

제안기반 자동 거래협상 시장에서의 사용자 에이전트를 위한 최적 거래안 탐색 전략의 개발****

홍준석* · 김우주** · 송용욱***

요 약

컴퓨터를 통해 편리한 생활을 추구해온 인간들은 전자상거래 분야에서도 이러한 욕구를 충족시키기 위해 자동협상이라는 기능을 요구하게 되었다. 지능형 에이전트를 이용한 자동협상은 인간의 거래협상 업무의 부담을 많은 부분을 덜어주고 있어 자동협상 에이전트에 관한 연구들이 활성화되고 있다. 소비자간 전자상거래에서는 다수의 자동협상 에이전트 연구들이 경매시장에서의 자동협상에 초점을 맞추고 있는데 반해, 가격 이외의 여러 거래속성을 갖는 상품에 대한 제안기반 협상시장에서의 자동협상 에이전트에 관한 연구들이 최근에 활발히 이루어지고 있다.

본 연구에서는 소비자간 전자상거래에서 거래속성의 변화에 따라 개인의 효용가치의 차이를 이용한 다속성 상품의 제안기반 협상시장이 가져야할 특성에 대해 연구하고, 이를 기반으로 자동 거래협상을 수행에 필요한 거래속성 변화에 따른 소비자 개인의 선호체계를 표현하기 위한 방법을 개발하였다. 그리고 이러한 자동 거래협상을 공정하게 수행하기 위해 협상시장이 가져야할 특징과 프로토콜을 제안하고 시장운영 에이전트 시스템의 구조를 설계하였다. 마지막으로 이러한 분산형 시장구조를 갖는 제안기반의 협상시장에 참여하는 사용자 에이전트 시스템이 최적의 거래상대와 최적의 거래안을 찾기 위한 탐색방법을 구체적으로 개발하였다.

본 연구의 결과를 통하여 소비자간 전자상거래에서 구매자 뿐만 아니라 판매자도 협상결과에 따른 거래로 얻어지는 자신의 효용을 극대화할 수 있는 공정한 협상시장을 운영할 수 있을 뿐만 아니라 사용자들도 손쉽게 자신의 협상 선호체계를 쉽게 표현하고, 표현된 선호체계를 반영한 자동 거래협상을 수행할 수 있을 것이다.

Key words : 전자상거래, 자동협상, 지능형 에이전트

1. 서 론

인터넷을 통해 전자상거래가 점점 확산되면서 이미 컴퓨터를 통해 편리한 생활을 추구해온 인간들은 더 많은 일을 컴퓨터가 대신 해주기를 기대하고 있다. 이러한 욕구를 충족시켜주기 위한 방법의 하나로 시작된 자동협상분야는 많은 연구들을 통해 인간이 직접 해오던 거래협상 업무의 상당 부분을 에이전트 시스템을 통해 해결하고 있다[15][9][10].

이러한 자동협상분야의 연구들은 대상으로 하고 있는 거래 시스템에 따라 경매시장(Action)에서의 자동협상, 제안기반 협상시장(Offer-based Negotiation)에서의 자동협상 등으로 나눌 수 있는데, 경매시장에서의 '1:다'의 경쟁적 협상을 지원하기 위한 연구가 많았다[25][21]. 그러나 오직 가격이라는 하나의 속성(물론 가장 중요하기는 하지만)을 이용한 거래체계 및 협상체계인 경매가 거래협상의 전부가 아님을 파악하고[16][17][11], 제안기반 협상시장에 대한 연구들이 활발히 이루어지고 있다. 제안기반 협상시장에 대한 연구들도 거래 참여자에 따라 나눌 수 있는데, 기업-소비자간 전자상거래에

서의 자동협상에 관한 연구들도 있었지만[8][2], 가장 빈번하게 발생하며 경쟁적인 협상으로 모형화하기 쉬운 소비자간 전자상거래에서의 자동협상에 관한 연구들도 많았다[6][1][23]. 이러한 소비자간 전자상거래를 지원하는 에이전트에 대해서는 거래 후 보들간의 최적의 중계안을 찾아주기 위한 중앙집중형 시장(Centralized Control)에 관한 연구들이 주류를 이루고 있으며[1][23], 분산형 시장(Decentralized Control)과 이러한 시장에서의 자동협상 시스템에 관한 연구는 거의 없는 편이다.

본 연구에서는 소비자간 전자상거래에서 다속성 상품을 거래하는 제안기반 협상시장이 가져야할 특성에 대해 연구하고, 이를 기반으로 분산형 시장구조 하에서 실제 협상을 수행하는 사용자 에이전트가 제안(Offer) 또는 역제안(Counter-offer)을 통해 자신의 효용을 극대화할 수 있는 거래안을 찾아낼 수 있는 탐색전략을 제안한다. 그리고 이러한 전략을 이용하여 자동 거래협상을 수행할 수 있는 에이전트 시스템의 구조를 설계하였다.

이러한 연구를 통하여 자동 거래협상을 위한 시장 에이전트 시스템과 사용자 에이전트 시스템이 구현되면 소비자들은 거래협상을 위한 자신의 선호체계를 손쉽게 표현하고, 표현된 선호체계를 따라 최적의 거래상대와 최적의 거래안을 찾아냄으로써

* 인제대학교 경영학부

** 전북대학교 산업시스템공학부

*** 연세대학교 경영정보학부

**** 본 연구는 한국학술진흥재단의 지원에 의한 것임

거래를 통해 얻게되는 만족도를 극대화시켜줄 뿐만 아니라, 소비자간 전자상거래 시장은 자동 거래협상 기능을 편리하게 사용함으로써 판매자와 구매자 간의 중계역할을 효율적으로 수행할 수 있게 될 것이다.

2. 관련 연구

자동협상에 관한 연구는 분산인공지능 분야에서 분산처리시스템(주로 에이전트)들 간의 갈등을 조정 및 해결(Conflict Resolution)하기 위한 목적으로 시작되었다.[18][19]. 전자상거래의 확산으로 인해 에이전트를 이용한 거래협상의 지원에 관한 연구들이 시작되면서 자동협상에 관한 기존 연구결과들은 자동 거래협상을 위하여 응용되기 시작했다. 또한 노사간의 임금협상 등과 같이 기업에서 수행하는 일반적인 협상의 특성을 분석하고, 이를 지원하기 위한 협상지원시스템(NSS)에 관한 연구들[12][14]은 주로 게임이론에 이론적인 근거를 두고 이루어져 왔는데, 이러한 연구결과들도 전자상거래의 자동 거래협상에 적용되었다.

본격적인 자동 거래협상을 위한 에이전트 시스템에 관한 연구들은 소비자구매모형(CBB)을 기반으로 시작되었다[9]. 자동 거래협상에 관한 대표적인 에이전트들로는 가격 속성을 이용한 기본적인 구조를 갖는 경매 에이전트 AuctionBot[25], 가격완화전략을 활용한 단일속성 자동협상 에이전트 Kasbah[6], 다속성 상품의 기업-소비자간 전자상거래를 지원하는 에이전트 Tete-a-tete[8], 다속성 상품에 대한 제안기반 거래협상을 지원하는 에이전트 시스템 MARI[23][24][22] 등과 같은 연구들이 있다. 이 중에서도 다속성 상품의 소비자간 전자상거래에서의 자동 거래협상을 지원하는 에이전트 시스템들은 거래 후보들간의 최적의 중계안을 찾아주기 위한 중앙집중형 시장에 관한 연구들은 중계자가 최적의 거래상대를 찾아주기 위하여 계량적 의사결정 모형들을 이용한 Match Making Problem을 다루고 있다[23][22][1].

3. 제안기반 거래협상 시장의 구조

Beam과 Segev는 거래협상을 자동화하기 어려운 이유로 거래속성들의 정확한 의미(Semantics)와 그들간의 상대가치를 정확하게 파악하기 어렵다는 점과 협상전략이 상대방에게 노출되면 손해를 볼 수 있다는 점을 들었다[4]. 에이전트 시스템이 다속성 상품의 통합적 거래협상을 지원하기 위해서는 이러한 문제점들을 제거한 시장 구조가 필요하다. 3장에서는 다속성 상품의 거래협상을 지원하는 시장 구조를 설계하기 위해 필요한 사용자들의 협상 선호체계를 표현 방법과 이러한 협상 선호체계를 이용하여 거래협상이 가능한 시장 에이전트 시스템의 기능을 서술한다.

3.1 사용자의 협상 선호체계

다속성 상품을 거래하려는 경우에는 에이전트가 자동 거래협상을 하기 위한 사용자(판매자 또는 구매자)의 효용(utility)체계(objectives 포함한)와 상대가치(trade-offs)체계를 표현하는 것이 쉽지 않다. 기존의 다속성 자동 거래협상 에이전트들은 이러한 협상 선호(preferance)체계를 표현하기 위하여 MODM(Multiple Objective Decision Making) 이론을 활용하였다. 즉, 효용체계는 사전에 정의된 몇 가지의 효용함수 중 하나를 사용자가 선택할 수 있도록 하며, 상대가치체계는 사용자에게 지정된 속성들간의 우선순위를 이용하거나[8], 속성별 가능한 값의 범위를 이용하여[23] 속성들 간의 상대가치를 반영할 가중치(weights)를 산출하여 전체 효용을 계산한다.

이러한 협상 선호체계의 표현방식은 속성 값에 따른 효용을 하나의 가치기준(여기서는 가격)으로 통합하면 사용자의 효용체계와 상대가치체계를 보다 쉽게 표현하고 입력할 수 있다. "가격"이라는 속성은 다른 거래 속성들과는 달리 상품이나 거래의 특징을 나타내는 것이 아니라 거래협상에 있어서의 목적함수에 포함되어 사용자의 효용을 반영하는 것이 일반적이다. 판매자가 거래협상을 통해 기꺼이 상품판매의 대가로 받으려는(구매자의 경우에는 상품구매의 대가로 기꺼이 지불하려는) 경제적인 가치가 "가격" 속성의 값이 되기 때문이다. 즉, 속성 값의 변화에 따른 사용자 효용의 변화도 가격 값으로 표현하고, 속성들간의 상대가치도 가격으로 환산하여 표현함으로써 사용자의 효용체계와 상대가치체계를 에이전트 시스템에 입력할 수 있다. 이러한 협상 선호체계의 표현과 입력 방법을 설명하기 위하여 다음과 같이 용어들을 정의한다.

거래속성(Attribute) : 거래협상에서 다루는 항목으로 상품의 특성 또는 거래 조건; $i=1,2,\dots,n$

속성 값(Attribute Value) : 속성의 값; x_i

거래안(Offer, Configuration) : 거래속성 값들의 조합; $O = (x_1, x_2, \dots, x_n)$

사용자들은 자신의 협상 선호체계를 표현하기 위하여 먼저 각 속성별로 가능한 값의 범위(최소값과 최대값)와 그 범위 안에서 자신이 가장 선호하는 값을 지정하여야 한다. 이를 각각 거래가능범위와 초기 거래안이라 정의하자.

거래가능범위(Offer Feasible Region) : 사용자에 의해서 지정된 각 속성의 가능한 값들로 조합된 거래안들의 집합; $OFR = \{X \mid l_1 \leq x_1 \leq u_1, l_2 \leq x_2 \leq u_2, \dots, l_n \leq x_n \leq u_n\}$

초기 거래안(Initial Offer) : 각 속성별로 사용자가 가장 선호하는 값들로 조합된 거래안; $O_i = (x_1', x_2', \dots, x_n') \in OFR$

사용자에 의해서 입력된 협상 선호체계에 따라 사용자들이 기꺼이 거래하려는 가격은 개인마다 느끼는 효용가치의 차이에 따라 다르며, 이는 초기 거래안에 대한 거래희망가격을 기준으로 각 속성별로 속성값의 변화에 따른 거래희망가격의 변화를

표현하면 사용자가 느끼는 효용체계와 상대가치체계를 "가격"이라는 하나의 속성으로 나타낼 수 있게 된다[3].

판매자 거래희망가격(Ask Price) : 어떤 거래안에 대해 기꺼이 상품판매의 대가로 받으려는 경제적인 가치; $AP = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$

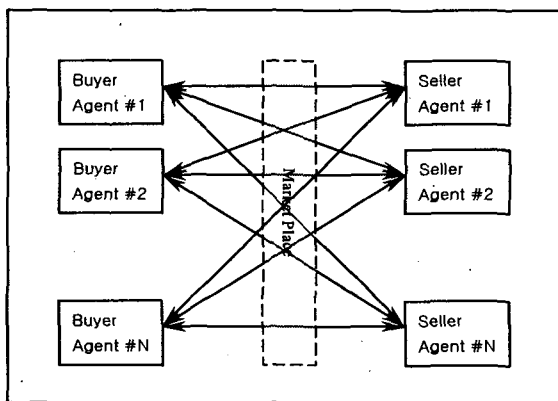
구매자 거래희망가격(Bid Price) : 어떤 거래안에 대해 상품구매의 대가로 기꺼이 지불하려는 경제적인 가치; $BP = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$

거래가격(Clearing Price) : 판매자와 구매자가 거래하는 가격; $CP = (BP-AP)/2$

따라서 어떤 판매자와 구매자가 동일한 거래안에 대해 판매자 거래희망가격이 구매자 거래희망가격보다 낮을 경우에는 이 두 사용자 간에는 거래성사가 가능하다는 것을 의미한다. 그리고 이 두 거래희망가격의 중간점을 거래가격(Clearing Price)로 하면 두 사용자는 거래로부터 발생하는 잉여효용(BP-AP)을 공평하게 나눠 갖게 되며, 각각 동일한 거래효용을 얻을 수 있는 것이다.

3.2 시장 에이전트 시스템의 기능

소비자간 전자상거래에서 거래속성의 변화를 이용한 제안기반 자동협상은 기본적으로 '다:다'의 경쟁적인 협상을 기반으로 하고 있다. [그림 1]에서 보는 바와 같이 각각 사용자에게 의해 기동된 다수의 판매자 에이전트와 다수의 구매자 에이전트간에 직접 통신을 통해 협상을 진행하는데, 앞 절에서와 같은 협상 선호체계를 이용한 자동 거래협상을 지원하기 위해서는 시장운영 에이전트 시스템이 다음과 같은 기능을 가져야 한다.



[그림 1] N:N 자동협상 시장

기본적으로 시장운영 에이전트는 거래를 위한 중재자로서 시장 참여자를 관리하고, 시장 참여자들 간에 송수신되는 메시지를 관리하는 기능이 필요하다. 그리고 자동협상 시장의 효율성을 유지하고 공정성을 보장하기 위하여 시장운영 에이전트가 가져야 할 추가적인 기능은 크게 두 가지로 나누어 볼 수 있다. 첫째는 자동협상 에이전트가 최적의

거래상대를 빨리 찾을 수 있도록 거래가 성사될 가능성이 있는 상대방, 즉 거래후보를 찾아주는 기능이며, 둘째는 자동협상에 참여하는 두 당사자가 어느 한쪽도 불리하지 않도록 협상과정의 두 단계, 거래속성 제안과 거래희망가격 교환을 관리하는 기능이다.

① 메시지 관리 및 통제

자동협상 시장에 참여하는 사용자 에이전트가 자동 거래협상을 시작하기 위하여 시장에 참여하는 순간부터 협상과정을 통해 최적의 거래상대 및 거래안을 찾아서 또는 사용자가 지정한 협상완료시간이 도래하여 시장을 나가는 순간까지 송수신되는 등록, 거래후보 탐색, 거래안 제안, 거래희망가격 제시 등과 같은 협상 메시지를 상대방 에이전트에게 전달하고, 불법적인 메시지의 송신을 검사하여 에러 메시지를 보내주는 기능을 수행해야 한다.

② 등록 및 참여자 관리

사용자 에이전트가 거래협상을 시작하기 위해서는 시장운영 에이전트에게 자신의 존재를 알리는 등록과정을 거치게 된다. 이러한 등록 과정을 통해 시장운영 에이전트는 현재 시장에서 협상을 진행중인 에이전트들의 존재를 알 수 있게 되며, 협상을 수행할 상대방에게도 새로운 에이전트의 참여를 알릴 수 있게 된다. 등록과정을 통해 시장운영 에이전트는 사용자 에이전트의 기본정보와 거래협상을 수행하려는 제품에 대한 거래가능범위를 저장한다. 이렇게 함으로써 시장운영 에이전트는 각 사용자 에이전트들에게 자신이 거래협상에 성공할 가능성이 있는 상대 에이전트, 즉 거래후보들을 찾아줄 수 있게 된다.

③ 거래후보 탐색

시장운영 에이전트는 자동협상 에이전트들이 거래속성 협상을 효율적으로 진행할 수 있도록 거래후보들의 리스트와 함께 거래후보와의 거래속성별 협상가능한 값을 상대 에이전트들에게 알려주어야 하는데, 거래속성별 가능한 값의 범위를 완전히 노출시키지 않기 위하여 거래후보인 판매자와 구매자 각각에게 양자의 거래가능한 속성 값의 교집합만을 동시에 전달한다. 이러한 거래후보 탐색 기능은 새로운 시장 참여자가 등록할 때마다 반복된다.

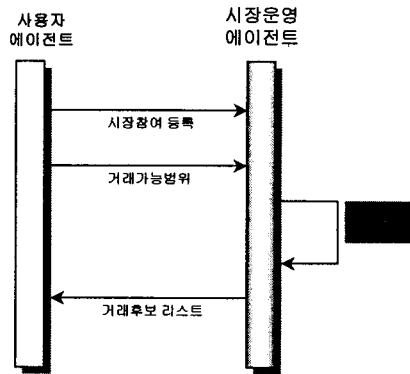
④ 거래안 제안 전달

자동협상 에이전트는 모든 거래후보들을 대상으로 거래안 협상과 거래희망가격 협상 과정을 반복하여 최적의 거래안과 거래가격 그리고 거래상대를 찾게 된다. 먼저 거래안 협상 단계에서는 판매자 또는 구매자 에이전트 중에서 어느 한쪽이 먼저 협상할 거래안을 제안하면, 이 거래안 제안을 상대방에게 전달하고, 거래안 제안을 수신한 에이전트의 응답(응락 또는 역제안)을 기다린다. 이러한 거래속성 제안의 중계는 어느 한쪽에서 상대방의 거래안 제안에 대해 응락을 할 때까지 반복되며, 시장운영 에이전트는 이러한 메시지 송수신 순서를 관리한다.

⑤ 거래희망가격 교환

거래안 협상에 성공한 에이전트들은 서로 거래희망가격을 교환함으로써 거래 성사가 가능한 상대인지의 여부를 판단할 수 있게 된다. 그러나 이러한 거래희망가격 교환을 통해 어느 한 에이전트의 협상전략이 상대방에게 노출되지 않아야 하므로 거래희망가격의 공정한 교환을 위하여 시장운영 에이전트 시스템이 거래희망가격의 동시 교환을 관리해 주어야 한다. 즉, 상대방의 거래희망가격이 도착할 때까지 먼저 도착한 에이전트의 거래희망가격을 보관하고 있다가 구매자 에이전트의 거래희망가격과 판매자 에이전트의 거래희망가격이 모두 접수되면, 이를 비교하여 구매자 거래희망가격이 판매자 거래희망가격보다 높은 경우에는 거래 성사가 가능하므로 두 에이전트에게 동시에 거래가격(두 가격의 중간 값)을 보내 준다. 그렇지 않고 구매자 거래희망가격이 판매자 거래희망가격보다 낮은 경우에는 거래 성사될 가능성이 없으므로 상대방의 제시 가격은 알려주지 않고 가격협상이 결렬되었음을 통보한다. 이렇게 하는 이유는 상대방의 가격 전략을 파악하기 위하여 거래희망가격을 아주 낮게 (또는 아주 높게) 설정한 악의적인 구매자 (또는 판매자) 에이전트에 의한 정보 유출을 막기 위해서이다.

주어야 하는데, 모든 판매자 에이전트에게 알려주는 것이 아니라 거래가능범위가 중복되어 거래성사의 가능성이 있는 에이전트에게만 알려줌으로써 협상대상이 되는 상대방 에이전트를 미리 선별해주는 것이다. [그림 2]에서 보는 바와 같이 거래협상에의 참여 과정은 사용자 에이전트와 시장운영 에이전트 간의 메시지 교환으로 이루어진다.



[그림 2] 거래협상에의 참여 단계

4. 공정한 거래를 보장하는 자동협상 프로토콜

4.1 자동 거래협상의 단계

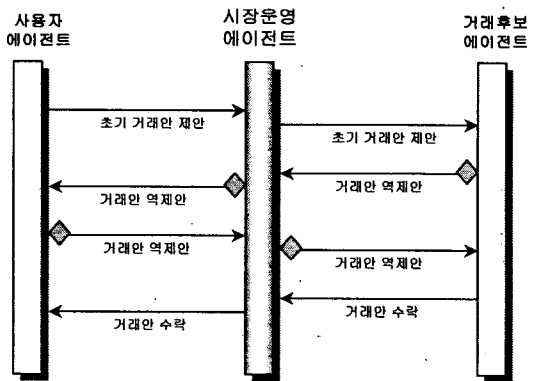
다속성 상품의 소비자간 거래협상을 지원하기 위해서는 사용자 에이전트와 시장운영 에이전트 간에, 또는 사용자 에이전트와 사용자 에이전트 간에 자동 거래협상을 진행하는 공식화된 절차가 정의되어야 한다. 이는 자동 거래협상이 수행되는 시장이 효과적으로 운영되기 위하여 시장에 참여하는 사용자 에이전트들이 반드시 지켜야할 최소한의 규칙으로 거래협상의 절차를 유지하는 역할을 한다. 특히 시장에 참여하는 사용자 에이전트들간의 공정성을 보장하기 위해서는 다음과 같은 4단계의 절차를 갖는 자동협상 프로토콜이 필요하다.

1) 거래협상에의 참여

자동 거래협상을 하려는 에이전트들은 시장의 참여를 다른 참여자(사용자 에이전트)에게 알리기 위해 등록과정을 거쳐야 한다. 이러한 참여자 등록 및 관리는 시장운영 에이전트가 중계자로서 그 역할을 수행하므로 사용자 에이전트는 시장운영 에이전트에 등록 메시지를 보내게 된다. 새로운 사용자 에이전트가 시장에 참여하면 시장운영 에이전트는 새로운 참여자에 관한 정보를 저장함으로써 참여자들을 관리할 수 있게 되고, 이러한 참여자들의 거래협상 과정을 효율적으로 수행할 수 있도록 도와주는 거래후보 탐색 기능을 갖고 있다. 예를 들어, 새로운 구매자 에이전트가 협상시장에 참여할 경우, 새로운 구매자 에이전트의 참여 사실을 이미 시장에 참여하고 있는 판매자 에이전트들에게 알려

2) 거래안 협상

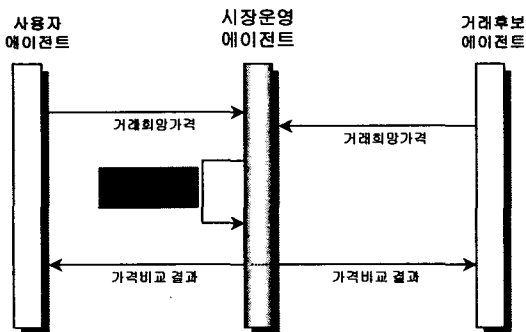
시장운영 에이전트에게 등록과정을 마친 사용자 에이전트는 거래후보들과 개별 거래협상을 시작하게 된다. 개별 거래협상은 자신의 협상전략을 노출하여 손해를 보는 일이 없도록 거래안 협상과 거래희망가격 교환의 두 단계로 이루어지게 되는데, 먼저 거래안 협상 과정에서는 두 사용자 에이전트가 협상을 진행할 거래안, 즉 거래속성 값의 조합을 합의하는 과정이다. 거래후보인 두 사용자 에이전트 중 어느 한쪽이 먼저 초기 거래안을 제안하면, 상대방 에이전트는 제안된 거래안에 만족하는 경우에는 수락 메시지를, 만족하지 않는 경우에는 새로운 거래안을 역제안하는 메시지를 보내게 된다. 거래안의 제안과 역제안은 어느 한쪽이 제안한 거래안을 상대방이 수락할 때까지 반복된다. 이러한 과정에서 제안하는 거래안을 포함하는 메시지의 전달 순서는 시장운영 에이전트에 의해서 통제된다. 거래안 협상 과정에서의 메시지 전달 순서는 [그림 3]에서 보는 바와 같다.



[그림 3] 거래안 협상 단계

3) 거래희망가격 교환

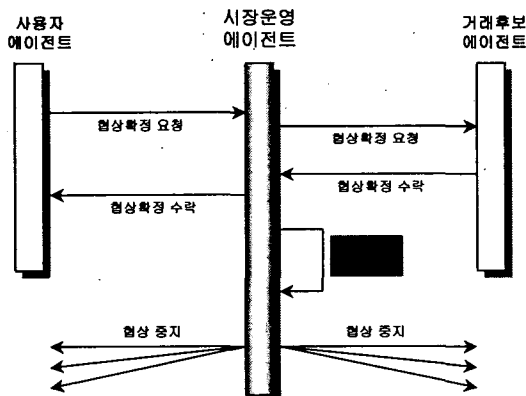
거래안 협상에 성공한 두 사용자 에이전트는 개별 거래협상을 완료시키기 위해 합의된 거래안에 대한 각자의 거래희망가격을 교환하게 된다. 여기서도 마찬가지로 협상전략의 노출로 인한 일방적인 손해를 제거하기 위해 거래희망가격을 동시에 교환한다. 시장운영 에이전트가 거래희망가격의 동시교환 기능을 중계자의 입장에서 수행하는데, 어느 한 쪽의 거래희망가격 메시지가 수신되면 그 상대방으로부터 거래희망가격 메시지가 수신될 때까지 먼저 수신된 메시지를 보관하고 있다가 수신된 두 거래희망가격을 비교한 결과를 두 사용자 에이전트에게 동시에 보내준다. [그림 4]는 사용자 에이전트 간의 거래희망가격 교환 과정의 메시지 교환 순서를 보여준다.



[그림 4] 거래희망가격 교환 단계

4) 거래협상 확정

사용자 에이전트는 거래후보들과의 개별협상 결과를 통해 전체 거래협상에서의 최적의 거래후보와 거래안을 선택하게 된다. 모든 거래후보들 중에서 선택한 최적의 거래후보와 거래협상을 마무리하는 과정은 상대방에게 협상확정 요청 메시지를 보내고 난 후에 상대방으로부터 협상확정 수락 메시지를 받음으로써 완료된다. 하나의 거래협상이 완료되면 시장운영 에이전트는 [그림 5]에서 보는 바와 같이 거래협상을 완료한 두 에이전트의 협상확정 사실을 두 에이전트와 거래협상을 진행중이던 다른 사용자 에이전트에게 통보하는 메시지를 보내게 된다.



[그림 5] 거래협상 확정 단계

4.2 거래협상을 위한 메시지 유형

앞에서 서술한 거래협상의 단계를 따라 협상시장을 운영하기 위해서는 에이전트 시스템들간에 다음과 같은 유형의 메시지를 사용하게 된다.

① 시장참여 등록 메시지

사용자 에이전트가 시장운영 에이전트에게 시장에 참여하여 거래협상의 시작을 알리는 메시지로 에이전트 아이디, 거래 유형(판매자인지 구매자인지), 거래하려는 제품, 에이전트의 IP address (또는 URL)와 같은 참여자 관리를 위한 기본정보와 거래협상을 수행하려는 제품에 대한 거래가능범위의 정보를 포함한다.

② 거래후보 리스트 메시지

시장운영 에이전트가 사용자 에이전트의 거래협상을 도와주기 위한 메시지로 거래가능범위가 중복되는 거래후보 에이전트에 관한 기본 정보와 거래가능범위의 교집합인 협상가능범위 정보를 포함한다.

③ 거래안 제안/역제안 및 수락 메시지

거래안 제안/역제안 메시지는 사용자 에이전트들이 거래안 협상단계에서 사용하는 것으로 거래안 정보가 포함되며, 제안받은 거래안에 대해 승낙을 통보하기 위하여 거래안 수락 메시지를 사용한다.

④ 거래희망가격 교환 메시지

거래안 협상단계에서 합의가 이루어진 경우에 사용자 에이전트간에 거래희망가격을 교환하여 거래성사 여부를 결정하기 위한 메시지이다. 여기에는 합의된 거래안에 대한 자신의 거래희망가격 정보가 포함된다.

⑤ 거래협상 확정 요청 및 수락 메시지

개별 거래협상 결과로부터 최적의 거래후보를 선택한 경우에 사용하는 것으로 개별 거래협상에서 탐색한 거래안과 거래가격에 대한 정보를 포함한다.

⑥ 협상 중지

거래협상을 완료한 사용자 에이전트와 거래협상을 진행하던 다수의 상대 에이전트들에게 전송되는 메시지로 거래협상 확정 이후에 시장운영 에이전트가 사용자 에이전트들에게 송신하는 메시지이다.

5. 사용자 에이전트의 최적 거래안 탐색 전략

앞 절에서 설명한 제안기반 거래협상 시장에서 각 사용자 에이전트는 자신을 실행시킨 사용자(owner)에게 최적의 거래상대와 최적의 거래안을 찾아주기 위해서 수행된다. 이를 위해 사용자 에이전트는 모든 거래상대 에이전트마다 자신의 소유주가 입력한 각 속성의 가능한 범위안에서 소유주의

만족을 극대화하면서 동시에 상대방을 만족시킬 수 있는 거래안을 찾아 상대방에게 제안함으로써 성사될 수 있는 거래안을 찾을 수 있으며, 거래 성사가 가능한 거래상대 중에서 최적의 상대를 선택하여 거래협상 완료를 제안함으로써 에이전트의 목적을 달성할 수 있게 된다. 5장에서는 사용자 에이전트가 자동 거래협상을 위해 거래효용을 최대화하는 최적의 거래안을 찾는 방법에 대해 설명한다.

5.1 거래안 탐색공간의 특성

거래안(offer)은 각 속성들에 대한 값의 조합으로 거래협상을 통해 찾아야 할 결과물에 대한 하나의 대안을 의미한다. 두 사용자 에이전트 간에 거래성사가 가능한 모든 거래안들은 자신의 거래가능범위(OFR)와 상대방의 거래가능범위의 교집합인 협상가능범위로 안에 존재하게 되며, 다음과 같이 정의할 수 있다.

협상가능범위(Negotiation Feasible Region) : 어떤 판매자 에이전트와 어떤 구매자 에이전트의 거래가능범위의 교집합; $NFR_{ij} = OFR_{bi} \cap OFR_{sj}$

협상가능범위에 속한 모든 거래안들은 속성들 간의 상대가치체계를 통해 호환가능한 거래안들을 표현하게 되며, 효용체계를 이용하여 각 거래안을 평가할 수 있게 된다. 예를 들어, n개의 거래속성을 갖는 상품 거래의 경우에는 속성들간의 상대가치를 표현하기 위하여 nC_2 가지의 모든 가능한 속성 쌍에 대한 속성값의 변화에 따른 상대적 가치를 표현해야 하며, 효용함수는 n개의 거래속성과 가격을 독립변수로 하고 효용을 종속변수로 하는 (n+2)차원의 함수로 나타내게 된다. 그러나 앞의 3.1절에서 제안한 협상 선호체계를 이용할 경우에는 모든 가능한 거래안들의 속성들 간의 상대가치체계는 가격이라는 하나의 가치기준으로 표현할 수 있게 되므로, 에이전트가 하나의 거래후보와의 최적의 거래안을 찾는 문제는 (n+1)차원 공간에서의 탐색문제로 줄일 수 있다.

이러한 최적의 거래안 탐색문제를 어렵게 만드는 가장 중요한 점은 사용자 에이전트들이 거래를 통한 자신의 효용을 극대화하기 위하여 자신의 효용체계와 상대가치체계를 서로 숨긴다는 점이다. 각 거래안에 대한 효용은 거래희망가격과 실제거래가격의 차이로 나타나므로, 사용자 에이전트가 탐색할 문제는 목적함수가 명시적으로 파악할 수 없는 탐색문제가 된다. 따라서 문제해결을 위한 모든 정보가 주어지지 않으므로 기존의 수리적 모형으로는 해결 불가능하고 휴리스틱 탐색방법을 이용해야만 한다.

5.2 최적 거래안을 탐색하는 개별협상과정

자동 거래협상을 위해 본 연구에서 제안한 사용자 선호체계를 사용할 경우에 각 사용자들이 거래안에 대해 느끼는 효용은 자신의 거래희망가격과 실제거래가격의 차이로 나타난다. 사용자가 어떤 거래안에 대해 기꺼이 판매하려는(지불하려는) 가

격 보다 높은(낮은) 가격으로 거래할 수 있다면 그 차이가 클수록 만족도가 높을 것이기 때문이다. 그런데 시장 규칙에 따라 실제거래가격은 판매 에이전트가 제시한 가격과 구매 에이전트가 제시한 가격의 중간값으로 결정되므로 자신의 효용을 크게 하기 위해서는 상대방의 효용도 크게 할 수 밖에 없다. 이러한 거래협상에서 상대방의 상대가치체계, 즉 거래안에 대한 거래희망가격을 알 수 없으므로 최적의 거래안을 정확하게 계산하거나 탐색하는 것은 불가능하다. 따라서 가격교환을 통해 얻어진 상대방 에이전트의 상대가치체계를 추정하여 제한된 최적 거래안을 찾을 수 밖에 없다.

따라서 초기에는 상대방의 가격체계를 임의로 가정하고 계산한 잠재적 거래효용을 최대화하는 거래안을 탐색한다. 거래협상이 진행되면서 하나의 거래안에 대한 거래가격을 알게되면 상대방의 가격 체계에 대한 정보가 추가되어 최적 거래안 탐색문제의 목적함수에 대한 추가적인 정보를 얻게 되고 이를 이용하여 개선된 잠재적 거래효용을 얻을 수 있게 된다.

맨 처음 제안하는 거래안으로는 사용자가 거래희망가격 체계를 입력하기 위해서 사용한 기본 속성값 조합을 사용하여 거래희망가격을 교환한다. 상대 에이전트의 가격체계를 상수로 가정하면, 초기 거래안으로부터 출발하여 잠재적 거래효용을 최대화하는 거래안의 탐색은 판매(구매) 에이전트는 속성 값의 한단위 변경에 대해 거래희망가격이 가장 적게(많이) 증가하는 속성을 우선적으로 단위당 거래희망가격 변화가 가장 적은(많은) 값까지 변화시킨 거래안을 탐색하는 것이다. 이러한 거래안을 상대방 에이전트에게 제안하고 그 거래안에 대한 거래희망가격을 다시 교환한다. 이러한 과정을 반복하여 많은 속성에 대해 속성 값의 변화로 인한 거래효용을 파악하게 될수록 상대방의 협상 선호체계 중에서 거래안에 대한 거래희망가격 계산함수를 더 정확하게 추정할 수 있게 된다.

위에서 설명한 개별협상과정을 단계별로 정리하면 다음과 같다.

Step 1. 초기 거래안의 제안

기본 속성값 조합으로 초기 거래안을 상대방에게 제안한다. 시장운영 에이전트로부터 상대방의 초기 제안이 자신의 초기 제안보다 빨리 접수되었다는 메시지가 돌아오면, Step 2로 이동하여 상대방의 초기 제안을 수신한다. 그렇지 않고 자신의 초기 제안이 먼저 시장운영 에이전트에 접수된 경우에는 Step 4로 이동한다.

Step 2. 상대방 거래안의 수신 및 평가

상대방이 제안한 거래안을 수신한다. 수신된 상대방의 거래안을 평가하기 위하여 자신이 상대방의 가격계산 함수를 추정할 수 있고, 추정된 가격계산 함수를 이용하여 거래효용을 계산한 결과가 현재 성사가능 거래안들의 거래효용보다 더 적으면 다음 단계로 이동한다. 그렇지 않으면, 상대방에게 거래안 협상 수락 메시지를 보내고 Step 5로 이동한다.

Step 3. 새로운 거래안의 생성 및 제안

현재까지 수집된 상대방의 가격체계에 대한 정보를 이용하여 잠재적 거래효용을 최대화하는 거래안을 탐색한다. 즉, 어떤 속성의 값을 변화시켜 잠재적 거래효용을 증가시킬 수 있으면, 잠재적 거래효용이 최대로 되는 속성의 값을 찾아 거래안을 생성한다. 이러한 기준을 만족하는 속성이 여러 개인 경우에는 단위당 잠재적 거래효용의 증가량이 가장 큰 속성을 선택한다. 이렇게 생성한 거래안을 상대방에게 제안하고 다음 단계로 이동한다. 그러나 더 이상 잠재적 거래효용을 개선할 수 있는 속성이 없는 경우에는 현재까지 탐색한 거래안 중에서 최적 거래안이 존재한다는 것을 의미하므로 최적 거래안 탐색과정을 종료한다.

Step 4. 거래안 제안에 대한 응답 대기

자신이 제안한 거래안에 대해 상대방으로부터 거래안 협상 수락 메시지가 도착하면 합의된 거래안에 대한 거래회망가격을 교환하기 위하여 다음 단계로 이동하고, 그렇지 않고 상대방으로부터 역 제안 메시지가 도착하면 Step 2로 이동하여 상대방이 제안한 거래안을 수신하고 평가한다.

Step 5. 합의된 거래안에 대한 가격교환

합의된 거래안에 대해 시장운영 에이전트를 매개로 하여 거래회망가격을 동시에 교환한다. 거래회망가격을 교환한 결과 구매자 거래회망가격이 판매자 거래회망가격보다 높아 시장운영 에이전트로부터 거래가격이 포함된 성공 메시지를 받게 되면, 이 거래안과 거래가격을 성사가능 거래안 리스트에 등록하고 다음 단계로 이동한다. 그렇지 않고 실패 메시지를 수신한 경우에는 새로운 거래안을 탐색하기 위하여 가격교환에 실패한 거래안의 제안자에 따라 다음 거래안 제안 순서를 정한다. 마지막 거래안이 상대방이 제안한 것이면 Step 3로 이동하고, 자신이 제안한 것이면 Step 2로 이동한다.

Step 6. 최적 거래안 탐색 종료조건 검사

앞 단계에서 가격교환에 성공한 거래안의 거래가격으로부터 이 거래안이 갖는 거래효용을 계산하여 사용자가 지정한 만족할만한 거래효용보다 큰지를 검사한다. 만족할만한 거래효용보다 크면, 최적 거래안 탐색 종료한다. 그렇지 않은 경우에는 최적 거래안 탐색을 계속하기 위하여 마지막 거래안의 제안자에 따라 앞 단계에서와 마찬가지로 Step 3 또는 Step 2로 이동한다.

5.3 최적 거래상대를 탐색하는 협상통제

사용자 에이전트는 상대방 에이전트들을 대상으로 각각 별도의 협상을 진행하고, 그 결과들을 모아 하나의 거래를 성사시키기 위한 협상을 완료한다. 하나의 에이전트를 상대로 하는 최적 거래안 탐색 과정은 하나의 상대방 에이전트와 거래한다고 가정했을 때 가장 효용이 큰 거래안이 무엇인지를 찾는 과정으로 서로 거래안을 주고 받으면서 이를 각각 평가하고 선택하는 과정을 거치게 된다.

이러한 탐색과정은 다음과 같은 조건을 만족하

면 종료하게 되는데, 첫 번째는 사용자가 지정 협상완료시간이 되었을 경우이고, 두 번째는 만족할 만한 거래효용(satisfiable transaction gain)을 갖는 거래안을 발견했을 경우이다. 전자의 경우에는 에이전트가 그 시점까지 발견한 성사가능 거래안들 중에서 가장 효용이 큰 거래안을 최적 거래안으로 선택하고, 후자의 경우에는 발견한 거래안을 최적 거래안으로 선택한다.

개별협상 에이전트에 의해서 상대방 에이전트와의 최적 거래안 탐색 과정이 끝나게 되면, 그 협상 결과를 이용하여 최적의 거래상대를 선택해야 한다. 어떤 개별협상 에이전트가 만족할만한 거래효용을 갖는 거래안을 찾은 경우에는 해당 상대방을 최적의 거래상대로 선택하고, 협상확정 요청 메시지를 보내고 상대방으로부터 협상확정 응답 메시지를 기다린다. 그렇지 않고 어떤 개별협상 에이전트가 더 이상 효용을 개선할 거래안을 찾지 못하여 최적 거래안 탐색을 종료한 경우에는 다른 개별협상 에이전트가 최적 거래안 탐색을 마칠 때까지 기다린다. 사용자가 지정한 협상완료 시간이 되면, 모든 개별협상 에이전트들은 최적 거래안 탐색을 마치고 그 결과를 협상통제 에이전트에게 전달해주므로 이들 중에서 가장 큰 거래효용을 갖는 거래상대를 최적의 거래상대로 선택한다.

그러나 자신이 최적의 거래상대를 선택한 상대방 에이전트에게 협상확정 요청 메시지를 보냈을 때, 그 상대방이 협상확정 응답 메시지를 언제 보내올지 알 수 없으므로 무한정 기다릴 수는 없다. 따라서 거래협상 확정을 위한 메시지 교환의 효율성을 높이기 위해서 Lee와 Chang[13]의 연구에서 자원이 제한적인 경우에 그 효율성이 입증된 시간제한적 협상구조의 유한시간보장 프로토콜(Finite-time Guarantee Protocol)을 사용한다.

협상통제과정의 전체 수행과정을 단계별로 정리하면 다음과 같다.

Step 1. 시장 에이전트에서의 등록

자동 거래협상을 시작하기 전에 자신의 참여를 알리기 위하여 시장운영 에이전트에게 참여자 등록 메시지를 보낸다. 또한 상대방 거래후보에 관한 정보를 취득하기 위하여 자신의 거래가능범위를 시장운영 에이전트에 통보하고, 거래후보 리스트 메시지를 받는다.

Step 2. 개별협상 에이전트의 생성

시장운영 에이전트로부터 받은 거래후보 리스트를 이용하여 개별협상을 수행할 상대방을 파악한다. 모든 거래후보 에이전트들과 개별협상을 진행하기 위하여 각각 대응되는 개별협상 에이전트를 생성하고 필요한 정보를 제공한다.

Step 3. 최적 거래안 탐색 종료 메시지 대기 및 수신

개별협상 에이전트들이 최적 거래안 탐색을 종료하고 그 사실을 통보해오기를 기다린다. 어떤 개별협상 에이전트가 최적 거래안 탐색 종료를 통보해오면 아래의 3가지 경우 중에 어느 경우인지에 따라 다음 단계로 넘어간다.

Case 1. 만족할만한 거래효율을 갖는 거래안을 발견한 경우

개별협상 에이전트의 상대방 에이전트를 최적 거래상대로 선택하고, 나머지 개별협상 에이전트들에게는 최적 거래안 탐색과정을 잠시 중단시킨 후에 Step 4로 이동한다.

Case 2. 더 이상 거래효율을 개선할 거래안을 찾지 못한 경우

상대방 에이전트를 거래후보 리스트에 추가하고 다시 Step 3로 돌아가서 다른 개별협상 에이전트의 탐색 종료를 기다린다.

Case 3. 협상완료시간이 되어 종료한 경우

최적 거래안 탐색을 종료한 모든 개별협상 에이전트들 중에서 거래효율이 가장 큰 거래안을 탐색한 에이전트를 선택하여 그 상대방을 최적 거래상대로 선택하고 Step 4로 이동한다.

Step 4. 거래협상 확정

앞 단계에서 최적 거래상대로 선택된 상대방 에이전트에게 협상확정 요청 메시지를 보낸다. 상대방으로부터 일정시간($T=\infty$) 이내에 협상확정 응답 메시지가 돌아오면 시장 에이전트에게 협상종료를 통보하고 모든 거래협상을 종료한다. 그렇지 않고 일정시간 이내에 협상확정 응답 메시지가 오지 않으면 경우에 따라 아래와 같이 처리한다.

Case 1. 협상완료시간인 경우

현재의 최적 거래상대를 제외하고 나머지 상대방들 중에서 거래효율이 가장 큰 거래안을 탐색한 에이전트를 선택하고 다시 Step 4로 돌아간다.

Case 2. 만족할만한 거래효율을 갖는 거래안을 발견한 상대방이었던 경우

응답이 없는 현재의 최적 거래상대를 제거하고, 나머지 개별협상 에이전트들에게 일시 중단시켰던 최적 거래안 탐색을 계속 진행시키고 Step 3로 이동한다.

6. 결 론

본 연구에서는 소비자간 전자상거래에서 거래속성의 변화에 따라 개인의 효용가치의 차이를 이용한 다속성 상품의 제안기반 협상시장에서의 자동거래협상을 지능형 에이전트 시스템을 이용하여 해결하고자 하였다. 이와 같은 자동 거래협상을 수행하기 위하여 필요한 거래속성 변화에 따른 소비자 개인의 선호체계를 표현하기 위한 방법을 개발하고 이러한 자동 거래협상을 공정하게 수행하기 위해 협상시장이 가져야할 특징과 프로토콜을 제안하고 시장운영 에이전트 시스템의 구조를 설계하였다. 그리고 이러한 분산형 시장구조를 갖는 제안기반의 협상시장에 참여하는 사용자 에이전트 시스템이 최적의 거래상대와 최적의 거래안을 찾기 위한 탐색 방법을 구체적으로 개발하였다.

이전의 연구결과와는 달리 본 연구의 결과를 통

하여 소비자간 전자상거래에서 구매자 뿐만 아니라 판매자도 협상결과에 따른 거래로 얻어지는 자신의 효용(가격으로 환산된)을 극대화할 수 있는 공정한 협상시장을 구성하여 운영할 수 있게 되었다. 또한 사용자들은 자신의 협상 선호체계를 쉽게 표현하고, 표현된 선호체계를 반영한 자동 거래협상을 수행할 수 있는 편리한 도구를 사용하게 됨으로써 소비자간 전자상거래 시장에 참여를 통한 사용자의 만족도를 극대화시켜줄 것이다.

마지막으로 본 연구에서 제안한 자동협상 시장의 구조와 사용자 에이전트의 탐색전략의 효율성을 측정·평가하기 위하여 시장운영 에이전트와 사용자 에이전트를 XML 기반의 환경에서 Java를 이용하여 구현 중에 있다.

참고문헌

- [1] 원일용, 신진섭, 이창훈, "에이전트 기반 C-to-C형 전자상거래 시스템 연구", 한국정보처리학회 춘계학술발표논문집, 2000.
- [2] 조의성, 조근식, "전자상거래에서의 구매자와 자동협상 수행을 위한 가상정원 시스템", 한국지능정보시스템학회논문지, 제5권, 제2호, 1999.
- [3] 홍준석, "소비자간 전자상거래에서의 개인효용차를 이용한 자동협상 구조", 한국지능정보시스템학회 추계학술대회 논문집, 2000.
- [4] C. Beam and A. Segev, "Automated Negotiations: A Survey of the State of the Art", *CMIT Working Paper 97-WP-1022*, May, 1997.
- [5] C. Beam and A. Segev, "Auction on the Internet: A Field Study", *CMIT Working Paper 98-WP-1032*, Nov. 1998.
- [6] 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.
- [7] R. Doorenbos, O. Etzioni and D. Weld, "A Scalable Comparison-Shopping Agent for the World Wide Web", *Proceedings of the First International Conference on Autonomous Agent(Agents'97)*, Marina del Rey, CA, Feb. 1997.
- [8] R. Guttman, "Merchant Differentiation through Integrative Negotiation in Agent-mediated Electronic Commerce", Master Thesis, MIT Media Laboratory, 1998.
- [9] R. Guttman, A. Moukas and P. Maes, "Agent-mediated Electronic Commerce: A Survey", *Knowledge Engineering Review*, Jun. 1998.
- [10] R. Guttman and P. Maes, "Agent-mediated Integrative Negotiation for Retail Electronic Commerce", *Proceedings of the HICSS-99*,

- 1999.
- [11] G. Kersten, S. Noronha and J. Teich, "Are All E-Commerce Negotiations Auctions?" *Proceedings of the Fourth International Conference on the Design of Cooperative Systems(COOP'2000)*, Sophia-Antipolis, France, May 2000.
- [12] G. Kersten and S. Noronha, "WWW-based Negotiation Support: Design, Implementation, and Use", *Decision Support Systems*, Vol.25, pp.135-154, 1999.
- [13] K.J. Lee, Y.S. Chang and J.K. Lee, "Time-bound Negotiation Framework for Electronic Commerce Agents", *Decision Support Systems*, Vol.28, No.4, pp.291-379, 2000.
- [14] G. Lo and G. Kersten, "Negotiation in Electronic Commerce: Integrating Negotiation Support and Software Agent Technologies", *Proceedings of the 29th Atlantic Schools of Business Conference*, 1999.
- [15] P. Maes, R. Guttman and A. Moukas, "Agents that Buy and Sell", *Communications of the ACM*, Vol.42, No.3, pp.81-91, March 1999.
- [16] J. Morris and P. Maes, "Negotiating Beyond the Bid Price", *CHI 2000 Workshop Proceedings: Designing Interactive Systems for 1-to-1 E-Commerce(CHI'2000)*, Hague, Netherlands, April 2000.
- [17] J. Morris and P. Maglio, "When Buying On-line, Does Price Really Matter?" *Proceedings of the Conference on Human Factors in Computing Systems(CHI'2001)*, Seattle, WA, April 2001.
- [18] T. Sandholm, "Automated Negotiation: the best terms for all concerned", *Communications of the ACM*, Vol.42, No.3, pp.84-85, March 1999.
- [19] T. Sandholm and V. Lesser, "Issues in Automated Negotiation and Electronic Commerce: Extending the Contract Net Framework", *Proceedings of the First International Conference on Multi-Agent Systems(ICMAS'95)*, 1995.
- [20] R. Smith, "The Contract Net Protocol: High-Level Communication and Control in a Distributed Problem Solver", *IEEE Transactions on Computers*, Vol.29, No.12, December 1980.
- [21] M. Strobel, "Effects of Electronic Markets on Negotiation Processes", IBM Research, Zurich Research Laboratory, Working Paper, 2000.
- [22] G. Tewari, A. Berkovich, V. Gabovich, S. Liang, A. Ramakrishnan and P. Maes, "Sustaining Individual Incentives while Maximizing Aggregate Social Welfare: A Mediated Brokering Technique for Trading Agents in Next-Generation Electronic Markets", *Proceedings of the International Conference on Internet Computing(IC'2001)*, LasVegas, Nevada, USA, June 2001.
- [23] G. Tewari and P. Maes, "Design and Implementation of an Agent-Based Intermediary Infrastructure for Electronic Markets", *Proceedings of the Second International ACM Conference on Electronic Commerce(EC'00)*, Minneapolis MN, USA, October 2000.
- [24] G. Tewari and P. Maes, "Beyond Passive Bids and Asks: Mutual Buyer and Seller Discrimination Through Integrative Negotiation in Agent Based Electronic Markets", *Proceedings of the AAAI-2000 Workshop on Knowledge-based Electronic Markets(KBEM'00)*, Austin TX, USA, July 2000.
- [25] P. Wurman, M. Wellman and W. Walsh, "The Michigan Internet Auction Bot: A Configurable Auction Server for Human and Software Agents", *Proceedings of the Second International Conference on Autonomous Agents(Agents'98)*, May 1998.