohuchi, A., "Learning of Virtual Words Utilized in Negotiation Process between Agents" *Proc. Special Section of Papers Selected from 1999 International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications* Vol.E83-A No.6 pp.1075-1082, 2000.
- [5] Barbuceanu, M. and Lo, W., "A multi-attribute utility theoretic negotiation architecture for electronic commerce," *Proc. Fourth International Conference on Autonomous Agents*, 2000.