

퍼지 멤버십 함수와 AHP 추론기법을 이용한 전자상거래 협상지원에 관한 연구

Fuzzy Membership Functions and AHP-Based Negotiation Support in Electronic Commerce

김진성
전주대학교 경영학부 교수

Jin Sung Kim
School of Business Administration
Jeonju University
kimjs@jeonju.ac.kr

요 약

인터넷 기반의 전자상거래에 참여하는 판매자와 구매자는 가격, 마진 등 다양한 거래조건들을 가지고 협상 (negotiation)을 진행하는 경우가 많다. 그러나, 기존연구에서는 대부분 가격과 거래량과 같은 두 개 미만의 정량적 (quantitative)인 거래조건을 중심으로 협상을 진행하는 방안을 중점적으로 다루었다. 그 결과, 단순한 실험적 문제에 대해서만 협상지원이 가능했고, 실세계의 전자상거래 협상과정에서 발생할 수 있는 다중 협상 요인들간의 동적인 변화를 고려하지 못했다는 지적을 피하기 어렵다. 본 연구에서는 이러한 점에 주목하여 전자상거래 판매자와 구매자가 웹 상에서 다차원적인 거래조건을 가지고 실시간으로 시뮬레이션을 하면서 보다 동적으로 협상을 수행할 수 있도록 퍼지 멤버십 함수와 AHP 추론기법을 이용한 전자상거래 협상지원 (Fuzzy AHP Negotiation support: FAHP-NEGO) 메커니즘을 제안하고자 한다. 실험결과, 협상에 필요한 정량적인 값과 판매자와 구매자의 주관적인 의사결정 행동양식이 반영된 보다 동적인 협상을 진행할 수 있었다. 따라서, 본 연구결과는 향후, 전자상거래 협상에 있어서 보다 현실적인 협상을 지원할 수 있을 것으로 기대한다.

1. 서론

기존의 상거래 과정에서는 품질 (quality), 배송기간 (delivery time), 지불 (payment) 등과 같은 다중속성 (multiple attributes)을 이용한 다각적인 협상이 이루어졌다. 인터넷 기반의 전자상거래도 상거래 장소가 가상공간이라는 점을 제외하면 기존의 상거래와 동일한 활동이라고 볼 수 있다 (Srivastava et al., 2000). 따라서, 다중속성에 기반 한 다각적인 협상이 이루어져야 하지만, 현실을 그렇지 못하다 (O'Keefe & Mceachern, 2000; Robbins, 1998). 즉, 현재의 전자상거래 협상과정에서는 가격, 배송기간, 지불 등 여러 가지 협상조건을 동시에 반영하기보다는 단순히 한, 두 개 정도의 협상조건만을 사용하고 있다 (Baron et al., 2000; Bichler, 2000; Ehtamo et al., 1999; Neuhold, 2000). 대부분의 기존연구에서도 성공적인 전자상거래를 위한 방법론으로서

메시지 교환에 주력한 반면, 협상조건들의 중요도와 협상 참가자의 정성적인 의사결정 요인을 반영한 동적인 변화과정을 연구하는데는 소홀하였다.

다중속성에 기반 한 전자상거래 협상이 실세계에 구현되기 위해서는 무엇보다도 우선, 최적의 입찰전략과 균형상태를 유지할 수 있는 방안이 필요하다. 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위해, 다중속성에 기반 한 새로운 전자상거래 협상지원 메커니즘을 제안하고자 한다. 본 연구에서 제안하는 전자상거래 협상지원 메커니즘은 다음과 같은 특징을 갖고 있으며, 이는 본 연구의 목적이기도 하다.

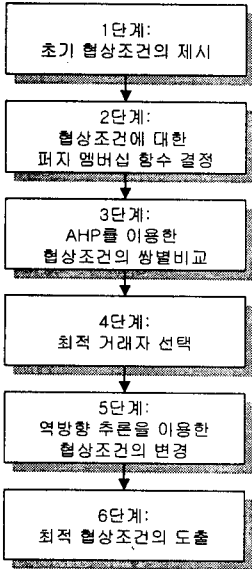
첫째, AHP 방법론을 이용하여 전자상거래 협상조건들 사이의 중요도와 정성적인 관계 변화를 표현하고 추론한다.

둘째, 퍼지 멤버십 함수를 이용하여 사용자의 주관적 의견과 만족도를 표현한다.

셋째, 퍼지 멤버십 함수와 AHP 추론방법을 이용하여 사용자가 제시한 만족도를 충족시킬 수 있는 다중 협상조건을 변화시켜 추적한다.

2. 연구방법론

본 연구에서는 다음과 같은 6단계의 연구방법론을 제시한다.



[그림 1] 연구 방법론

- 1단계: 초기 협상조건을 상대방에게 제시하고, 상대방의 협상조건을 확인한다. 협상조건은 수량, 가격, 품질, 운송기간 등을 사용한다.
- 2단계: 협상조건에 대한 구매자나 판매자의 선호도를 퍼지멤버십 함수를 이용하여 도출한다. 기존 AHP 추론에서는 목표에 대한 중요도 비교행렬

(comparison matrix)을 구하는 과정에서, 단순히 개인이 생각하는 상대적 중요도를 1차원 형태로 비교하였으나, 본 연구에서는 퍼지 멤버십 함수를 이용하여 상대적 중요도를 도출하였다.

• 3단계: AHP 추론을 이용하여 협상 대안의 중요도를 계산하고, 구매자나 판매자들이 제시한 제안서 (offer)에 대해서 평가를 내린다.

• 4단계: 3단계에서 이루어진 제안서 평가를 기반으로 최적 거래자를 선택한다.

• 5단계: 구매자가 제안서에 대한 전체적인 평가를 상향조정하면, 목표값 탐색 (goal seeking) 기법을 이용, 세부 협상안을 조정한다.

• 6단계: 최종 협상 제안서에 만족할 때까지 5 단계 과정을 반복한다.

3. 실험 및 결과

실험에서는 구매자가 세 명의 판매자로부터 제안서를 받은 경우를 실험대상으로 선정하였다.

3.1. 협상조건 제시

실험에 사용한 협상조건은 일반적으로 많이 사용하는 4가지 조건 수량 (quantity), 가격 (price),

품질 (quality), 운송기간 (delivery time)이다. 1 단계에서 전자상거래 판매자는 다음과 같이 협상조건을 제시하였다.

	제안서 1	제안서 2	제안서 3
수량	1,300 박스	1,100 박스	1,200 박스
가격	110,000 원	108,000 원	105,000 원
품질	1 등급	3 등급	4 등급
운송기간	12 일	11 일	9 일

[표 1] 판매자가 제시한 초기 협상조건

협상과정에서 구매자는 아래와 같이 가능한 협상구간을 염두에 두고 협상을 시작한다.

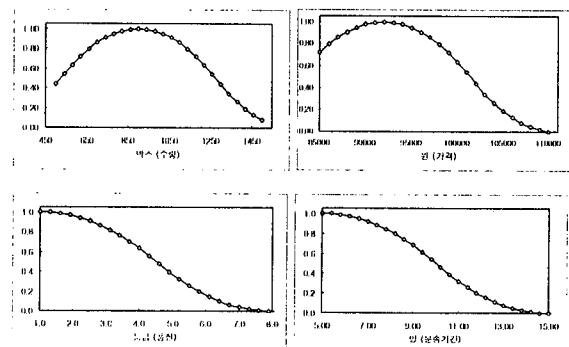
- 수량 : 500~1500 박스
- 가격 : 85,000~110,000 원
- 품질 : 1~8 등급
- 운송기간 : 5~15 일

3.2. 협상조건에 대한 퍼지 멤버십 함수 결정

전자상거래 협상 문제는 실수값에 기반하고 있으므로, 다음과 같이 Mitra & Pal (1994)의 연구에서 사용한 종모양의 π -퍼지 멤버십 함수를 사용한다. Mitra & Pal (1994) 연구에서는 중심값(c)과 반경(λ : radius, $\lambda > 0$ 퍼지구간의 중심점에 대한 π -함수의 반경)를 이용해서 이를 더욱 쉽게 변화시킬 수 있도록 제안하고 있다.

$$\pi(F_j; c, \lambda) = \begin{cases} 2\left(1 - \frac{|F_j - c|}{\lambda}\right)^2, & \text{for } \frac{\lambda}{2} \leq |F_j - c| \leq \lambda \quad -\text{㉔} \\ 1 - 2\left(\frac{|F_j - c|}{\lambda}\right)^2, & \text{for } 0 \leq |F_j - c| < \frac{\lambda}{2} \quad -\text{㉕} \\ 0, & \text{otherwise} \quad -\text{㉖} \end{cases}$$

협상조건 (수량, 가격, 품질, 운송기간)에 대해서 구매자가 결정한 퍼지 멤버십 함수는 다음 [그림 2]와 같다.



[그림 2] 협상조건에 대한 퍼지 멤버십 함수

제안서 1, 2, 3의 협상조건을 퍼지 멤버십 함수를 이용하여 계산한 결과는 다음 [표 2]와 같다.

	Offer 1	Offer 2	Offer 3
Quantity	0.44	0.86	0.68
Price	0.00	0.04	0.19
Quality	1.00	0.84	0.63
Delivery time	0.18	0.32	0.68
Average preference	0.40	0.51	0.55

[표 2] 협상 제안서의 퍼지 멤버십 함수 값

3.3. AHP를 이용한 협상조건의 쌍별비교

AHP 추론은 단순히 A, B 두 개 대안을 일차원적으로 비교함으로써 중요도 비율을 구하는 전방향적인 추론은 가능하나, 중요도 비율에 따른 만족도를 재조정 할 경우, 해당 대안이 어떻게 바뀌어야 하는지를 추적하는 역방향 추론이 불가능하다. 본 연구에서는 이를 개선하기 위해 퍼지 AHP 방법을 제안하였다. 다음 [표 3]은 판매자가 제시한 가격조건에 대한 선호도를 퍼지 멤버십 함수를 이용해서 계산한 후 ([표 2])에, 이를 기반으로 쌍별비교한 결과로서 제안서3의 상대적 중요도 비율이 가장 큰 것으로 나타났다.

(a) 초기 쌍별비교 결과 (b) 일반화된 쌍별비교 결과

	Offer1	Offer2	Offer3	Offer1	Offer2	Offer3	Average score
Offer1	1	0.76	0.40	0.21	0.19	0.22	0.21
Offer2	1.32	1	0.46	0.27	0.26	0.25	0.26
Offer3	2.48	2.16	1	0.52	0.55	0.54	0.53*

[표 3] 가격에 대한 쌍별비교 결과

3.4. 최적 거래자 선택

판매자가 제시한 협상조건을 위와 동일한 방법으로 가격, 품질, 운송기간에 대해서 쌍별비교를 실시한 결과를 정리하면 다음 [표 4]와 같다.

(a) 협상조건별 쌍별비교 결과 (b) 상대적 가치치 평가

	quantity	price	quality	delivery time	Total score
Offer1	0.1106	0.2060	0.4264	0.1195	0.1947
Offer2	0.5674	0.2593	0.3720	0.2869	0.4411*
Offer3	0.3221	0.5346	0.2016	0.5936	0.3642

[표 4] 협상조건에 대한 쌍별비교 결과

최종 계산결과, 제안서2의 상대적 중요도 값이 0.4411로서 가장 크므로, 구매자는 제안서2를 제출한 판매자를 우선 협상대상으로 선정하고, 향후 세부조건별 협상을 진행한다.

3.5. 역방향 추론을 이용한 협상조건의 변경

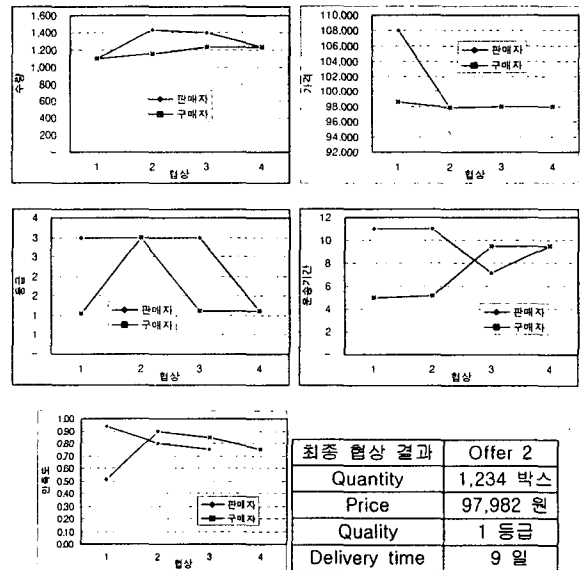
구매자는 제안서 2의 평가 결과를 수정하여 현재 선호도인 0.51을 최소한 0.7~0.9 사이로 끌어올리고 싶어한다고 가정해보자. 이 때, 각각의 협

상조건은 어떻게 변해야 할까? 본 연구에서는 이와 같이 협상조건에 대한 역방향 추론의 대안으로서 목표값 탐색 (goal seeking) 기법을 이용하였다. 다음 [표 5]는 1차 협상에서 구매자의 만족도를 0.9까지 높였을 때의 협상조건에 대한 목표 탐색 결과이다.

	조정 前		조정 後	
	Offer	퍼지 값	조정된 Offer	퍼지 값
Quantity	1,100 박스	0.86	1,100 박스	0.86
Price	108,000 원	0.04	98,730 원	0.74
Quality	3 등급	0.84	1 등급	1.00
Delivery time	11 일	0.32	5 일	1.00
평균선호도	-	0.51	-	0.90

[표 5] 1차 협상에서 구매자가 찾은 협상조건

위와 같이 구매자가 변경한 협상 제안서를 판매자에게 전달하면, 판매자는 이를 확인하고 자신의 선호도를 구매자와 동일한 과정을 거쳐서 계산한다. 이러한 조정과정은 양측이 모두 협상안을 최종 승인할 때까지 반복한다. 최종 협상에 이르는 과정에서 변화된 다중 협상요인의 값과 최종 협상 결과를 도표로 나타내면 다음 [그림 3]과 같다.



[그림 3] 협상요인의 변화와 최종 협상 결과

4. 결론 및 향후 연구 방향

본 연구에서는 전자상거래 구매자와 판매자의 동적인 협상을 시스템적으로 지원할 수 있는 협상지원 메커니즘을 제시하였다. 본 연구의 공헌도는 다음과 같다.

첫째, 기존 AHP 방법과 달리, 본 연구에서는

퍼지 멤버십 함수를 이용하여 협상조건에 대한 개인의 선호도를 계산하고, 협상조건에 대한 상대적 중요도는 AHP 추론방법을 이용하여 구하는 2차원적인 추론방법을 사용하였다.

둘째, 기존의 AHP 방법에서는 중요도 계산과정이 반복될 때마다, 사용자 질의를 통하여 중요도 비율을 입력받았다. 이 과정에는 인간의 상대적 중요도 측정 능력이 시시각각 변할 수 있다는 점을 고려하지 않았다는 단점이 있다. 그러나, 본 연구에서는 퍼지 멤버십 함수를 이용하여 상대적 중요도를 평가함으로써 이러한 사용자 에러를 사전에 방지할 수 있도록 하였다.

셋째, AHP 추론방법을 이용하여 전자상거래 협상과정에서 인간이 생각하는 정성적인 거래조건을 동적으로 반영할 수 있도록 하였고, 사용자의 만족도를 퍼지 멤버십 함수 형태로 표현함으로써 보다 현실적인 협상이 가능하도록 하였다.

넷째, 퍼지 멤버십 함수와 목표 탐색기법에 기반한 역방향 추론을 통하여 협상조건 변화의 자동적으로 추적하여, 구매자가 판매자가 원하는 최적의 협상조건을 도출할 수 있도록 하였다.

본 연구결과에서 제안한 이러한 전자상거래 협상지원 메커니즘은 향후, 다중속성에 기반한 자동화된 협상이 가능하므로, 웹 기반 경매(auction)에도 유용하게 사용할 수 있다. 그러나, 본 연구는 협상조건 개수와 판매자와 구매자 수를 소수로 제한한 상태에서 실험실 연구를 진행했다는 단점을 갖고 있다. 향후, 이러한 점을 보완한 실무적 차원의 실험이 보강된다면 전자상거래의 활성화에 위한 인프라 제공에 중요한 역할을 할 것으로 기대한다. 또한, 본 연구결과를 지능형 에이전트 기반의 전자상거래 협상지원시스템의 추론엔진으로서 개발하기 위한 추가실험을 진행 중에 있다.

5. 참고문헌

Baron, J.P., Shaw, M.J., and Bailey, A.D., "Web-based E-catalog Systems in B2B Procurement," *Communications of the ACM*, Vol.43, No.5, pp.93-100, 2000.
 Bichler, M., "An Experimental Analysis of Multi-Attribute Auctions," *Decision Support Systems*, 29, pp.249-268, 2000.
 Bryson, N. and Joseph, A., "Generating Consensus Priority Interval Vectors for Group

Decision-Making in the AHP," *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 9, pp.127-137, 2000.
 Changfeng, C., *Analysis of Mathematical Modeling*, Chinese Science Publishing House, Beijing, 1995.
 Davis, M., "Adaptive AHP: a Review of Marketing Applications with Extensions," *European Journal of Marketing*, 35(7/8), pp.872-893, 2001.
 Ehtamo, H., Verkama, M., and Hämäläinen, R.P., "How to Select Fair Improving Directions in a Negotiation Model over Continuous Issues," *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, Part C: Applications and Reviews, Vol.29, No.1, pp.26-33, February 1999.
 Mitra, S. and Pal, S.K., "Logical Operation Based Fuzzy MLP for Classification and Rule Generation", *Neural Networks*, 7(2), pp.353-373, 1994.
 Neuhold, E.J., "Business to Business Electronic Commerce at Work!", *Proceedings of the 33rd Hawaii International Conference on System Sciences*, pp.1-10, 2000.
 O'Keefe, R.M. and Mceachern, T., "Web-based Customer Decision Support Systems," *Communications of the ACM*, Vol.41, No.3, pp.71-78, 1998.
 Robbins, S.P., *Organizational Behavior: Concepts, controversies, Applications* (8th ed), Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1998.
 Schoner, B. and Wedley, W., "Ambiguous Criteria Weights in AHP: Consequences and Solutions," *Decision Sciences*, 20, pp.462-475, 1989.
 Srivastava, J., Chakravarti, D., and Rapoport, A., "Price and Margin Negotiation in Marketing Channels: An Experimental Study of Sequential Bargaining Under One-sided Uncertainty and Opportunity Cost of Delay," *Marketing Science*, 19(2), pp.163-184, Spring 2000.
 Yu, C.S., Tzeng, G.H., and Li, H.L., "Application of Fuzzy Theory and Analytic Hierarchy Process to Evaluate Marketing Strategies," *Proceeding of the 3rd AFSS*, pp.352-357, 1998.
 진현수, 이상훈, 송준호, 김성환, "계층분석 방법을 이용한 퍼지 교통신호 제어에 관한 연구," 한국 퍼지 및 지능시스템학회 논문지, 10(2), pp.83-93, 2000.
 황승국, "AHP를 이용한 의식구조 분석법," 한국 퍼지 및 지능시스템학회 논문지, 6(4), pp.61-70, 1996.