

최적의 매매계약을 위한 지능형 에이전트 기반의 비즈니스 모형에 관한 연구

A Study of Business Model Based on Intelligent Agents for Optimal Contract

정종진(Jong-Jin Jung)¹⁾

요 약

전자상거래가 활성화되면서 멀티에이전트를 비롯한 다양한 에이전트 기법을 전자상거래에 적용하여 구매자와 판매자간의 매매를 지능적으로 수행시키는 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 그러나 기존의 연구들은 구매자와 판매자간의 매매 프로세스를 에이전트들이 수행하는 과정에서 에이전트의 지능적 능력이 부족하여 의사결정시 사용자의 개입을 요구하고 있다. 또한 사용자가 매매활동에서 중요하게 고려하는 항목들을 충분히 수용하지 못한 상태에서 서로 연결되는 수준에 머무르고 있다. 본 논문에서는 이러한 단점들을 극복하는 매매 프로세스를 위한 멀티에이전트 기반의 비즈니스 모형을 제안한다. 제안된 모형에서는 기존의 특정 항목을 중심으로 한 중개의 단점을 극복하고 사용자의 다양하고 차별적인 요구사항들을 만족시키면서 최적의 중개가 이루어지도록 하기 위하여 중개 프로세스에 CSP 기법을 적용한다. 또한 매매후보 에이전트들이 서로의 의견을 조정하면서 매매계약을 체결하기 위하여 게임이론에서의 협상모형을 응용한 에이전트들의 자동 협상 메커니즘을 제안한다. 이러한 중개 프로세스의 최적화 및 자동 협상을 위하여 제안된 모형에서는 에이전트들이 경쟁계층, 제약만족계층, 협상계층을 통과하면서 매매계약 활동을 수행하도록 한다. 이 때 에이전트 간 통신을 위하여 본 모형에서는 자체적으로 정의한 메시지 기반 통신 프로토콜을 설계 및 구현하였다. 본 논문에서는 제안한 모형을 기반으로 한 응용시스템들을 구현하고 다양한 실험 및 평가를 수행한다.

Abstract

As Electronic Commerce(EC) has been emerged and has developed, many researchers have tried to establish EC framework for automated contract and negotiation using agent technologies. Traditional researches, however, often had limitations. They often enforced the user's participations during the automated contract process of agents. They also could only consider a few of the user's requirements for a specific goods and did not have supported the procedures and methodologies for making the best contract.

In this paper, we propose business model on EC based on multiagents to overcome the defects of the previous researches. We apply CSP techniques to brokerage process to satisfy various preferential requirements from the user. We also propose efficient negotiation mechanism using negotiation model of game theory. The contract candidates automatically negotiate and mediate in terms of their benefits through the proposed negotiation mechanism. For the optimal brokerage and automated negotiation, the agents process activities for contract on three layers, which are called competition layer, constraint satisfaction layer and negotiation layer in the proposed model. We also design the message driven communication protocol to support the automated contract among the agents. Finally, we have implemented prototype systems applying the proposed model and have shown the various experimental results for efficiency of the proposed model.

1) 정회원 : 대전대학교 컴퓨터공학과 조교수

* 이 논문은 2003학년도 대전대학교 학술연구비지원에 의한 것임

1. 서론

최근 활성화되고 있는 전자상거래의 발전은 인터넷의 대중화를 통하여 가속화되고 있으며 이에 따라 전자상거래 기반기술 및 응용기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 전자상거래에 참여하는 컴퓨터 시스템은 사용자의 참여부분을 최소화하면서 최적의 거래가 이루어지도록 하는 것을 목표로 한다. 이것은 소프트웨어 시스템을 지능화함으로써 가능해질 수 있고, 이에 대한 노력은 전통적으로 인공지능 분야에서 수행되어 왔다. 이러한 의미에서 최근에는 전자상거래에 에이전트 개념을 적용하는 연구가 활발하게 시도되고 있다. 에이전트는 주로 구매자와 판매자를 대신해서 이들 간의 중개자 또는 조정자의 역할을 수행한다. 에이전트는 사용자를 대신하여 상거래 활동을 수행해야 하기 때문에 여러 가지 능력을 갖추고 있어야 한다. 사용자의 요구사항을 반영하기 위한 요구수용능력을 비롯하여, 제품에 대한 탐색능력, 올바른 제품을 선택하는 선정능력 그리고 특정 제품을 선택하고 난 후 판매자와 계약을 맺기 위해서 요구되는 협상능력 및 의사결정능력 등을 갖추고 있어야 한다. 에이전트의 이러한 특성과 역할에 맞추어 최근에는 인터넷과 같은 망에서 분산되어 있는 에이전트들을 목적에 맞게 그룹화하고, 이들의 상호협력을 통하여 복합적인 문제를 해결하는 멀티 에이전트 구조를 전자상거래에 응용하고 있다. 즉, 멀티에이전트 구조가 전자상거래의 수행구조와 유사한 특성을 가지고 있기 때문에 다양한 형태의 멀티 에이전트 기반 전자상거래 구조 및 응용 시스템들이 개발되고 있는 것이다 [1,2,4,5,9,11].

그러나 기존의 연구에서는 에이전트들의 표현능력 및 지능적인 수행능력의 한계로 인하여 사용자의 다양한 요구사항을 여전히 만족시키지 못하고 있다. 먼저 중개 에이전트의 중개기법이 단순하여 구매자의 구입요건 및 선호도와 판매 제품의 장점 및 판매조건 사이의 정확한 분석을 바탕으로 한 효율적인 중개가 이루어지지 못하고 있다. 본 논문에서는 이러한 단점을 보완하기 위하여 구매자와 판매자간의 연결절차에 인공지능의 CSP를 응용하여 사용자의 요

구사항을 최대한 만족시키도록 하는 멀티 에이전트 기반 중개 구조를 제안한다. 최근 몇몇 연구자들이 CSP를 전자상거래에 응용하기 시작함으로써 본 연구에 대한 타당성을 뒷받침하고 있다. [17]과 [18]에서는 제약조건 기반 여과 기법(constraint-based filtering)을 이용하여 구매자의 요구사항에 맞는 판매제품을 탐색하여 우선순위를 부여하는데 사용한다. 또한 [16]과 [19]에서는 판매제품의 배치조립(sales configuration) 문제에 CSP 기법을 이용하여 제품 판매를 지원하기 위한 연구를 수행하고 있다. CSP 기법은 제약조건을 바탕으로 하는 기법으로서 상거래에서의 사용자의 요구사항을 제약조건으로 표현한다면 CSP 기법을 효과적으로 이용할 수 있다. 따라서 상거래 문제에 CSP 기법을 적용하는 것은 사용자의 만족도를 고려한 효율적인 전자상거래 모델을 구축하기 위한 방법론으로서 큰 의의가 있다. 그러나 기존의 방법에서는 상거래 문제를 CSP로 모델링한 것이라기보다는 사용자의 요구사항을 바탕으로 CSP 기법을 부분적으로 이용한 것이다. 따라서 상거래의 형태에 따른 정형화된 CSP 모델을 제시하지 못하고 있으며 CSP 적용의 한계를 보이고 있다. 본 논문에서는 다양한 상거래 유형에 따른 구매자와 판매자간의 중개 문제를 CSP로 모델링하고 각각의 환경에 맞는 모델들을 제시한다. 즉, 다양한 구매자의 요구사항과 판매자의 공급조건 및 제품사양 그리고 거래 환경에 따른 이들 간의 연결조건을 제약조건으로 표현하고 이를 만족하는 대상들을 탐색하고 평가하여 서로 연결시켜줌으로써 중개 효과를 극대화시키는 것이다.

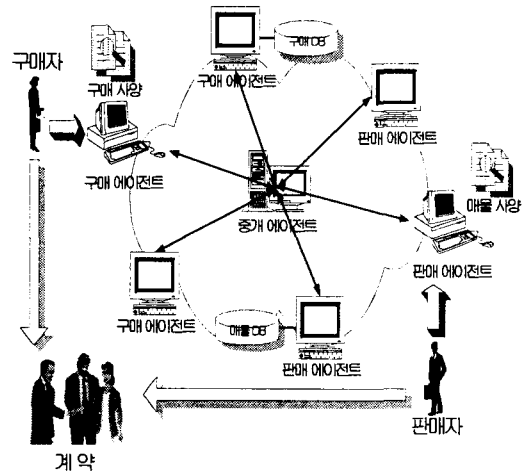
다음으로, 전자상거래 환경에서 에이전트를 이용하여 매매활동을 지원할 때 이들은 쇼핑몰과 같은 판매 웹사이트나 시장에서 상대 에이전트와 직접 연결하기도 하고, 중개 에이전트를 통하여 매매 가능성이 있는 상대 에이전트들과 연결되기도 한다. 그러나 에이전트들이 서로 연결되었다는 것은 상거래 행위의 대상인 구매자나 판매자의 요구사항들 간의 유사성에 근거한 것이다. 즉, 구매자와 판매자는 서로의 일방적인 매매조건과 수용능력이 근접할 때 연결되어 매매계약을 위한 활동을 수행하는 것이

다. 따라서 서로의 이익을 향상시키기 위해서는 이들이 협상(negotiation)을 통하여 매매조건과 수용능력을 조정할 필요가 있다. 협상은 가격이나 지불조건 등과 같은 항목들을 대상으로 구매자와 판매자간의 이익을 조정하면서 실제적인 계약을 체결하는 과정이다. 상거래에 대한 협상 메커니즘의 이용은 구매자와 판매자의 이익을 동시에 조정함으로써 이익의 불균형을 해소시키고, 전체의 이익을 향상시키는 효과를 가져올 수 있다. 이러한 의미에서 기존의 연구된 몇몇 에이전트들이 협상 메커니즘을 지원하고 있으나, 이들이 지원하는 협상방식은 대부분 사용자의 개입을 요구하는 수동적 협상의 성격이 강해서 에이전트의 협상능력이 단순해진다[2,9,11,18]. 또한 자동협상을 지원할 경우에는 협상항목이 가격에 국한되어 있고 협상모델이 고정적이므로 실제 환경의 사용자들의 성향과 협상방식을 제대로 반영하지 못한다는 한계를 가지고 있다. 본 논문에서는 기존의 경제학에서 연구되어 온 게임이론(game theory)을 전자상거래의 에이전트 간 협상환경에 응용하여 에이전트 간 자동협상 모델을 제안한다. 제안된 협상 방식에서는 다양한 협상항목들을 대상으로 에이전트들이 메시지 기반 통신을 통하여 협상을 자동으로 수행하며, 협상과정에서 상대방의 성향과 의도를 학습하고 그 결과를 협상에 이용함으로써 상대방의 이익을 고려하면서 동시에 자신이 유리한 쪽으로 매매를 성사시키도록 한다.

2. 에이전트 기반의 인터넷 비즈니스 유형

인터넷 비즈니스 구조에서는 다수의 구매자들과 판매자들이 존재한다. 먼저 구매자들이 제품을 구매할 때 구매 요구사항이 다르다. 또한 판매자들은 자신이 판매할 수 있는 제품의 종류가 다르며, 동일 종류의 제품에 대해서도 판매제품의 특성과 품질이 각각 다르다. 따라서 판매자들은 구매자들과 연결될 경우 구매자의 제품에 대한 요구사항에 따라서 다양한 판매능력들을 갖게 될 것이다. 그러므로 분산 환경 하에 있는 구매자들과 판매자들은 멀티에이

전트 구조에서의 문제해결을 요구하는 요구 에이전트와 이를 해결하는 서비스 에이전트로 매핑될 수 있게 된다. 또한 구매자와 판매자는 통신을 통하여 연결되어야 하므로 멀티에이전트 구조에서의 ACL을 통하여 구매요구 및 판매의사를 표현하고 교환할 수 있다. [그림 1]에서는 인터넷 비즈니스에서의 멀티에이전트를 이용한 매매구조의 예를 보여주고 있다.



[그림 1] 멀티에이전트 기반의 매매 중개

[그림 1]에서 보이듯이 구매자는 구매 에이전트를 생성하고 에이전트 내의 구매사양서를 통하여 구매하고자 하는 상품이 갖추어야 할 사양 및 선호조건 등을 제시하고 구매를 요청한다. 또한 판매자는 판매 에이전트를 생성하여 매물사양서상에 판매상품에 대한 세부사양 및 판매조건을 기록하면 판매 에이전트는 자신의 매물 DB에 저장하여 놓는다. 이러한 상태에서 구매 에이전트와 판매 에이전트는 각각 자신이 원하는 상대방을 찾아 연결된다. 이때 이들 간의 연결방법은 상거래 형태에 따라서 달라지는데, 크게 1:1 관계의 상거래, 1:n 관계의 상거래, n:m 관계의 상거래로 구분될 수 있다.

1:1 관계에서의 상거래는 구매자가 판매자를 미리 알고 있거나, 판매자가 구매자를 미리 알고 있는 상태에서 구매자와 판매자가 매매를 체결하기 위한 협상 및 매매활동을 수행하는 형태이다. 따라서 이 관계에서는 일대일 판매

(one-to-one sales)가 이루어진다. 1:1 관계에서의 매매방식에서는 중개자가 존재하지 않고 구매자와 판매자가 직접 거래를 수행하는 것으로서 양자간의 실질적인 협상 프로세스가 중요하다. 만약 구매자를 대변하는 구매 에이전트와 판매자를 대변하는 판매 에이전트가 존재한다면 이들은 각각의 전략과 지식기반 모듈을 바탕으로 협상하게 된다. 에이전트들 간의 자동협상을 위한 다양한 방법이 연구되어 왔으나 경제논리를 바탕으로 한 인공지능의 게임이론이 유용하게 적용될 수 있다[8,13]. 게임이론을 적용할 경우 판매 에이전트와 구매 에이전트는 메시지 기반 통신을 통하여 협상하는 과정에서 메시지가 교환되었을 때 상대방의 반응 또는 전략을 추론한다. 이를 바탕으로 상대방의 이익을 고려하면서 자신이 유리한 쪽으로 매매를 성사시키기 위한 협상을 진행한다.

1:n 관계의 상거래에서는 특정 제품을 대상으로 하나의 판매자에 대해 구매자가 둘 이상이거나 하나의 구매자에 대해 판매자가 둘 이상인 관계가 존재하게 된다. 전자의 경우는 판매자의 관점에서 본 상거래 형태로서 경매라고 부르고, 후자의 경우는 구매자의 관점에서 본 상거래 형태로서 입찰이라 부른다. 이들 관계는 1:n이나 그 역관계가 된다. 이러한 매매 형태에서는 구매자나 판매자의 요구를 수용할 의사를 갖는 에이전트들 중에서 이에 대한 능력을 갖춘 에이전트들을 선별하고 이들 중에서 가장 만족수준이 높은 에이전트를 추천하는 구조를 따른다. 즉, 구매자나 판매자를 대변하는 에이전트들이 서로 경쟁 관계를 유지하도록 하는 것이다. 따라서 분산 환경 하에 있는 에이전트들의 경쟁을 위한 에이전트 간 통신채널, 의사소통 방식, 제어 메커니즘을 정의하여야 한다. 예를 들어, 입찰 거래 형태에서 구매자가 특정 물건에 대해서 구매요건과 함께 구매의사를 보였을 때 구매요건에 합당한 물건을 가지고 있는 판매 에이전트들은 자신의 물건들을 제시하고, 중개 에이전트가 이 중에서 가장 적합한 물건을 판별하여 구매자와의 계약을 체결 시켜줄 수 있다. 이러한 방식의 중개는 계약 네트워크 프로토콜(contract net protocol)[10]에 기반을 둔 멀티에이전트를 이용한 전자상거

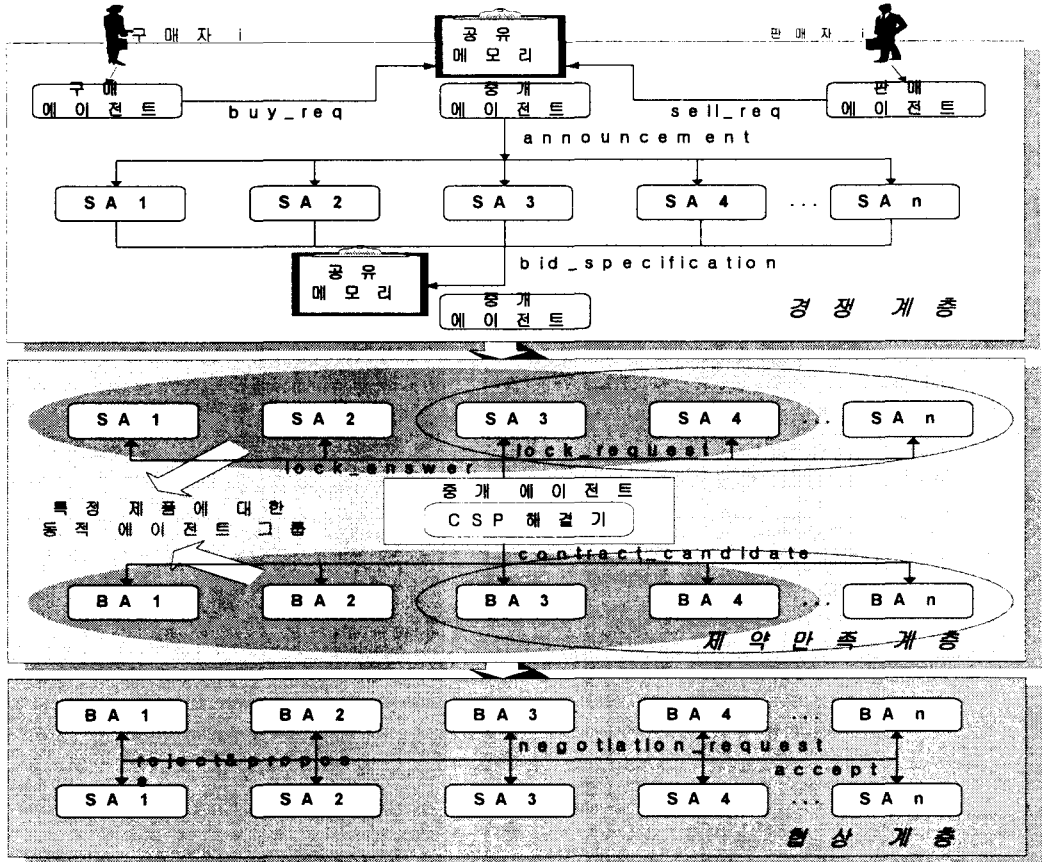
래 구조의 많은 연구들에서 참조되고 있다 [9,18]. 본 논문에서 제안한 중개 구조 역시 에이전트들의 경쟁을 통한 후보 선정 과정에서 계약 네트워크를 변형한 프로토콜을 적용한다.

n:m 관계의 상거래에서는 1:n 관계에서의 에이전트들 간의 상거래 행위가 비동기적으로 이루어지는 형태이다. 중개 에이전트는 구매 에이전트와 판매 에이전트로 이루어진 쌍들의 집합을 생성한다. 이때 중개 에이전트는 구매자와 판매자 사이의 매매가 가장 많이 이루어질 가능성을 고려하여야 한다. 또한 중개 결과는 구매자와 판매자의 이익이 최대화할 수 있는 방향으로 생성되어야 한다. 따라서 중개 에이전트는 구매자와 판매자 사이의 최적의 연결을 생성하기 위하여 자체적인 추론 메커니즘을 가지게 된다. 즉, 구매 에이전트와 판매 에이전트 사이의 제어 과정에서 중개 에이전트는 양자간의 요구조건들을 최대한 만족시키면서 매매를 성사시키기 위해서는 추론 메커니즘이 필요한 것이다. 본 논문에서는 이러한 추론 기법으로서 인공지능의 CSP 기법을 응용한다.

3. 최적의 매매계약 체결을 위한 에이전트 기반의 상거래 프레임워크

3.1 중개 최적화 및 자동협상을 위한 매매 구조 구성

본 논문에서는 매매 참여자들의 만족도를 최대한 반영하기 위하여 경쟁계층(competition layer), 제약만족계층(constraint satisfaction Layer), 협상계층(negotiation layer)으로 구성되는 멀티에이전트 기반의 매매구조를 제안한다. 기존의 많은 연구들에서 제시된 에이전트 기반 마케팅 구조와는 달리 제안된 구조에서는 멀티에이전트에 기반을 둔 구매자와 판매자간의 중개에 초점을 두고 있다. 다음의 [그림 2]에서는 제안된 매매구조의 계층별 구성 및 매매 수행절차를 보여주고 있다.



[그림 2] 에이전트 기반의 자동 매매구조

[그림 2]에서 각각의 구매자들에 대해 판매자들의 경쟁과정은 경쟁 계층에서 동시에 이루어진다. 먼저 각각의 구매자들(Buyer i)은 구매 에이전트(BA i)를 생성하여 구매요구를 *buy_req* 메시지로 중개 에이전트에게 보내면 중개 에이전트 *announcement* 메시지를 통하여 이를 자신의 제어 하에 있는 판매 에이전트들(SA i)에게 공시한다. 만약 어떤 판매 에이전트가 구매자의 요구를 만족하는 상품을 가지고 있다면 그 에이전트는 *bid_specification* 메시지로 비드를 중개 에이전트에게 제출한다. 이 때 중개 에이전트는 판매 에이전트들로부터 주어진 시간 내에 비드를 접수받게 된다. 따라서 주어진 마감시간이 경과한 후에는 구매요구를 제출한 구매 에이전트들과 이들에 대한 판매 에이전트들 사이의 동적 그룹들이 생성된다.

만약 구매 에이전트의 요구가 판매 에이전트의 상품사양과 일치된다면 이들 간의 중개가 이루어질 수 있을 것이다.

중간 단계인 계약만족 계층에서 중개 에이전트는 구매 에이전트의 구입요건과 판매 에이전트의 판매조건을 만족시키면서 서로를 연결시킨다. 그 결과 구매 에이전트와 판매 에이전트 사이에 매매후보쌍들이 생성된다. 이때 생성된 결과는 구매 에이전트와 판매 에이전트의 다양한 요구사항들이 최대한 반영되어야 하므로 중개 에이전트의 역할이 중요해진다. 즉, 중개 효과를 극대화시키기 위해서는 구매 에이전트들과 판매 에이전트들 사이의 효율적인 연결 방법이 요구되는 것이다. 이를 위해 본 논문에서는 구매 에이전트들과 판매 에이전트들 사이의 연결 관계 및 조건을 CSP로 정형화한 모델

을 제안한다. 그리고 중개 에이전트 내의 CSP 해결기를 통하여 사용자의 다양하고 차별적인 요구를 만족하는 최적의 중개 결과를 생성하도록 한다. 중개 결과에 따라 매매후보쌍들이 결정되면 중개 에이전트는 해당된 판매 에이전트들에게 *lock_request* 메시지를 보내서 비드를 제출한 제품이 특정 구매자와 연결되었음을 알린다. 이 때 *lock_request* 메시지를 받은 판매 에이전트가 구매요구에 만족한다면 *lock_answer* 메시지를 통하여 "yes"의 의미를 포함한 응답을 하고 만족하지 않는다면 "no"의 의미를 포함한 응답을 하게 된다. 마지막으로 중개 에이전트는 구매 에이전트와 판매 에이전트에게 매매 후보가 되었음을 알리는 *contract_candidate* 메시지를 보낸다. 그러나 이 상태에서 에이전트들 사이에 아직 매매가 성립된 것이 아니다. 단지 서로의 요구조건을 최대한으로 만족시키는 상대와 연결되었을 뿐이다.

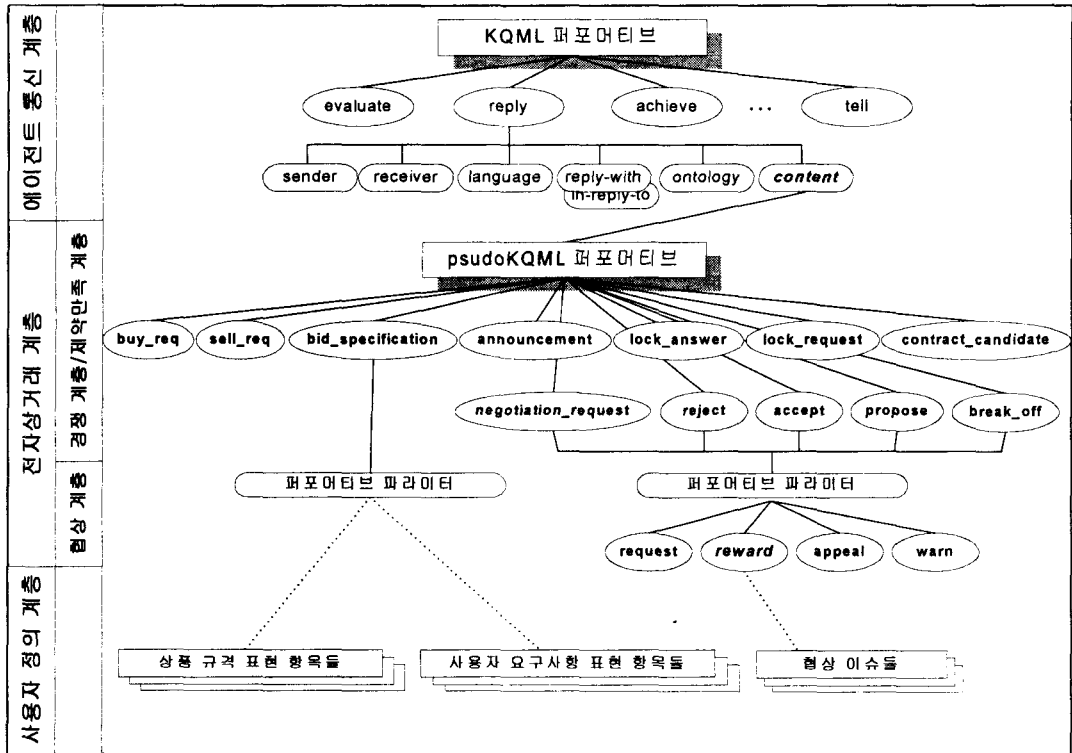
최하위 단계인 협상계층은 매매후보쌍들 간의 실질적인 매매계약 체결을 위해 구입요건과 판매조건 사이의 협사항목들을 중심으로 각각의 에이전트들이 협상하는 단계이다. 계약만족 계층으로부터 생성된 매매후보들은 단지 서로의 요구조건을 유사성에 따라 얻어진 결과이다. 그런데 상호간의 요구조건 항목들에 대한 중요도가 각각 다르다. 따라서 이를 상호 조정함으로써 상호간의 이득을 향상시킬 수 있다. 또한 매매후보들 간의 계약이 실패하면 다시 중개를 반복해야 하는 문제가 발생하므로 이들 간의 협상을 통한 손익조정으로 보다 매매계약의 성사 가능성을 높을 수 있다. 본 논문에서는 에이전트간의 불완전 정보 상태에서 전략적 게임을 바탕으로 한 협상 메커니즘을 제안한다. 이 계층에서 에이전트들은 협상전략에 따른 제안을 단계적으로 제시하면서 상대방이 중요하게 고려하는 협상 포인트를 파악하는 방법을 사용한다. 먼저 구매 에이전트는 상대 후보에게 자신의 제안을 포함한 *negotiation_request* 메시지를 보내서 협상을 제의한다. 이 메시지를 받은 판매 에이전트는 본 논문에서 제안하는 평가 메커니즘에 따라 구매 에이전트의 제안을 분석 및 평가하고 응

답 메시지를 보낸다. 만약 상대의 제안에 만족하면 *accept* 메시지를 보내서 협상은 종료하게 되고, 만족하지 않는다면 *reject* 및 *propose* 메시지를 통하여 자신의 제안을 제시한다. 이러한 과정이 *accept* 또는 *break_off* 메시지가 전송될 때까지 반복된다. 결국 게임을 수행하는 에이전트는 학습기능을 통해 상대방의 성향과 정보를 파악하고 서로의 이득을 최대화할 수 있는 방향으로 협상을 수행할 수 있다.

3.2 메시지 교환 방식의 에이전트 통신 프로토콜

제안한 매매 구조에서는 에이전트들 간의 의사소통 수단으로서 KQML에 의한 메시지 교환 통신방식을 이용한다. 이는 멀티에이전트 시스템간의 호환성을 고려한 것으로서 KQML은 가장 폭넓게 사용되는 에이전트 통신언어이다[12]. 그러나 KQML은 TCP/IP의 상위계층에서 고유한 멀티에이전트 시스템에서의 메시지 프로토콜을 지원하는 언어로서 전자상거래에서의 에이전트 간 통신을 고려하지 않고 있다. 따라서 에이전트들이 중개 프로세스를 원만하게 수행하기 위해서는 상위 레벨의 메시지 프로토콜이 정의되어야 한다.

본 논문에서는 자체적으로 정의한 의사 KQML(*PseudoKQML*)이라 불리는 언어를 설계하였다. *의사KQML*은 기존의 KQML과 유사한 문법구조를 가지고 있으며 KQML의 내용부분(*content*)에 포함되어 전자상거래의 중개 프로세스에서 요구되는 에이전트 간 메시지 프로토콜을 지원한다. 다음의 [그림 3]에서는 *의사KQML* 언어에서 지원하는 메시지들의 단계별 사용 범위에 따른 계층구조를 보여준다.



[그림 135] 계층별 사용범위에 따른 메시지들의 계층구조

위의 [그림 3]에서 보이듯이 최상위 계층은 KQML 퍼포머티브(KQML performative)라 부르는 메시지들로 이루어진다. 이 계층은 전자상거래와는 독립적인 계층으로서 일반적인 에이전트 간 메시지 프로토콜을 지원하는 에이전트 통신 계층(ACL layer)이다. 다음으로, 중간 계층은 전자상거래 계층(EC layer)으로서 멀티 에이전트 기반의 전자상거래에서 에이전트들 간의 중개 프로세스를 자동으로 수행하기 위해 필요한 메시지 프로토콜을 지원한다. 이 메시지들은 *의사KQML* 언어에 속하고, KQML 퍼포머티브들의 내용부분에 포함된다. 최하위 계층은 사용자 정의 계층(user specification layer)으로서 구매자나 판매자의 요구사항을 표현하거나 상품의 규격을 나타내는 여러 가지의 항목들로 구성된다. 또한 구매자와 판매자 간의 협의과정에서 사용되는 항목들도 포함한다.

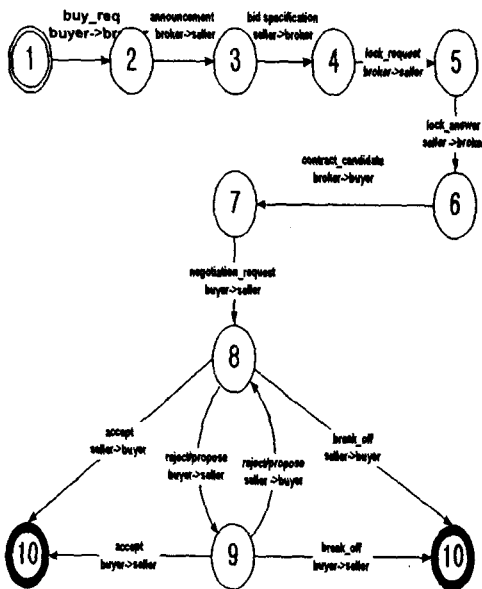
의사KQML 메시지들은 단계별 사용에 따

라서 크게 3가지로 구분된다. 경쟁계층과 계약 만족계층을 포함하는 중개처리 단계에서 에이전트들은 buy_req, sell_req, announcement, bid_specification, lock_request, lock_answer, contract_candidate 등의 7가지 메시지 중의 하나를 사용하여 정보를 교환한다. 이 메시지들은 데이터베이스에 대한 질의를 기술하고 처리하기에 유용한 구조를 가지고 있다. 협상계층에서는 협상표현을 위해 사용되는 메시지들과 이슈처리를 위해 사용되는 메시지로 구분된다. negotiation_request, reject, accept, propose, break_off 등의 협상표현 메시지는 구매자와 판매자간의 협상 진행시 사용되고, request, reward(reward(request(issue))(offer(issue))), appeal(appeal(if(issue))(then(issue))), warn(warn(if[not](action))(then(issue)))) 등의 이슈처리 메시지는 구매자와 판매자가 협상을 진행하는 과정에서 협상대상을 표현하고 처리하기 위한 부분이다. 따라서

이슈처리 메시지들은 협상 메시지들의 세부 메시지로 포함된다. 특히 이슈처리 메시지들은 에이전트들의 지능적 협상을 위해 규칙기반 추론을 수행하기에 용이한 구조이다.

이러한 메시지들을 이용한 통신흐름은 매매 프로세스 계층별로 [그림 4]와 같이 크게 6가지의 과정을 거치게 된다.

1. 구매 에이전트가 구매 요청을 중개 에이전트에게 보내는 단계 [상태 1].
2. 중개 에이전트가 구매 요청을 판매 에이전트에게 보내는 단계 [상태 2].
3. 판매 에이전트가 이에 대한 비드를 제출하는 단계 [상태 3].
4. 중개 에이전트가 알맞은 매매후보쌍의 리스트를 해당 구매 에이전트와 판매 에이전트에게 각각 보내는 단계 [상태 4-6].
5. 구매 에이전트가 판매 에이전트에게 협상을 요청하는 단계 [상태 7].
6. 매매후보들이 협상절차에 맞추어 1:1 협상을 진행하는 단계 [상태 8-10].



[그림 4] 메시지 교환에 따른 트랜잭션 상태도

3.3 CSP 기법을 적용한 중개 프로세스의 최적화

본 절에서는 제안하는 자동 매매 구조를 통하여 구매자들과 판매자들이 매매 활동을 지능적이고 자동적으로 수행하는데 있어서 최적의 방법을 제공하기 위한 메커니즘을 설명한다. 제안된 매매 구조의 경쟁 계층을 통하여 구매 에이전트들과 판매 에이전트들이 동적으로 생성되어 그룹핑될 때 이들은 제약만족 계층에서 중개 에이전트로부터 매핑된다. 이 때 제안한 구조에서는 중개 에이전트 내의 CSP 해결기를 통하여 중개에 참여하는 에이전트들 간의 최적의 연결을 수행하도록 한다. 구매 에이전트들과 판매 에이전트들은 각각 사용자로부터의 매매시 최대한 고려해야할 요구조건들을 가지고 이를 반영한 상태에서 매매 대상인 상대 에이전트들과 연결되어야 하기 때문에 이러한 특성을 CSP의 구성요소인 변수, 도메인, 제약조건으로 매핑할 경우 중개 프로세스에 참여하는 에이전트들의 연결 관계를 CSP로 정형화하고 다양한 유형의 중개 모형을 생성할 수 있다 [3,6,7]. 이는 인공지능의 탐색 문제에서 탁월한 성능을 발휘하고 있는 CSP 기법의 응용범위를 확장할 수 있는 중요한 계기가 될 수 있는데, 중개 프로세스를 CSP로 정형화하기 위해서 구매 에이전트와 판매 에이전트 사이의 관계를 [표 1]과 같은 이진행렬 테이블로 표현할 수 있다.

[표 1] 중개문제에 대한 CSP 변수 생성

판매자 \ 구매자	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	...	S _m
B ₁	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	...	X _{1m}
B ₂	X ₂₁	X ₂₂	X ₂₃	X ₂₄	...	X _{2m}
B ₃	X ₃₁	X ₃₂	X ₃₃	X ₃₄	...	X _{3m}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	...	⋮
B _n	X _{n1}	X _{n2}	X _{n3}	X _{n4}	...	X _{nm}

[표 1]에서 보면, $B_i(1 \leq i \leq n)$ 는 구매 에이전트를 나타내고, $S_j(1 \leq j \leq m, n \leq m)$ 는 판매 에이전트를 나타낸다. 이들은 각각 매매를 성사시키기 위한 대상을 찾아야 하고, 판매 에이전트는 자신이 판매할 제품에 대한 공급량, $q_m(1 \leq q_m \leq n)$ 가 정해져 있다고 가정한다. 이 때 구매자와 판매자 사이의 연결여부를 변수로 표현한다면 한 명의 구매자와 한 명의 판매자 사이에는 $X_{ij}(1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq m, i$ 와 j 는 정수)

라는 이진변수가 생성되고, X_{ij} 는 $(n \times m)$ 개가 존재하게 된다. CSP 모델에서 변수는 각각의 유한 이산 도메인(finite discrete domain)으로부터 해의 값을 취할 수 있는데 X_{ij} 는 이진변수이므로 $\{0,1\}$ 의 도메인을 갖게 된다. 예를 들어, X_{32} 는 B_3 와 S_2 사이의 연결여부를 나타내는 변수로서 연결이 성립한다면 $X_{32} = 1$ 이 되고, 그렇지 않다면 $X_{32} = 0$ 이 된다. 또한 X_{ij} 와 X_{pq} 사이에는 제약조건이 존재하게 된다. 만약 B_i 와 S_j 사이에 1:1 대응관계가 성립되어야 한다는 제약조건에서 X_{32} 가 1로 바인딩된다면, X_{32} 를 제외한 $X_{12}, X_{22}, \dots, X_{n2}$ 는 모두 0이 되어야 한다. 이로써 본 논문에서는 중개 프로세스의 구성요소들 간의 관계를 CSP로 정형화할 수 있다는 것을 확인할 수 있다. 따라서 상거래의 형태와 중개전략에 따라서 다양한 형태의 CSP를 기반으로 하는 비즈니스 모델을 생성할 수 있다. 예를 들어, 어떤 중개 프로세스가 입찰과 같이 구매자 이익의 관점에서 수행되고 구매자와 판매자 사이의 제품양이 유일하다고 한다면, 특정 판매자에 대해 구매자들은 중복되어 할당될 수 없고, B_i 와 S_j 는 1:1 대응이 되어야만 한다. 다음은 이러한 유형의 중개 프로세스에 대해서 정의한 식이다.

$$\text{목적함수 : } \sum_{i=1}^n \text{Max}(\sum_{j=1}^m E_{ij} \cdot X_{ij})$$

제약조건 :

$$\sum_{i=1}^n X_{i1} = 1, \quad \sum_{i=1}^n X_{i2} = 1, \quad \dots$$

$$\sum_{i=1}^m X_{im} = 1 \dots \textcircled{1}$$

$$\sum_{i=1}^m X_{1i} = 1, \quad \sum_{i=1}^m X_{2i} = 1, \quad \dots$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ni} = 1 \dots \textcircled{2}$$

$$E_{ij} = \sum_{i=1}^n w_i \cdot e_i \dots \textcircled{3}$$

X_{ij} : 부울변수, $X_{ij} = 0, 1$

E_{ij} : 평가치, $0 \leq E_{ij} \leq 1$, E_{ij} 는 실수

w_i : 우선순위별 가중치, $0 \leq w_i \leq 1$, w_i 는 실수

e_i : 노드 제약조건 만족도에 따른 평가치, $0 \leq e_i \leq 1$, e_i 는 실수

이 모델에서는 구매자의 이익을 최대한으로 만족시켜야 하므로 목적함수는 구매자별 요구사항에 대한 판매제품의 만족도를 나타내는 평가치를 최대화하는 쌍들을 구하는 것이다. 이 모델에서의 제약조건은 아크 일관성 검사를 위한 제약조건과 노드 일관성 검사를 위한 제약조건이 존재한다. 본 논문에서는 이러한 형태를 갖는 제약조건들을 각각 아크 제약조건(arc constraint)과 노드 제약조건(node constraint)으로 표현한다[3,7]. 먼저 아크 제약조건은 전형적으로 $B_i \neq B_j$ 와 같은 형태가 된다. 즉, 상품의 개수가 하나로 한정되므로 특정 구매자에 대해서 두 명 이상의 판매자가 매매를 체결해서는 안된다는 제약사항이 존재하게 되는 것이다. 위의 ①식과 ②식은 아크 제약조건을 표현한 것이다. ①식은 구매자가 판매자를 선택할 때 단 한명의 판매자만을 선택한다는 제약조건을 나타내고, ②식은 판매자 역시 단 한명의 구매자에게만 선택되어진다는 제약조건을 나타낸다. ③식은 구매자별 요구사항의 만족도에 따른 평가치를 표현한 것이다. 이는 요구사항 항목별 평가치(e_i)에 가중치(w_i)를 부여한 값의 합이 된다. 이러한 내용들은 상거래의 결과에 중요한 영향을 미치는 요소들로서 노드 제약조건으로 표현되어 판매자의 제품들을 걸러내는데 사용될 수 있다. 또한 구매자의 요구사항 항목들의 값과 이들간의 선호적 우선순위를 기준으로 제시된 판매상품들에 대해 최적의 상품을 평가할 수 있다.

3.4 전략적 게임 방식을 이용한 에이전트 간 자동협상

제안된 매매구조의 마지막 계층에서는 제약 만족 계층의 CSP 해결기로부터 생성된 매매후보 에이전트들이 최종 매매계약을 생성시키는데 있어서 사용자의 요구사항을 좀더 지능적으로 반영하면서 계약 체결 가능성을 높이도록 하는 활동을 수행한다. 이 때 본 논문에서는 기존의 경제학에서의 게임모형들이 게임상황을 수리적인 형태로 묘사하여 경기자의 전략적 행위를 분석할 수 있도록 한다는데 착안하여 에이전트들의 주장간의 충돌을 내포하고 있는 협상문제에 게임이론을 적용하여 지능적인 협상

프로세스를 구성하였다. 즉, 에이전트들의 전략적 게임을 통하여 상대 에이전트의 행위를 분석하고 자신의 제안을 조정하면서 서로 납득할 수 있는 계약을 체결하는 것이다. 따라서 본질에서는 에이전트들이 자동으로 협상을 수행하는데 필요한 협상이슈, 협상 진행절차 및 행위, 의사결정모델, 협상 프로토콜 등의 4가지 구성요소들을 각각 설계하고 이들에 대해 설명하도록 한다.

3.4.1 협상이슈

협상이슈란 협상대상(negotiation object)을 말하는 것으로서 협상을 통해 합의에 도달해야 하는 협상항목으로서, 그 내용으로는 식별자(이슈의 이름), 값(이슈가 지니는 값), 유형(이슈가 가질 수 있는 값의 유형), 이슈처리 언어(개별 이슈들의 처리 언어), 관계 표현(다른 이슈들과의 관계 기술을 위한 표현), 선호도 표현(이슈값이 가질 수 있는 범위를 타입의 범위 안에서 제약하고 자신의 선호도를 나타내기 위한 표현), 만족도 곡선(사용자의 만족도를 표현하기 위한 곡선, S' , Z' , Π') 등의 7가지 구성요소들을 포함하고 있다.

3.4.2 협상 진행절차와 협상행위

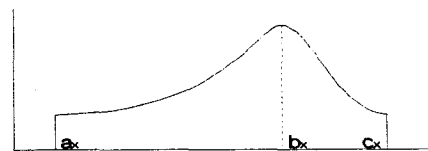
에이전트들이 협상을 수행하는 프로세스와 방식은 기존의 Rubinstein 모형을 확장 및 응용한 협상모델을 제안한다[8]. 제안된 협상모델에서 협상의 제안방식을 살펴보면, 먼저 협상 에이전트는 협상이슈들에 대해 상대방을 최소로 만족시킬 수 있는 만족쌍을 형성한다. 이때 만족쌍은 이슈값과 그에 대한 만족도값으로 구성된다. 다음으로 자신의 만족도 수준에 비추어서 그 보다 높은 쌍 중에서 자신의 만족도의 최대값을 얻을 수 있는 제안을 상대방에게 제시하게 된다. 이러한 쌍이 만들어지지 않을 경우 상대방의 만족도 수준과 자신의 만족도 수준을 낮추어 검색하고 이에 대한 자신의 최대값을 구한다. 이러한 과정이 반복될 때 에이전트들은 서로의 가중치에 대한 학습을 수행하고, 상대방의 만족수준 이상의 제안을 하게 되

면 상대방은 이를 받아들여 협상이 종료하게 된다. 이 때 가중치란 이슈에 대한 중요도를 의미하는 것이다. 결국 이 부분의 식을 통해 상대방의 만족도 수준을 구할 수 있고, 이러한 정보를 통해 상대방의 만족수준에 대한 감소곡선의 감소비율을 추측할 수 있다. 만족도의 수준이 구해지면 위와 같은 만족도 수준의 변동을 예측하여 상대방의 다음 만족도 값을 예상한다. 이러한 예상 만족도 수준에 위의 작업을 반복함으로써 협상을 수행하게 된다.

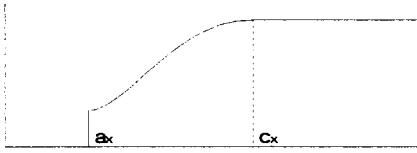
3.4.3 의사결정 모델

제안한 협상방식을 수행하기 위해서는 각 이슈에 대한 협상 에이전트의 만족도 표현 방법 및 학습방법, 협상 에이전트의 이득함수 등을 정의해야 한다. 협상 에이전트의 만족도 표현과 이득함수는 협상 에이전트나 상대 에이전트가 어떠한 제안에 따라 각 이슈에 따른 자신의 만족도를 계산하기 위해 필요하다. 또한 협상 에이전트는 상대 에이전트의 각 이슈에 따른 가중치와 상대 에이전트의 만족수준을 이용해서 자신의 제안을 형성하므로 이러한 정보를 얻는 학습방법이 필요하다.

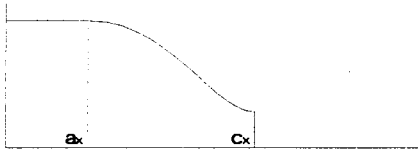
이슈에 대한 에이전트의 만족도는 다음의 그림들과 같이 S' , Z' , Π' 곡선들로 표현한다. 이러한 곡선들은 퍼지의 표준곡선들을 범위값을 갖는 형태로 변형하여 사용자의 만족도를 표현하기 위한 곡선함수로 구한 것이다. 함수에서 입력값은 (a_x, a_y) 와 같은 순서쌍으로 얻어지는데 a_x 는 어떤 이슈가 가질 수 있는 값을 나타내고, a_y 는 a_x 의 값을 이슈가 가졌을 때의 만족도로서, 0~1 사이의 값이 된다. 또한, (a_x, a_y) 는 하한값, (c_x, c_y) 는 상한값이다.



[그림 5] Π' 곡선



[그림 6] S' 곡선



[그림 7] Z' 곡선

3.4.4 에이전트의 학습모델

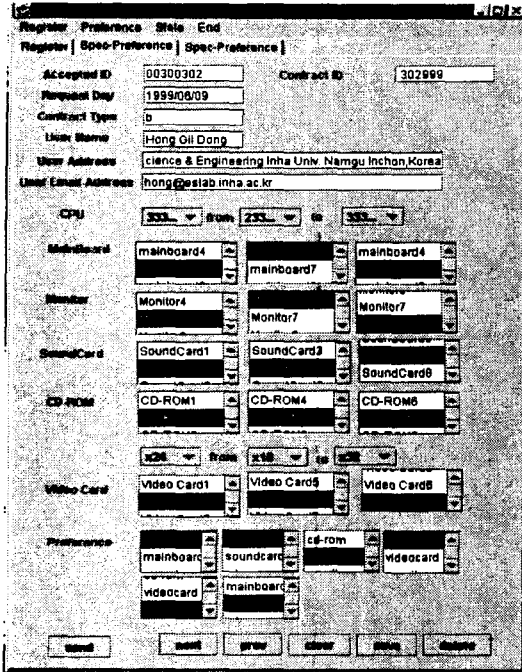
본 논문에서 제안하는 협상모델의 조건에서는 상대방의 정확한 상황을 알 수 없다. 그래서 공개된 정보와 비공개된 정보가 존재하는 불완전 정보게임이 된다. 예를 들어, 상품이 필요한 날짜를 비롯한 지불조건, 배달방법, 상품에 대한 적정가격 등의 항목들은 협상자들이 서로 알 수 없는 비공개 정보로서, 이러한 사항들이 공개되면 상대방의 입장을 이용하여 협상을 자기편에 유리하도록 이끌어가 가능성이 있다. 그러나 이러한 정보들은 협상이 진행되면서 에이전트들이 제시하는 협상제안의 내용을 통해서 충분히 유추해 볼 수 있다. 따라서 본 논문에서는 협상에서 양측이 상대방에 대한 학습을 통해 얻어진 상대방의 정보를 가지고 이를 협상에 이용하도록 하는 방법을 제안한다. 학습대상으로는 이슈에 대한 가중치를 학습하는 방법과 만족도 수준의 변화를 학습하는 방법을 사용한다. 학습은 진행됨에 따라 서로의 의견이 수렴이나 발산을 향해서 진행된다. 따라서 초기에는 학습정도를 크게 한 다음, 협상이 진행됨에 따라 학습의 정도를 줄여서 학습된 내용이 진동하거나 협상의 결과에 수렴하지 않은 상태에서 상대방의 정보를 알아낼 수 있도록 한다. 제안된 협상방식에서 가중치를 알아내는 방법으로는 시간적 차이 학습(temporal difference learning)을 이용한다[14]. 이 학습방법은 처음 상태(state)에서의 효용도(utility)와 성공적인 상태에서의 효용도의 차이

를 이용하여 효용도를 재조정하는 방법을 사용하는 것이다. 학습 모델에 대한 자세한 설명은 [15]에서 자세하게 다루고 있으므로 참조하기 바란다.

4. 실험 및 평가

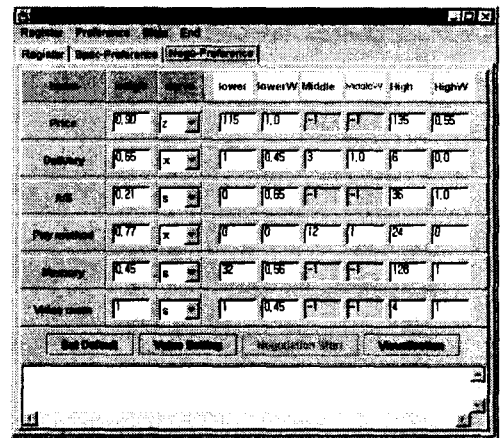
4.1 컴퓨터 매매를 위한 멀티에이전트 시스템 구현 및 환경

본 논문에서는 제안된 매매구조를 따르는 응용 시스템으로서 컴퓨터 매매를 위한 멀티에이전트 시스템을 구현하였다. 구현된 시스템에서 에이전트들은 윈도우즈 xp 환경 하에서 Jess를 이용하여 구현하였다. Jess는 CLIPS를 자바로 구현한 언어로서 자바 전문가 시스템 셸(Java Expert System Shell)이다. Jess에서는 자바 객체의 함수를 직접적으로 호출할 수 있으며, TCP/IP 환경의 기본적인 통신 메커니즘과 템플릿을 제공한다. 또한 중개 에이전트의 CSP 해결기는 ILOG Solver 4.3으로 구현하였다. ILOG Solver는 제약조건 프로그래밍을 위한 유용한 함수들과 클래스들을 포함한 C++ 라이브러리이다. 다음의 [그림 8]은 컴퓨터 매매를 위한 멀티에이전트 시스템에서 구매자가 구매 에이전트를 생성시켜 자신이 구매하고자 하는 컴퓨터에 대한 사양 및 요구사항 등을 입력하는 화면이다.



[그림 8] 구매자의 컴퓨터 제품사양 입력

[그림 9]는 구매자가 구매 에이전트에게 판매 에이전트와 협상 시 고려해야 할 요구사항 항목들의 우선순위를 협상이슈별 가중치의 형태로써 입력하는 화면이다. 그림에서는 [가격 : 배달기간 : A/S기간 : 지불방법 : 메모리 용량 : 비디오 메모리 용량] 순서의 협상이슈에 대해 각각의 가중치를 [0.900 : 0.650 : 0.210 : 0.770 : 0.450 : 1.000]의 형태로 입력한 것을 보여주고 있다. 이때 가중치란 0~1사이의 소수로 표현된 값으로서, 협상이슈에 대한 중요도를 의미한다.



[그림 9] 협상이슈별 가중치 입력 화면

구현된 시스템을 바탕으로 제안된 구조의 효율성을 입증하기 위하여 다양한 실험을 수행하였다.

4.2 중개 프로세스에 대한 CSP 기법의 적용에 대한 평가

본 절에서는 컴퓨터 매매 시스템을 바탕으로 사용자의 다양한 요구사항들을 만족시키기 위하여 매매 프로세스를 CSP로 정형화하고, 중개 에이전트 내의 CSP 해결기를 통하여 중개 결과를 구했을 때의 효율성에 대하여 설명한다. CSP 기법의 효과를 실험하기 위하여 본 논문에서는 비슷한 제품 사양을 갖는 컴퓨터들에 대해서 가격만을 평가항목으로 했을 때와 가격 외에 다양한 요구사항들을 제약조건으로 표현하여 복합적인 평가항목으로 구성했을 때의 중개 결과를 비교하였다. 아래의 [표 2]는 그 결과를 보여주고 있다.

[표 2] CSP 해결기의 적용결과

	B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9
S0	100 76	100 80	100 93	100 56	100 92	100 85	100 86	100 64	100 89	100 67
S1	100 83	100 82	100 90	100 90	100 79	100 82	100 92	100 65	100 79	100 90
S2	105 85	105 92	105 91	105 87	105 88	105 89	105 86	105 73	105 64	105 91
S3	110 87	110 76	110 65	110 89	110 90	110 68	110 81	110 89	110 91	110 74
S4	110 81	110 87	110 83	110 61	110 90	110 78	110 74	110 72	110 95	110 91
S5	115 83	115 72	115 86	115 71	115 93	115 93	115 84	115 80	115 90	115 91
S6	120 90	120 70	120 85	120 71	120 79	120 73	120 86	120 81	120 89	120 87
S7	120 72	120 76	120 78	120 95	120 93	120 75	120 84	120 86	120 87	120 88
S8	120 86	120 87	120 78	120 90	120 81	120 76	120 93	120 94	120 91	120 69
S9	130 80	130 93	130 94	130 68	130 69	130 89	130 72	130 74	130 79	130 83

[표 2]에서 각 구매 에이전트 $B_i(0 \leq i \leq 9)$ 는 10명의 판매 에이전트 $S_j(0 \leq j \leq 9)$ 가 보유하고 있는 컴퓨터들 중의 하나를 구매할 수 있고, B_i 와 S_j 사이에는 두가지의 평가치들이 존재한다. 윗줄의 값은 컴퓨터 가격을 나타내고, 아랫줄의 값은 CSP 해결기로부터 생성된 평가치를 나타낸다. 여기서 평가치는 3.3절에서 설명한 식으로부터 생성된 값으로서 0~1사이의 실수값으로 생성되나 편의상 이 실수를 100점 만점 기준의 정수값으로 변환하였다. 예를 들어, S0의 제품은 가격이 100만원에 공급될 수 있는데 B0의 요구사항에 대해 76점의 평가치를 부여받았으나 B2에 대해서는 93점을 부여받았다. 그 원인은 B2의 경우 가격을 가장 중요한 요소로 고려하여 높은 점수를 받았지만 B0의 경우에는 가격보다 더 중요한 요소로써 A/S 기간을 고려하였으나 S0의 A/S조건이 좋지 않으므로 낮은 점수를 받은 것이다.

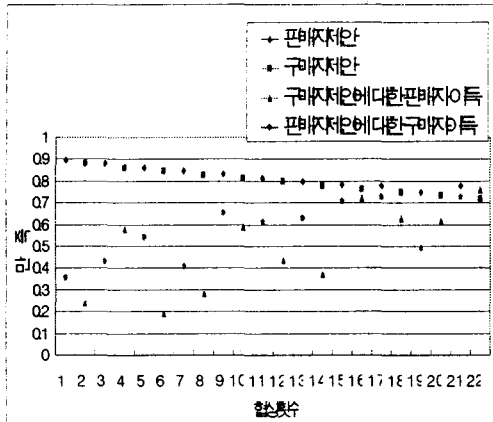
[표 2]에서 굵은 글씨체와 밑줄이 그어져 있는 숫자는 구매 에이전트와 판매 에이전트 사이에 매매 연결이 되었음을 표시한다. 만약 시스템이 셀의 윗줄에 표시된 가격만을 기준으로 중개한다면 구매 에이전트와 판매 에이전트가 가격의 오름차순으로 정렬되어 있으므로 순

서적으로 연결될 것이다. 그러나 셀의 아랫줄에 표시된 복합적인 평가치를 기준으로 중개한다면 가격을 기준으로 했을 때와 연결 결과가 많이 달라진다. 실험 결과를 통하여 후자의 경우에 계약이 체결될 확률은 전자에 비하여 상대적으로 훨씬 높아진다는 것을 충분히 예측할 수 있다. 즉, 후자의 경우에는는 다양한 사용자의 요구사항을 동시에 고려하여 중개하므로 중개 효과가 높아지는 것이다.

4.3 게임방식의 에이전트 간 자동 협상 메커니즘의 평가

제안된 협상모델에서 매매후보 에이전트들은 협상이슈들을 대상으로 상대방에게 매매조건을 제안할 때 상대방을 최소로 만족시키면서 자신이 최대한 만족할 수 있는 이슈값들을 구성하고, 이것을 0~1사이의 만족도값으로 표현하여 제시한다. 결국 상대방의 만족수준 이상의 만족도값을 제안하게 되면 상대방이 이를 받아들여 협상은 끝나게 된다. 제안된 메커니즘에서는 최대한 100단계 미만의 범위 내에서 협상이 종결되도록 하였다. 만약 100단계 내에서 협상이 종결되지 않는다면 그 협상은 실패하게 된다. 여기서 협상단계라는 것은 상대방의 제안을 접수하여 평가하고 학습하여 자신의 제안을 제시하는 과정을 말하는 것으로서, 단방향의 개념이다. 실험 결과 10쌍의 매매후보들은 평균적으로 20단계를 거치면서 성공적으로 협상을 종결하였다.

[그림 10]은 이 중에서 구매 에이전트I와 판매 에이전트I 사이의 협상과정을 보여준다. 이들은 총 22단계의 협상과정을 진행하였다. 협상과정에서 사용된 제안(proposal)과 만족도(satisfied level)는 0~1사이의 값이나 소수점 이하의 소실문제로 인하여 실제값에 1000을 곱해 사용하였다.



[그림 10] 협상단계에 따른 구매자 이득과 판매자 이득의 비교

[그림 10]의 협상 과정에서 1단계의 상태를 보면 최초에 판매 에이전트가 먼저 제안을 한다. 이에 따라 판매 에이전트는 0.896의 만족도를 갖고 이에 대해 구매 에이전트는 0.395를 갖게 되어 전체 만족도는 1.291이 되며, 두 만족도의 차이는 0.501이 된다. 그런데 22단계를 거쳐 협상을 마친 후의 상태를 보면 구매 에이전트의 제안을 판매 에이전트가 받아들인 후 판매 에이전트는 0.760의 만족도이고, 구매 에이전트는 0.721의 만족도를 갖게 되어 전체 만족도는 1.481이며 두 만족도의 차이는 0.401이 되었다. 즉 협상 후 전체 만족도는 증가하였고, 두 만족도의 차이에 의한 이득의 불평등은 줄어든 것이다. 따라서 협상횟수에 비례하여 판매 에이전트의 제안과 구매 에이전트의 제안이 점점 하향한다는 것을 알 수 있다. 이것은 본 논문에서 제안한 것처럼 협상을 진행할수록 자신의 만족도는 낮추어가면서 상대방의 만족도를 높여간다는 것을 의미한다. 반면에, 최종단계에서 각자의 이득은 처음단계에 비하여 증가되었다. 결과적으로 전체 만족도는 상승하고, 두 만족도의 차이에 의한 이득의 불평등은 줄어들게 된다.

5. 결론

본 논문에서는 전자상거래에서 구매자와 판매자간의 최적의 매매계약 체결을 지원하는 멀티에이전트 기반의 비즈니스 모형을 제안하였

다. 제안된 모형에서는 매매 프로세스의 구성원들이 에이전트들로 매핑되어 매매활동을 자동으로 수행하는데 있어서 자체적으로 정의한 pseudoKQML의 전자상거래 프로토콜에 의해 통신하면서 매매계약 활동을 수행한다. pseudoKQML은 기존의 KQML에 포함되는 상위레벨의 전자상거래 프로토콜로서 에이전트들의 자동적이고 최적화된 비즈니스 프로세스를 위한 의사소통을 지원한다. 또한 제안하는 비즈니스 모형에 포함되는 중개 에이전트 내에는 인공지능의 CSP 기법을 이용한 중개 해결기를 내장하고 있어서 기존의 특정 항목을 기준으로 한 중개의 틀을 극복하고 사용자의 다양한 매매조건들을 고려하는 매매를 수행한다. 즉, 사용자의 만족도를 최적화하기 위해서 구매 에이전트들의 요구조건과 판매 에이전트의 공급제품 사이의 복합적인 평가를 통한 매매 연결 방법으로서 CSP 기법을 이용하여 중개 유형에 따른 CSP 모델들을 제시하였다.

다음으로 구매 에이전트와 판매 에이전트에는 협상 메커니즘을 각각 내장하고 있어서 CSP 해결기에 의해 생성된 매매후보들이 다양한 협상 항목들을 대상으로 서로의 이익을 조정하면서 매매계약을 체결하도록 하였다. 중개 에이전트로부터 중개된 매매후보 에이전트들은 전략적 게임 방식에 의해 상대방의 매매 협상 포인트를 추론하면서 서로에게 유리한 방향으로 지능적인 협상을 수행한다. 이때 협상 메커니즘은 기존의 게임이론에서의 Rubinstein 모형을 전자상거래에서의 에이전트 간 협상 프로세스에 맞게 변형한 것이다.

현재 본 연구에서는 제안한 비즈니스 모형의 응용분야를 넓히기 위해서 중개 문제와 배치조립 문제를 동시에 고려하는 매매 프로세스 모형에 대한 연구를 수행하고 있다. 실세계의 많은 분야에서 완제품이 아닌 부품의 공급과 조립을 포함하는 비즈니스 프로세스가 요구되고 있고, 이에 따라서 구매자와 판매자 그리고 부품 공급자간의 3차원적인 중개 및 매매 계약 구조를 고려해야 될 필요가 있다. 따라서 이러한 형태의 매매 프로세스를 수용하기 위해서는 중개 문제와 배치조립 문제를 복합적으로 고려해야 한다.

참고 문헌

- [1] J. Andreoli, F. Pacull and R. Pareschi, "XPECT: A Framework for Electronic Commerce", *IEEE Internet Computing*, Jul.-Aug. 1997.
- [2] 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*, London, UK, Apr. 1996.
- [3] E. C. Freuder, "Synthesizing Constraint Expressions", *Communications of the ACM*, Vol.21, pp.958-966, 1978.
- [4] J. J. Jung and G. S. Jo, "Brokerage between Buyers and Sellers Agents using Constraint Satisfaction Problem Models", *Decision Support Systems*, vol.28, Issue 4, pp.293-304, 1998.
- [5] T. P. Liang and J. S. Huang, "A Framework for Applying Intelligent Agents to support Electronic Commerce", *Proceedings of International Conference on Electronic Commerce '98*, pp.224-231, 1998.
- [6] B. A. Nadel, "Tree Search and Arc Consistency in Constraint Satisfaction Algorithms", *Search in Artificial Intelligence*, springer-Verlag, 1988.
- [7] B. A. Nadel, "Constraint Satisfaction Algorithms", *Computational Intelligence*, Vol.5, No.4, pp.188-224, Nov. 1989.
- [8] A. Rubinstein, "Perfect Equilibrium in a Bargaining Model", *Econometrica*, Jan. 1982.
- [9] T. Sandholm and V. Lesser, "Issues in Automated Negotiation and Electronic Commerce: Extending the Contract Net Framework", *ICMAS-95*, 1995.
- [10] R. G. Smith, "The Contract Net Protocol: High-Level Communication and Control in a Distributed Problem Solver", *IEEE Transactions on Computers*, Vol.C-29, No.12, Dec. 1980.
- [11] M. Tsvetovatyy, M. Gini, B. Mobasher, Z. Wieckowski, "MAGMA: An Agent-Based Virtual Market for Electronic Commerce", *Applied Artificial Intelligence, special issue on Intelligent Agents*, No.6, Sep. 1997.
- [12] The DARPA Knowledge Sharing Initiative External Interfaces Working Group, "Draft Specification of the KQML Agent-Communication Language Plus Example Agent Polices and Language", *Technical Report of DARPA Knowledge Sharing Effort Group*, Jun. 1993.
- [13] C. J. C. H. Watkins and P. Dayan, "Q-learning", *Machine Learning*, Vol.8, No.3, pp.279-292, 1992.
- [14] C. J. C. H. Watkins, "Learning from Delayed Rewards". *Ph.D. thesis, King's College*, Cambridge, UK, 1989.
- [15] 정종진, 조근식, "전자상거래에서 확장된 교차제의 게임을 이용한 에이전트간 자동 협상 모델", 지능정보시스템학회 논문지, 8권 1호, pp103-116, 2002.
- [16] Dell "Build Your Own System", <http://www.dell.com/store/>
- [17] PersonaLogic, <http://www.personalogic.com/>
- [18] Tete-a-Tete, <http://ecommerce.media.mit.edu/Tete-a-Tete/>
- [19] Trilogy's Selling Chain, <http://www.trilogy.com/prodserv/>

정종진



1992년 2월 인하대학교 공학사
(전자계산학)

1995년 2월 인하대학교 공학석사
(전자계산공학)

2000년 2월 인하대학교 공학박사
(전자계산공학)

1998년 3월~2002년 8월 경문대학
인터넷미디어정보과 조교수

2002년 9월~현재 대진대학교 컴퓨터공학과
조교수

관심분야: 데이터마이닝, 전자상거래, 지능형
에이전트, 지식 기반 스케줄링 등