

# 무선 환경 하에서의 이동 에이전트를 이용한 협상 시스템

정진국\* · 이순근\*\* · 조근식\*\*\*

## Negotiation system using mobile agents on the wireless environment

Jin-Guk Jung\* · Soon-Geun Lee\*\* · Geun-Sik Jo\*\*\*

### 요 약

최근에 휴대 단말기를 이용한 무선 인터넷이 급속도로 발전하고 있으며, 이에 기업의 전자 상거래 환경도 무선 인터넷 환경으로 옮겨가고 있는 추세이며, 또한 그 응용 범위를 넓히기 위한 연구들도 많이 수행되고 있다. 그러한 연구 중 사용자의 편의성 및 경제성을 제공하기 위한 연구로서 무선 환경 하에서의 이동 에이전트를 이용한 자동협상 시스템의 필요성이 대두되고 있다. 그러나 좁은 대역폭과 휴대 단말기의 제한된 자원과 같은 무선 단말기의 특성 때문에 기존의 에이전트를 기반으로 하는 자동 협상 시스템을 무선 환경 하에서 적용하여 사용하는 데는 많은 어려움이 존재한다.

본 논문에서는 기존의 에이전트 기반 협상 시스템을 무선 환경 하에서 협상을 수행할 수 있도록 확장한 ENS(Extended Negotiation System)을 제안한다. 본 논문에서 제시한 ENS는 기존의 협상 전략을 포함하여 무선 환경 하에서 이용할 수 있도록 하였으며, 무선 환경의 구매자가 무선 단말기를 장시간 이용함으로써 부담해야 하는 경제적, 시간적 비용을 감소시키기 위하여 좀 더 효율적으로 자동 협상을 수행하는 구매 에이전트를 설계, 구현하였다. 또한 본 논문에서 제안한 협상 엔진은 협상을 수행하는데 핵심적이 역할을 수행하며, 빠른 시간 내에 제안을 생성하고, 탐색 공간을 축소함으로써 좀 더 효율적으로 협상을 수행하도록 인공지능 분야의 여러 문제들에 대해 그 효율성이 증명된 CSP 기법을 사용한다.

---

\* 인하대학교 전자계산공학과 석사과정  
\*\* 인하대학교 전자계산공학과 박사과정  
\*\*\* 인하대학교 전자계산공학과 교수

## 1. 서론

최근에 휴대 단말기를 이용한 무선 인터넷이 급속도로 발전하고 있으며, 이에 기업의 전자 상거래 환경도 무선 인터넷 환경으로 옮겨가고 있는 추세이며, 또한 그 응용 범위를 넓히기 위한 연구들도 많이 수행되고 있다. 그러한 연구 중 사용자의 편의성 및 경제성을 제공하기 위한 연구로서 무선 환경 하에서의 이동 에이전트를 이용한 자동협상 시스템의 필요성이 대두되고 있다. 그러나 좁은 대역폭과 휴대 단말기의 제한된 자원과 같은 무선 단말기의 특성 때문에 기존의 에이전트를 기반으로 하는 자동 협상 시스템을 무선 환경 하에서 적용하여 사용하는 데는 많은 어려움이 존재한다. 본 논문에서는 기존의 에이전트 기반 협상 시스템을 무선 환경 하에서 협상을 수행할 수 있도록 확장한 ENS(Extended Negotiation System)을 제안한다.

협상이란 서로간의 충돌(conflict)이 생긴 문제에 대하여 서로 납득할 수 있는 해결책을 찾아가는 과정이다. 이러한 자동 협상을 지원하도록 제안된 가상 점원 시스템[조의성, 1999]은 실세계 상거래에 존재하는 점원을 전자상거래 상의 가상점원으로 모델링하여 회사의 정책과 구매자의 특성을 반영하여 구매자와 전략적으로 자동 협상을 수행할 수 있는 에이전트의 구조를 설계하였다.

그러나 자동 협상을 지원하는 기존의 가상점원 시스템은 무선 환경에서 이용하는 데는 휴대 단말기의 제한적인 자원 때문에 어려움이 많다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 이동 에이전트 기술을 이용한 MAWS(Mobile Agent Based Wireless Service) 시스템 [Jeong-Seob, 2001]이 제안되었다. 그러나 이 시스템은 cellular phone의 SMS 서비스만을 제공하는 문제점이 있다. 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 이를 확장하여 일반적인 무선 환경에 맞도록 재설계 하였다. 이 시스템은 이동 에이전트 기술을 사용함으로써 휴대 단말기와 장시간 서비스를 제공하는 서버간의 연결을 유지할 필요가 없어졌다. 사용자는 중계 에이전트가 제공하는 인터페이스를 사용하여 간접적으로 이동 에이전트를 생성함으로써 서비스를 이용할 수 있다.

또한 본 논문에서 제안한 이동 에이전트 내의 협상 엔진은 협상을 수행하는데 핵심적인 역할을 수행하며, 빠른 시간 내에 제안을 생성하고, 탐색 공간을 축소함으로써 좀 더 효율적으로 협상을 수행하도록 인공 지능 분야의 여러 문제들에 대해 그 효율성이 증명된 CSP 기법을 사용한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장은 기존의 에이전트를 이용한 협상시스템과 CSP 기법에 관하여 살펴보고, 3장에서는 CSP 해결기를 이용한 에이전트가 무선 환경에서 협상을 자동으로 수행할 수 있도록 시스템의 전체적인 구성에 대해 논한다. 4장에서는 중고차 매매를 도메인으로 하여 이를 시뮬레이션 하였고, 이를 통해 협상의 중요한 요소가 되는 만족도를 기준으로 하여 시스템을 실험 평가하였다. 마치

막으로 5장에서는 결론 및 향후 연구방향에 대하여 논의한다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 지능형 에이전트 기반 협상 시스템

전자상거래(Electronic Commerce)란 정보, 제품, 용역 등에 대한 판매와 구매 과정을 컴퓨터와 휴대 단말기와 같은 전자 기기를 통하여 가상적인 환경에서 수행하는 것을 의미한다. 컴퓨터를 이용한 유선 환경에서는 일찍부터 지능형 에이전트를 이용한 자동 협상 시스템이 많이 개발되었다.

Kasbah[Kasbah]는 MIT Media 연구소에서 만들어진 시스템으로써, 이 에이전트는 가격만을 고려하여 사용자가 사전에 정해둔 가격 제시 곡선의 유형대로 가격을 제시하며 협상을 하는 에이전트이다. 이 시스템의 특징은 1:1의 비협력적인 협상을 고려하였다. 이 시스템은 두 가지 문제점이 있는데, 첫째는 에이전트가 협상에서 아무런 지능도 가지지 않고, 단지 사전에 정해둔 고정된 전략에 따라 행동한다는 것이다. 또한 협상 대상으로 가격 하나만 고려했다는 문제점이 있다. 실세계에서는 다양한 협상의 대상들에 대해서 협상이 수행되어지고 각각의 협상 대상은 서로 연관관계가 있어 협상 참가자의 전체 이득 변화에 영향을 줄 수 있다.

Tete-a-Tete[Tete-a-Tete]는 다른 에이전트 시스템들의 경쟁적 협상과는 다르게 협조적 협상 메커니즘을 제공한다. 즉, 구매자는 몇 차례의 입찰과정에서 구매 에이전트를 통하여 자신의 선호조건을 판매자에게 요구하고 판매자들은 이에 대한 대응전략을 세우고 구매자를 만족시키기 위해서 노력하는 방법이다. 이때 Tete-a-Tete는 가격에 국한된 기존의 협상의 틀을 벗어나 보증기간, 배달시간, 지불조건 등과 같은 항목들을 포함하여 협상할 수 있도록 하는 기능을 가지고 있다. 그러나, Tete-a-Tete는 여전히 사용자의 개입을 요구하는 수동적 협상의 성격이 강해서 에이전트의 역할이 단순하고 협상이 구매자에게 유리하도록 편중되는 경향이 있다.

### 2.2 이동 에이전트

에이전트 정의는 보는 시각에 따라 다양하게 정의되고 있다. 대표적인 정의를 보면 에이전트는 특정 목적을 수행하기 위하여 사용자를 대신하여 작업을 수행하는 자율적인 프로세스(autonomous)이다. 에이전트는 수동적으로 주어진 작업만을 수행하는 것이 아니고, 자신의 목적을 가지고 그 목적 달성을 추구하는 능동적인 자세를 가진다. 또한, 에이전트는 사람 또는 조직의 권한(authority)을 대신하여 오랜 동안 혼자 독립적으로 수행될 수 있고, 다른 에이전트와 상호 교류할 수 있는 프로그램이다. [Lange, 1998]

에이전트의 특성을 정리해 보면 다음과 같다.

- 자율성(Autonomy)  
에이전트는 사용자나 다른 에이전트의 직접적인 개입 없이 작동하며, 자신의 행동이나 내부 상태에 대한 일종의 제어를 갖는다.
- 사회성(Social Ability)  
에이전트는 에이전트 통신 언어를 통해 다른 에이전트 또는 사람과 상호 작용을 한다.
- 반작용성(Reactivity)  
에이전트는 실세계, 그래픽 유저 인터페이스를 통한 사용자, 다른 에이전트, 네트워크 또는 통합된 이러한 환경을 인지해 여기에서 발생하는 변화에 대해 적시에 응답한다.
- 선행성(Pro-activeness)  
에이전트는 단순히 환경에 응답하는 것이 아니고 자신의 목적을 성취하기 위한 행동들을 자발적으로 제시한다.

에이전트는 이동성의 유무에 따라 정지 에이전트(Stationary Agent)와 이동 에이전트(Mobile Agent)로 나눌 수 있다. 정지 에이전트는 실행이 되는 시스템에서만 실행이 될 수 있다. 만약 다른 시스템 또는 다른 시스템 내의 에이전트와 통신이 필요한 경우 원격 함수 호출(RPC : Remote Procedure Calling)과 같은 통신 메커니즘(Communication Mechanism)을 이용할 수 있다. 반면에 이동 에이전트는 실행을 시작한 시스템에 얽매이지 않고 네트워크를 통해서 자유롭게 이동할 수 있다. 이동 에이전트(Mobile Agent)는 해당 해를 얻기 위해 서버에 질의를 던지거나 자료를 요구하는 형태가 아닌 에이전트 코드를 이동시킨다. 한 번 이동한 에이전트 코드는 해를 구할 때까지 더 이상 통신이 필요하지 않다. [Lange, 1998]

이동 에이전트는 다음과 같은 특징을 갖는다.

- 네트워크 트래픽 감소  
분산 시스템은 주어진 작업(Task)을 해결하기 위하여 다른 시스템과 상호 통신을 한다. 이것은 많은 네트워크 트래픽을 발생시킨다. 이동 에이전트는 목적으로 하는 호스트에 주어진 과제를 해결하기 위한 코드를 이동(Dispatch)시킬 수 있기 때문에 네트워크를 통한 원본 자료(raw data)의 흐름의 양을 줄일 수 있다. 즉, 계산(Computation)을 위해 데이터를 이동시키기보다는 계산 자체를 이동시킨다.
- 네트워크 대기(network latency)를 극복  
생산라인 공정 중의 로봇과 같은 치명적인 실시간 시스템(critical real-time system)은 그들 환경의 변화에 실시간 적으로 반응할 필요가 있다. 이동 에이전트는 해를 구하기 위해 중앙 조정기에 직접 이동하여 조정기의 방향을 직접적으로 변경하여 실행할 수 있다.
- 프로토콜에 의해 캡슐화(encapsulate)

- 원격의 다른 호스트로 이동할 경우에 에이전트 통신 프로토콜(ATP: Agent Transfer Protocol)에 의해 캡슐화 되어 이동할 수 있다. 비동기적(asynchronously), 자율적(autonomously)으로 수행 이동된 에이전트는 외부의 개입이 없이 자신의 행동에 대한 제어를 갖는다.
- 실행환경에 능동적으로 적응  
외부 환경의 변화에 능동적으로 반응하여 실행할 수 있다.
- 이형(heterogeneous)의 환경의 극복  
내부 하드웨어의 종류와 통신 계층(transport layer)에 독립적으로 실행할 수 있는 환경 위에서 작동한다.
- 강건(robust)하고 실패 감내성(fault-tolerant)임

만약 이동 에이전트의 실행 중 시스템의 종료(shut down)가 발생하면 해당 시스템에서 수행 중이던 에이전트는 다른 시스템으로 이동하여 계속 수행할 수 있다.

## 2.3 전자상거래에 CSP 적용

CSP는 유한 도메인(Domain)을 갖는 유한 개의 제약 변수(Constrained Variable)들과 이들이 동시에 가질 수 있는 도메인을 제한하기 위하여 존재하는 유한 개의 제약 조건(Constraint)들로 이루어진 문제를 말한다. [Tsang, 1993]

과거 몇몇 연구자들이 CSP를 전자상거래에 응용하기 시작하였다. [Guttman, 1998] 먼저 구매자의 제품 구매를 보조해주는 연구로서 PersonaLogic[PersonaLogic]은 제약조건 기반 여과 기법을 이용하여 구매자가 원하는 제품에 대한 요구 조건을 제약조건으로 입력받고 판매자의 상품들이 제약조건에 어느 정도 만족시키는가를 평가한다. 즉, 다양하게 존재하는 판매 제품들을 평가하여 그 중에서 구매자의 요구를 가장 만족시키는 제품을 선택하는데 CSP 기법을 이용하는 것이다.

PersonaLogic에서는 먼저 구매자가 구입제품이 갖 추어야할 요건에 대한 제약조건을 기술하게 한다. 이 때 판매자들 역시 가격이나, 배달시간, 보증기간 등과 같은 조건들을 제시해주어야 한다. 제약 조건은 반드시 만족시켜야만 하는 강제 제약조건(Hard Constraints)과 반드시 만족할 필요는 없지만 만족되기를 희망하는 완화 제약 조건(Soft Constraint)으로 구분된다. 다음으로 이를 수행하는 제약만족 엔진이 강제 제약조건들과 일치하지 않는 제품들을 도메인으로부터 여과시키고, 완화 제약조건들을 검사해서 여과된 제품들에 대한 우선 순위를 부여하여 정렬시킨다.

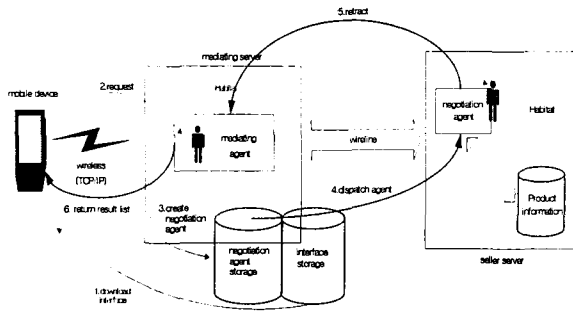
### 3. 무선 전자상거래 시스템

#### 3.1 ENS 시스템의 구조

이동 에이전트 기술을 이용한 기존의 MAWS(Mobile Agent Based Wireless Service) 시스템[Jeong-Seob, 2001]은 cellular phone의 SMS 서비스만을 제공하는 문제점이 있다. 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 이를 확장하여 일반적인 무선 환경에 맞도록 재설계 하였다.

무선 환경에서 구매를 요구하는 사용자들을 위한 ENS(Extended Negotiation System)의 구조는 [그림 1]에서 보는 것처럼 중계 서버를 이용하였다. 중계 서버의 중계 에이전트는 무선 단말기를 사용하는 구매자와 사용자의 요구가 있을 때마나 이동 에이전트를 생성하고, 생성된 이동 에이전트와 대화(Communication)를 하기 위한 통신 모듈이 있다. 또한 무선 사용자의 요구를 생성된 이동 에이전트에게 전달하고, 이동 에이전트의 작업 결과를 받아서 무선 이용자에게 알려준다.

그림[1]에서 보는 것처럼 화살표 방향을 따라 차례대로 이동하면서 작업을 수행한다.



[그림 1] 무선 환경의 전자상거래 시스템

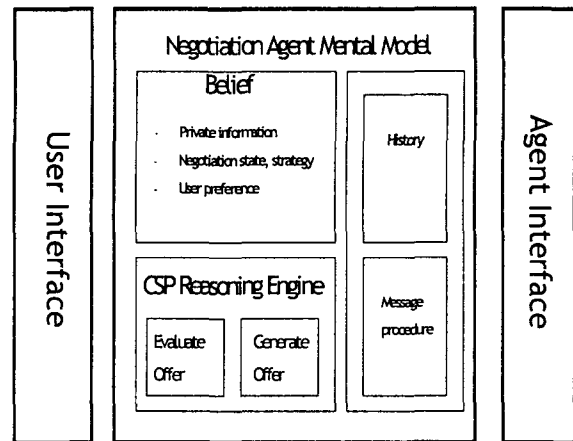
1. 무선 단말기를 이용하는 사용자는 가까운 중계 서버에서 사용자를 위한 인터페이스만을 내려 받아 사용자의 개인 정보, 개인의 선호도, 전략 등을 입력한다.
2. 사용자는 자신의 요구 사항을 입력하여 중계 에이전트에게 이동 에이전트 생성을 요구한다.
3. 중계 서버는 중계 에이전트를 생성하고, 사용자에게서 받은 인수들 (Parameter Values)을 넘겨준다. 생성된 이동 에이전트는 사용자의 요구 사항을 처리하기 전에 일반적인 정보를 중계 에이전트와 사용자에게 질의를 던져 조사한다.
4. 이동 에이전트는 사용자의 요구 사항을 처리하기 위하여 가상 점원 에이전트가 있는 곳으로 이동한다.
5. 협상 에이전트는 가상 점원 에이전트와 협상을 시작하고, 협상이 종결되면 협상의 결과를 가지고 중계 서버로 돌아온다.

6. 이동 에이전트는 협상의 결과 목록을 구매자에게 전송해 줄 것을 중계 에이전트에게 요구하여 구매자에게 그 결과를 전송한다.

무선 단말기를 이용하는 구매자는 에이전트 인터페이스를 이용하여 개인 정보와 요구 사항 등을 입력한 다음부터는 연결을 끊을 수 있다. 이렇게 협상을 자동으로 수행하는 구매 이동 에이전트를 이용함으로써 무선 단말기를 사용하는 구매자는 짧은 시간 내에 작업을 마칠 수가 있다.

#### 3.2 협상 에이전트의 구조

협상 에이전트의 내부 구조는 크게 두 부분으로, 구매자의 선호도와 전략을 가지고 추론할 수 있는 지능 구조(mental model)와 사용자 및 다른 에이전트와 통신할 수 있는 인터페이스 모듈(Interface module)로 나뉜다. 특히, 사용자 인터페이스(User Interface)는 무선 사용자가 중계 서버에 접속하여 협상 에이전트와 통신하기 위해 필요한 모듈이다. 사용자는 인터페이스만을 전송 받음으로써 네트워크 부하가 크지 않고, 시간이 많이 걸리지 않는다. 에이전트 인터페이스(Agent Interface)는 가상점원 에이전트와 통신한다.



[그림 2] 협상 에이전트의 구조

협상 에이전트의 지능 구조(mental model)는 위의 [그림 2]와 같다. 협상을 진행해 나가는 CSP 해결기(CSP Reasoning Engine)는 가상점원 에이전트가 제시하는 제안을 평가하는 제안 평가(Evaluate Offer)와 새로운 제안을 생성하는 제안 생성(Generate Offer) 모듈로 크게 나눌 수 있다. 그리고, 협상의 진행 내용을 계속적으로 유지하고 있는 히스토리(History)가 있어서 협상의 진행 단계에서 협상 에이전트가 제시한 제안에 대한 가상 점원 에이전트의 반응을 기록하여 둔다. 메시지 처리 부분(message

procedure)은 가상점원 에이전트로부터 전송 받은 메시지를 저장하여 둘 수 있는 메시지 큐와 이 메시지를 해석할 수 있는 메시지 해석기가 있고, 가상점원 에이전트에 새로운 제안이나 요구를 보내기 위하여 메시지를 생성하는 메시지 생성기를 포함하고 있다. 믿음(belief) 모델은 협상 과정의 진행 상태(negotiation state)와 구매자에 대한 믿음(consumer belief), 회사의 전략에 대한 믿음(company policy)을 포함하고 있으며, 협상에 대한 전략에 대한 믿음(negotiation strategy)도 가지고 있다.

### 3.3 CSP Reasoning Engine

CSP 해결기(CSP Reasoning Engine)는 추론 기능을 이용하여 제안을 생성하는 기능(Generate Offer)과 제안을 평가할 수 있는 기능(Evaluate Offer)을 가지고 있어야 한다.

#### 3.3.1 CSP 모델링

CSP는 유한 도메인(Domain)을 갖는 유한 개의 제약 변수(Constrained Variable)들과 이들이 동시에 가질 수 있는 도메인을 제한하기 위하여 존재하는 유한 개의 제약 조건(Constraint)들로 이루어진 문제를 말한다. [Tsang, 1993]

CSP : (Z, D, C)

Z : 제약 변수(Constrained variable)

D : 도메인(Domain)

C : 제약 조건(Constraint)

$I_{cus}$  : 구매자의 이슈 집합

$V_{cus}$  : 각 이슈에 할당된 값,  $V_{cus} = \{ v_i \mid i \in I_{cus} \}$

$V_{cus}^{low}$  : 각 이슈에 대한 구매자의 하한값

$V_{cus}^{high}$  : 각 이슈에 대한 구매자의 상한값

$V_i$  : 각 이슈가 취할 수 있는 값의 범위,

$V_i = \{ V_{cus}^{low} \leq v \leq V_{cus}^{high} \}$

$V$  :  $V_i$ 의 집합,  $\{ V_i \mid i \in I_{cus} \}$

$C_i$  : 각 이슈와 관련된 unary 제약 조건

$C_{ij}$  : 두 이슈와 관련된 binary 제약 조건

$C$  : 모든 제약 조건의 집합,  $C = \{ C_i, C_{ij} \}$

이라고 하면, 제약 변수의 집합은 구매자의 협상 이슈의 집합이 되고, 도메인은 각각의 협상 이슈들에 할당될 수 있는 값의 범위가 된다. 그러므로, 협상 문제를 다음과 같이 CSP로 표현할 수 있다.

CSP(  $I_{cus}, V, C$  )

제약 조건은 구매자의 선호도나 요구 사항에 의해서 정해진다.

예를 들어,

1) 중고차의 가격은 400만원 이상이고, 500만원 이하이어야 한다.

2) 구입하려는 중고차의 색상은 검정이면 좋다. 흰색이나 회색이어도 무방하다.

3) 보증금은 전체 가격의 10%보다 작아야 한다.

위의 구매자 요구 사항을 다음과 같이 제약 조건으로 표현할 수 있다.

1)  $400 \leq price \leq 500$  (Unary Constraint)

2)  $color = black$  (Unary Constraint),  
 $color = white \text{ or } gray$  (Soft Constraint)

3)  $(0.1 * price) > warranty$  (binary Constraint)

#### 3.3.2 제안 생성(Generate Offer)

제안을 생성하는 것은 협상 과정을 이끌어 가는 중요한 수단이며, 의사 결정의 결과이기도 하다. 상대방이 관심을 가질 것으로 기대되는 일반적인 속성에 대해 동의를 유도할 수 있는 값의 범위 내에서 선택한 값과 자신이 관심을 가지고 있는 속성에 대한 제약 조건을 만족하는 값으로부터 나온 희망적인 결과물이다. 본 논문에서 구현한 에이전트는 가능한 해를 찾기 위하여 제약 기반 추론을 사용한다.

제안을 생성하기 위하여 먼저 협상 에이전트는 믿음 모델(belief)에 있는 각 정보를 이용한다. 가상 점원이 제시하는 제안에 대한 평가는 다음 절에서 설명한다.

#### 3.3.3 제안 평가(Evaluate Offer)

제안(Offer)과 반대 제안(CounterOffer)을 생성하고 평가하기 위하여 아래에서 보일 효용 이론과 제약 기반 추론을 사용한다. 에이전트 A가 에이전트 B로부터 제안을 받았다면, 각 제약 변수의 제안된 값은 에이전트 A가 가지고 있는 제약 변수의 도메인 내에 있어야 한다. 또한 제약 조건을 만족하는 값이어야 한다. 여러 개의 속성으로 구성된 속성 집합  $X = \{ x_1, \dots, x_n \}$ 에 대하여 제안의 가치는 효용도(U)로 표현하고 효용 이론을 이용하여 다음과 같이 표현한다.

$$U(x_1, \dots, x_n) = \sum w_i v_i(x_i), \quad \sum w_i = 1$$

즉, 제안의 가치는 가중치가 있는 다차원 벡터로 표

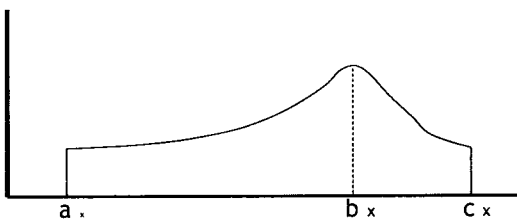
현하고,  $x_i$ 는  $i$ 번째의 속성,  $v_i$ 는  $i$ 번째의 효용 함수,  $w_i$ 는  $i$ 번째의 가중치이다. 가중치는 각 속성에 대한 구매자의 선호도를 바탕으로 구하고, 그 합이 1이 되도록 정규화를 수행한다.

$$w_i = \frac{p_i}{\sum p_i}$$

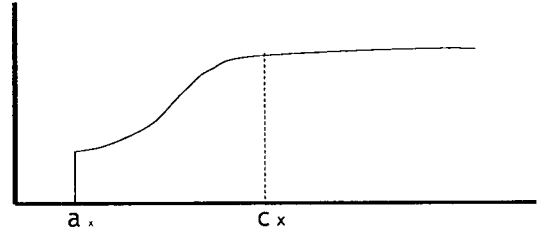
여기에서  $p_i$ 는 각 에이전트의  $i$ 번째 선호도를 나타낸 값이다. 효용 함수는 전략에 따라 선택할 수 있다. 즉 협상이 여러 단계로 진행된다면 각 단계에서 어떻게 반영할 것인지를 전략적으로 정하여 둔다.

### 3.4 협상 이슈에 대한 에이전트의 만족도 표현

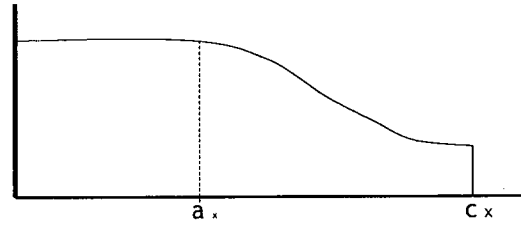
사용자의 만족도는 다음의 그림들과 같은  $S'$ ,  $Z'$ ,  $\Pi'$  세 가지의 곡선으로 표현한다. 이러한 곡선들은 퍼지의 표준곡선들을 범위값을 갖는 형태로 변형하여 사용자의 만족도를 표현할 수 있는 상태의 곡선 함수를 얻은 것이다. 함수에서의 입력값은  $(a_x, a_y)$ 와 같은 순서쌍으로 얻어지는데  $a_x$ 는 어떤 이슈가 가질 수 있는 값을 나타내고,  $a_y$ 는  $a_x$ 의 값을 이슈가 가졌을 때의 만족도를 나타낸다. 만족도의 값은 0에서 1사이의 값이 된다. 또한,  $(a_x, a_y)$ 는 하한값의 쌍이고,  $(b_x, b_y)$ 는 사용자가 선호하는 특정값의 쌍이며,  $(c_x, c_y)$ 는 상한값의 쌍이다. 경우에 따라서 곡선은 다음과 같은 세가지 곡선으로 이루어진다.  $\Pi'$ 는 사용자가  $b_x$ 에서 최대의 만족도를 가지고  $a_x$ ,  $c_x$ 에서 각각 하한값과 상한값을 가지는 경우이다.  $S'$ 는 사용자가  $a_x$ 에서 하한값을 가지고,  $c_x$ 에서 상한값을 가지는 경우이며,  $Z'$ 는  $S'$ 의 역의 경우이다.



[그림 3]  $\Pi'$  곡선



[그림 4]  $S'$  곡선



[그림 5]  $Z'$  곡선

위의 곡선들은 다음과 같은 식들로 나타내어질 수 있는데  $\Pi'$ 를 제외하고는 각각 4개의 변수들 가지게 되고,  $\Pi'$ 의 경우는 사용자의 선호도를 추가 입력하게 된다.

$$S = (a_x, a_y, c_x, c_y) = \begin{cases} 0 & \text{단, } u_{\text{low}} \leq u \leq a_x \\ a_y + 2(c_y - a_y) \left( \frac{u - a_x}{c_x - a_x} \right)^2 & \text{단, } a_x < u \leq \frac{a_x + c_x}{2} \\ -c_y - 2(c_y - a_y) \left( \frac{u - c_x}{c_x - a_x} \right)^2 & \text{단, } \frac{a_x + c_x}{2} < u \leq c_x \\ c_y & \text{단, } c_x < u < u_{\text{upp}} \end{cases}$$

$$Z(a_x, a_y, c_x, c_y) = \begin{cases} a_y & \text{단, } u_{\text{low}} \leq u \leq a_x \\ a_y + 2(c_y - a_y) \left( \frac{u - a_x}{c_x - a_x} \right)^2 & \text{단, } a_x < u \leq \frac{a_x + c_x}{2} \\ c_y - 2(c_y - a_y) \left( \frac{u - c_x}{c_x - a_x} \right)^2 & \text{단, } \frac{a_x + c_x}{2} < u \leq c_x \\ 0 & \text{단, } c_x < u < u_{\text{upp}} \end{cases}$$

$$\Pi(a_x, a_y, b_x, b_y, c_x, c_y) = \begin{cases} 0 & \text{단, } u_{\text{low}} \leq u \leq a_x \\ S(a, b_x) & \text{단, } a_x < u \leq b_x \\ Z(b_x, c_x) & \text{단, } b_x < u \leq c_x \\ 0 & \text{단, } c_x < u < u_{\text{upp}} \end{cases}$$

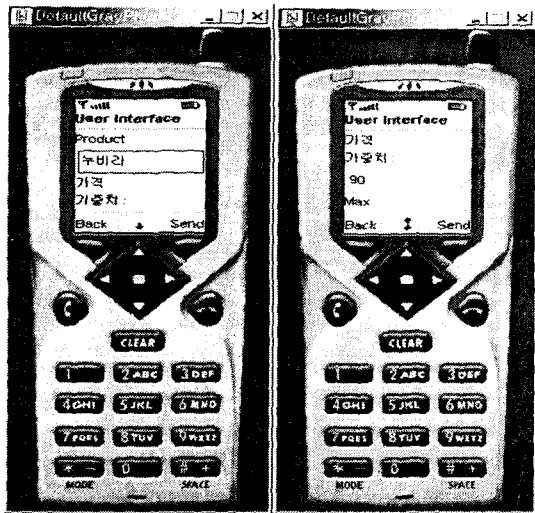
## 4. 구현 및 평가

### 4.1 Mobile agent 구현

제한된 ENS 구조의 전자 상거래에서 구매 에이전트를 구현하기 위하여 본 논문에서는 지금까지 많은 그룹들에 의해서 개발된 Aglet[Lange, 1998], Voyager[Voyager], Concordia[Concordia], FIPA의 ADK(Agent Development Kit)[ADK] 등과 같은 이동 에이전트 시스템 중에서 FIPA의 ADK(Agent Development Kit)를 이용하여 협상 에이전트를 구현한다. Habitat는 이 시스템에서 제공하는 에이전트 플랫폼으로 에이전트를 생성, 관리한다. ADK의 특징은 동적으로 태스크(Task)를 할당할 수 있고, XML을 이용한 메시지 방식으로 FIPA의 통신 프로토콜 [FIPA]을 지원한다. ADK는 자바 플랫폼 환경(J2SE version 1.3.1)에서 동작한다.

무선 단말기로 전송되는 사용자 인터페이스는 다음과 같은 J2ME[J2ME]에서 동작하는 MIDP(Mobile Information Device Profile)[MIDP] 에뮬레이터(Emulator)를 이용하여 시뮬레이션 수행했다. J2ME 무선 툴킷(J2ME Wireless Toolkit 1.0.4)은 여러 기종의 단말기에서 동작하는 것처럼 시뮬레이션을 해 볼 수 있는 에뮬레이터(Emulator)이다.

3장에서 설계한 구매 에이전트 모델을 토대로 중고차를 구입하는 구매 에이전트를 구현하여 실험하였다. [그림 6]에서와 같이 사용자 인터페이스를 통해서 구매자는 구입하고자 하는 차량의 종류, 구입 희망 가격의 최대, 최소 값, 좋아하는 색상, 원하는 변속기의 종류, 보증 기간 등 모두 다섯 가지를 입력한다. 각 협상의 이슈에 대한 가중치는 0 ~ 100사이의 백분율을 사용하여 무선 단말기에서 쉽게 입력하도록 하였다.



[그림 6] 에이전트 인터페이스

### 4.2 실험 및 평가

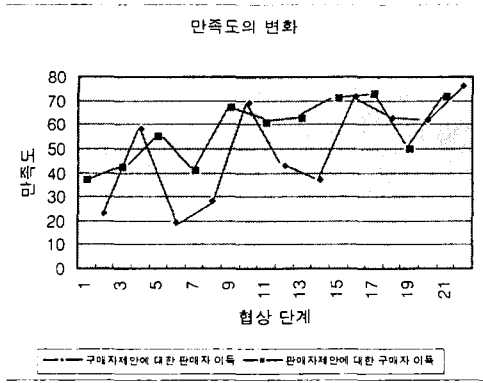
판매자와 구매자는 협상 이슈들을 대상으로 상대방에게 구매 조건을 제안할 때 상대방을 최소로 만족시키면서 자신이 최대한 만족할 수 있는 이슈 값들을 구성하고 이것을 0 ~ 100사이의 만족도 값으로 표현하여 제시한다. 협상과정에서 사용된 제안(Offer)과 만족도(Satisfied Level)는 0 ~ 1 사이의 값을 가지나 소수점 이하의 소실 문제로 인하여 실제값에 100을 곱해 사용하였다.

실험을 위하여 구매자의 요구 사항과 선호도와 같은 입력 데이터를 받아서 실험을 하였다. 협상 횟수는 구매자가 10회 입력한 값이고, 효용도 평가 함수는 3.3.3에서 제시한 평가 함수를 사용하고, 각 이슈에 대한 가중치는 정규화를 통하여 사용한다. 또한 추론 엔진은 CSP의 백트래킹(Backtracking) 기법을 사용하여 추론하였다.

마지막으로 실험의 평가는 3.5에서 제시한 만족도 기준을 평가했다. [그림 7]은 협상 단계에 따른 판매자와 구매자의 만족도 변화를 보이고 있다. 협상을 진행할수록 자신의 만족도는 낮추어 가면서 상대방의 만족도를 높여가지만 [표 1]에서 보는 것처럼 각자의 만족도는 처음 단계에 비하여 증가하였다. [표 2]는 각 협상에 대한 협상 초기와 협상이 종결된 이후의 만족도 변화를 보여주고 있고, [그림 8]은 10번의 협상 횟수에 대한 협상 이전과 협상 이후의 만족도 변화를 그래프로 나타낸 것이다.

[표 1] 협상의 진행에 따른 만족도의 변화

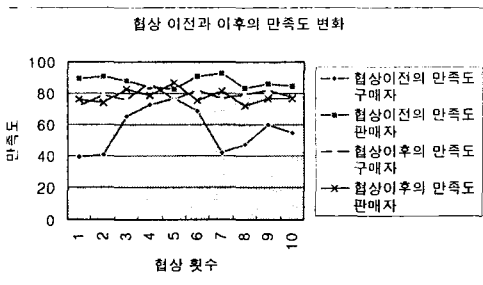
협상횟수	판매자 만족도 수준	구매자 만족도 수준	구매자제안에 대한 판매자 만족도	판매자제안에 대한 구매자 만족도
1		90		37
2			89	23
3		89		42
4			87	58
5		87		55
6			85	19
7		85		41
8			83	28
9		83		67
10			81	69
11		81		61
12			80	43
13		80		63
14			79	37
15		79		71
16			77	72
17		78		73
18			76	63
19		76		50
20			74	62
21		78		72



[그림 7]협상의 만족도 변화

[표 2]10번의 협상에 대한 협상의 만족도

입력	협상이전의 만족도			협상이후의 만족도		
	구매자	판매자	전체	구매자	판매자	전체
1	39.5	89.6	129.1	72.1	76.0	148.1
2	40.7	90.9	131.6	78.6	73.9	152.5
3	65.4	88.3	153.7	76.2	82.4	158.6
4	72.6	84.0	156.6	86.4	78.5	164.9
5	76.5	82.7	159.2	76.0	86.6	162.6
6	68.7	90.8	159.5	75.3	82.0	157.3
7	42.3	92.7	135.0	77.0	81.2	158.2
8	47.6	83.2	130.8	79.6	72.0	151.6
9	59.7	85.9	145.6	76.7	81.8	158.5
10	54.5	84.6	139.1	77.4	76.7	154.1



[그림 8] 협상 이전과 이후의 만족도 변화

## 5. 결론 및 향후 연구

전자상거래를 이용하는 사용자의 편의성 및 경제성을 제공하기 위한 연구로서 무선 환경 하에서의 이동 에이전트를 이용한 자동협상 시스템의 필요성이 대두되고 있다. 그러나 좁은 대역폭과 휴대 단말기의 제한된 자원과 같은 무선 단말기의 특성 때문에 기존의 에이전트를 기반으로 하는 자동 협상 시스템을 무선 환경 하에서 적용하여 사용하는 데는 많은 어려움이 존재하였다. 이러한 무선 단말기의 제약을 극복하고 유용한 전자상거래 구조가 되도록 실세계의 점원을 모델링한 가상점원 에이전트를 포함한 가상점원 시스템을 무선 환경으로 확장하기 위하여 본 논문에서는 ENS를 제안하였다. 제안된 구조에서 가상 점원과 자동으로 협상을 수행할 수 있는 구매 에이전트를 생성하여 무선 환경의 구매자가 무선 단말기를 장시간 이용함으로써 부담해야 하는 경제적, 시간적 비용을 감소시킬 수 있을 것으로 기대된다. 제안을 생성하기 위하여 상용된 제약 기반 추론은 구매자의 요구 사항을 이용하여 제약 조건을 생성함으로써 탐색 공간을 축소할 수 있었고, 구매자의 요구 사항을 에이전트에 쉽게 반영할 수 있었다. 향후 연구로서 이동 에이전트의 부피를 줄임으로써 제안된 ENS의 중계 서버에서 사용자 인터페이스를 전송 받아 사용하는 번거로움을 피하기 위해 휴대 단말기에서 직접 이동할 수 있는 에이전트를 연구할 계획이다.

## 감사의 글

이 논문은 2002년 한국과학재단의 목적기초연구사업 연구비에 의하여 연구되었음.

## 참고 문헌

- C. Sierra, N. R. Jennings, P. Noriega, and S. Parsons(1997), "A Framework for Argumentation-Based Negotiation", Proc. Fourth Int. Workshop on Agent Theories, Architectures and Languages(ATAL-97), Rhode Island, USA.
- Danny D. Lange, Mitsuru Oshima, "Programming and Deploying Java Mobile Agents with Aglets", Addison-Wesley, 1998.
- Edward Tsang, "Foundations of Constraint Satisfaction", Academic Press Inc., Aug. 1993
- Fisher K., Muller J. P., Heiming L., Scheer A. W. 1996, "Intelligent Agents in Virtual Enterprises", Proc. of PAAM'96, London.
- Jeong-Seob Yoon, Lee Ki Hyun, Geun-Sik Jo,



"Service delivery agent system for mobile device," The Pacific Asian Conference on Intelligent Systems, Seoul, Korea, November, 2001.

Jong-Jin Jung, Geun-Sik Jo, "Brokerage between Buyers and Sellers Agents using Constraint Satisfaction Problem Models", Decision Support Systems, Elsevier Science Publishers., to appear. Journal of Decision Support System, 1998

R. H. Guttman and P. Maes, "Agent-mediated Electronic Commerce: A Survey". To appear, Knowledge Engineering Review, Jun. 1998

김승겸, 제성룡, 추상완, 정철흠, "VESS(Virtual Enterprise Support System)와 KMS(Knowledge Management System)", 한국지능정보시스템학회지 제5권 2호 1999년 12월

조의성, 조근식, "전자거래상에서의 구매자와 자동 협상 수행을 위한 가상점원 시스템", 한국지능정보 시스템학회지 제5권 2호 1999년 12월

ADK : <http://www.tryllian.com/>

CCL : <http://liawww.epfl.ch/CCL/>

Concordia: <http://www.opencommunity.com>

FIPA : <http://www.fipa.org/>

J2ME: <http://java.sun.com/j2me/>

Kasbah : <http://kasbah.media.mit.edu/>

MIDP: <http://java.sun.com/products/midp/>

PersonalLogic : <http://www.personallogic.com/>

Tete-a-Tete

<http://ecommerce.media.mit.edu/Tete-a-Tete/>

Voyager:

<http://www.objectspace.com/products/voyager>