

## 전자거래상에서의 구매자와 자동협상 수행을 위한 가상점원 시스템

조의성\* · 조근식\*\*

### Cyber-Salesperson agent for automated negotiation with customers in EC

Eui-Sung Cho\* · Geun-Sik Jo\*\*

#### 요 약

협상은 상거래에 있어서 매우 중요한 요소 중 하나이다. 현재의 웹 기반 전자상거래 시스템은 이러한 중요한 협상 구조를 상거래에 잘 반영하지 못하는 문제점을 가지고 있다. 이러한 문제점중 기업과 소비자간의 미비한 협상 구조를 보완하기 위해 실세계 상거래에서 존재하는 점원을 전자상거래상의 가상점원으로 모델링하여 회사의 정책과 구매자의 특성을 반영하여 구매자와 전략적으로 자동 협상을 수행할 수 있는 에이전트의 구조를 설계하고 구현하였다. 협상은 매우 복잡한 구조를 가지고 있다. 이러한 협상 구조를 지원하기 위해서는 상호간의 제안을 표현하고, 그 제안에 대한 평가 내용과 결정사항을 전달할 수 있는 언어적인 구조가 필요하며, 협상의 대상이 되는 사안들의 특성을 반영할 수 있는 표현 구조도 요구된다. 또한 이러한 협상에서 전략을 세우고 알맞은 제안을 제시하며 상대의 제안에 대하여 전략적으로 반응할 수 있는 의사결정 모델이 요구된다. 본 논문에서는 회사의 정책 모델과 구매자의 모델을 정의하고 이를 이용한 협상 모델을 설계 구현하였다. 협상 구조의 모델링을 위해 KQML(Knowledge Query Manipulation Language)을 기반으로 전자상거래 프로토콜로 설계하고, 논쟁 기반 협상 모델을 기초로 협상언어를 설계하였다. 또한 협상에서의 전략적인 의사결정을 위해 게임이론을 이용하고, 규칙 기반 시스템으로 이를 보충하였다. 마지막으로 가상점원 모델을 바탕으로 조립 컴퓨터 판매를 위한 가상점원을 구현하였고, 이에 대한 실험을 통하여 가상점원의 유용성을 보였다.

Key words : Cyber-Salesman agent, negotiation, game theory, electronic commerce

\* 인하대학교 전자계산공학과 석사과정

\*\* 인하대학교 전자계산공학과 부교수

## 1. 서론

전자상거래의 발달은 실세계의 상거래에서 존재하는 공간적 시간적 제약으로부터 판매자와 소비자를 자유롭게 하였다. 이러한 발전을 기반으로 경영학분야에선 디지털 마케팅(digital marketing)에 관한 연구가 이루어지고 있다. 디지털 마케팅은 다양한 전자 매체를 마케팅에 이용하여 마케팅의 효과를 극대화시키는 것으로, 특히 주목할 만한 것은 기존의 Business-to-Customer 상거래의 일방적인 구조를 벗어난 1:1 마케팅(One to One Marketing)에 관한 연구다. 현재의 전자상거래 시스템은 대부분 불특정 다수의 구매자를 대상으로 하는 상거래 모델로 되어있다. 이러한 구조는 구매자 개인의 특성을 반영하지 못하는 문제점이 있고, 계속적으로 누적되는 구매자에 대한 정보를 회사의 마케팅 전략에 효율적으로 활용하지 못한다는 문제점이 존재한다. 또한 상거래에서 매우 중요한 개별 협상구조(negotiation)를 지원하지 못하는 문제점이 있다. 협상은 상호 이익을 위한 행동이면서 또한 상호의 이익을 증진시키는 역할을 한다. 본 논문에서는 이러한 협상 구조의 반영을 위해 가상점원을 포함하는 전자상거래의 구조를 제시하였다. 가상점원은 실세계에서의 점원의 역할을 에이전트(agent)를 통해 모델링한 것으로, 점원의 두 가지 특성인 구매자의 물품 구매를 돕는 역할과 회사의 정책을 반영하여 불건을 파는 역할을 수행하게 된다. 실세계에서의 거래에서는 그 특성상 협력적 비협력적인 상호과정이 모두 존재하게 되는데, 가상점원 시스템의 환경에서도 인간과 가상점원의 관계는 협력적인 관계와 비협력적인 관계를 모두 포함하고 있다. 구매자의 구매행동을 돕고 구매결정을 지원해주는 측면에서 보면 가상점원

은 협력적인 관계에 놓인다. 반면, 가상점원의 행동이 실세계의 점원처럼 회사의 이익을 반영하여 행동한다는 측면에서는 비협조적인 관계에 놓인다. 또, 회사의 정책을 반영하고, 회사가 가지고 있는 지식을 판매에 활용하기 위해서는 회사의 가상점원과 각 에이전트와의 협력을 위한 상호작용이 필요하게 된다. 이러한 협력적 비협력적인 상호작용을 구현하기 위해서는 이를 표현할 수 있는 협상의 구조가 필요하게 된다. 이를 위하여 각 에이전트 상호간의 관계를 정의하고 이들간의 상호작용을 설계 구현하였다. 이를 통하여 가상점원 에이전트를 포함하는 전자상거래의 구조가 회사의 정책을 적절히 반영하여 구매자와 효율적으로 협상할 수 있는 구조임을 보이고자 한다. 2장에서는 멀티에이전트를 기반으로 하는 전자상거래 시스템들을 알아보고, 3장에서는 가상점원을 포함하는 에이전트의 전체 구조와 가상점원의 구조를 설명할 것이다. 그리고 4장을 통해서 에이전트의 구조를 기반으로 협력적 협상과 비협력적 협상을 수행하기 위한 에이전트 상호간의 협상 구조 즉, 협상언어, 협상 대상, 협상 과정 등에 대해 설명하고, 5장에서 협상을 통해 목적 맞는 결과를 얻기 위한 협상의 의사 결정 모델을 설명할 것이다. 마지막으로 6장에서 조립 컴퓨터 판매를 위한 가상점원 에이전트를 구현하여 실험한 내용을 설명하고 7장에서는 본 논문의 결론을 맺는다.

## 2. 에이전트 기반 전자상거래상의 협상 시스템

전자 상거래(Electronic Commerce)란 정보, 제품, 용역 등에 대한 판매와 구매 과정을 컴퓨터를 통하여 가상적인 환경에서 수행하는 것의 의

미한다. 인터넷 사용자 수의 폭발적인 증가와 함께 새로운 비즈니스의 환경인 전자상거래가 급속히 발전하였고, 이러한 환경을 위해 에이전트를 전자상거래에 응용하려는 많은 연구가 진행되었다. 에이전트를 이용한 전자상거래의 연구 초기에는 중개 에이전트를 통한 입찰이나 경매에 대한 연구가 많이 이루어졌다. 이러한 구조는 CNP(contract net protocol)가 대표적이며 (Reid G. Smith. 1980), 이를 확장하여 전자상거래에 응용하기 위한 연구가 있어 왔다. 입찰과 경매의 구조는 1:N이나 N:1의 구조를 이루며, 이 두 구조를 결합하여 N:M의 중개를 수행하는 연구도 이루어졌다(Jong-Jin Jung et al. 1998). 이러한 중개에이전트 모델은 한정된 상품을 한정된 구매자와 연결시켜주기 위해 사용되었다. 그러나 상품의 제한이 비교적 적은 쇼핑몰에서나, 상호간의 구매 판매 정보가 비교적 쉽게 얻어지는 거래에서는 위와 같은 중개를 통한 상거래방식이 적합하지 않다. 또한 중개를 중심으로 하는 전자상거래 구조는 구매자의 정적인 선호도를 기반으로 중개가 이루어지므로 실제에서는 적합하지 못한 중개가 이루어지거나, 중개를 통해 연결된 구매자와 판매자가 그들의 요구를 수정하고 서로간의 조정을 통해 보다 나은 계약이 성립하도록 하는 구조를 지원하지 못하는 문제점이 있었다. 이러한 것을 보완하기 위한 연구로 협상대상의 값을 동적으로 변화시킬 수 있는 협상 구조에 대한 연구가 진행되어왔다. 대표적인 예로는 MIT Media 연구소의 Kasbah가 있다 (Anthony Chavez et al. 1996). 이 에이전트는 가격만을 고려하여 사용자가 사전에 정해둔 가격 제시 곡선의 유형대로 가격을 제시하며 협상을 하는 에이전트이다. 가장 큰 특징은 1:1의 비협력적인 협상을 고려하였다는 것으로, 이러한 구조

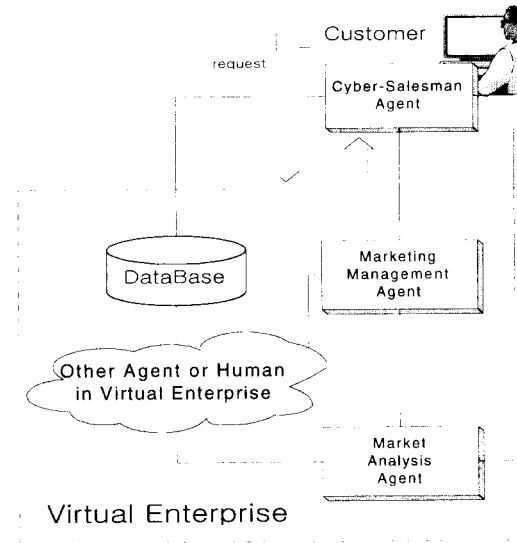
에 의해서 위에서의 문제점을 어느 정도 해결할 수 있다. 그러나 여기에는 두 가지 문제점이 있는데, 첫째는 에이전트가 협상에서 아무런 지능도 가지지 않고 단지 사전에 정해둔 고정적 전략에 따라 행동한다는 것이다. 사용자의 전략을 반영한다는 입장에서는 어느 정도의 설득력을 가지지만 고정적인 전략에 의해서 합리적인 협상의 균형을 찾을 수 없는 문제점이 있다. 또한 협상 대상으로 가격 하나만 고려했다는 문제점이 있다. 실세계에서는 다양한 협상의 대상들에 대해서 협상이 수행되어지고 각각의 협상 대상은 서로 연관관계가 있어 협상 참가자의 전체 이득 변화에 영향을 줄 수 있다. 이를 보완할 수 있는 구조로 에이전트의 대화적인 구조(Dialogical Framework)가 있고(P. Noriega et al. 1996), 이 구조를 확장하여 만들어진 논쟁 기반의 협상 구조(Argument Based Negotiation Framework)가 있다 (C. Sierra et al. 1997). 이러한 구조의 이점은 설득적인 표현이 가능하다는데 있다. 실제적인 협상의 구조는 제안을 서로 주고받으며 거절과 수용만 하는 것이 아니다. 협상에서는 기본적으로 자신의 의도나 이득을 상대방에게 관철시키려는 목적을 가지고 있으므로 이를 반영하는 구조가 필요하다. 본 연구에서는 위의 구조를 포함하여 이에 대한 연구를 진행중에 있다.

### 3. 가상점원 시스템의 구조

#### 3.1 시스템의 구성

가상점원 시스템은 기본적으로 가상기업(Virtual Enterprise)에 대한 가정 하에 이루어졌다. 여기서 가정하고 있는 가상기업은 Fischer와 Muller에 의해 연구되고 있는 AVE(Agents in Virtual Enterprises)

(Fischer K et al. 1996)를 기반으로 하고 있다. 이러한 가상기업은 기존의 가상기업의 개념인 분산 환경하의 정보기술의 이용이라는 측면을 넘어서 에이전트와 인간의 협력을 통하여 지능적인 회사를 갖추는 것을 포함하고 있다. 가상점원 에이전트는 이러한 가상기업 내에서 실제 고객과의 거래를 전담하는 에이전트로 상위 계층의 인간 혹은 다른 에이전트가 세운 정책을 반영하여 스스로 거래의 전략을 세우고 고객과의 거래를 수행하는 에이전트 시스템이다.



(그림 1) 가상점원을 포함한 전자상거래의 전체 구조

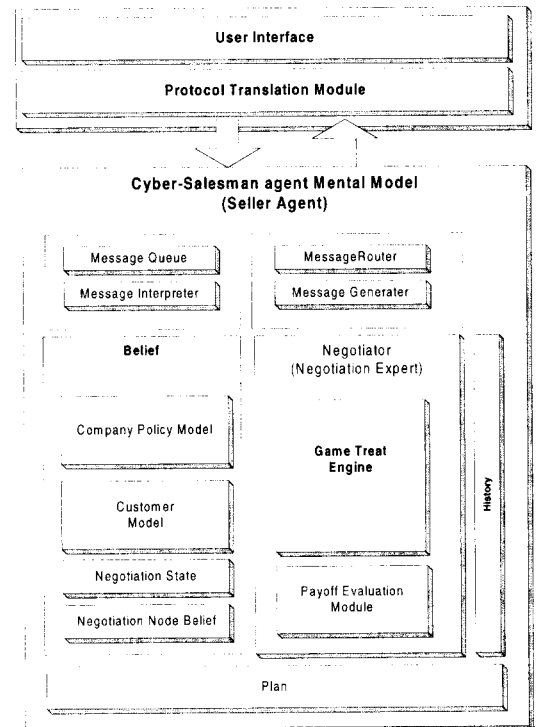
가상점원을 사용하는 전자상거래의 에이전트는 실세계 점원의 모델인 가상점원(Cyber-Salesman) 에이전트와 회사 내부의 마케팅을 담당하는 마케팅 에이전트(Marketing Agent), 마케팅 에이전트를 지원하면서 회사 내부의 각 에이전트에게 시장 분석 자료를 제공하는 시장 분석 에이전트

(Market Analysis Agent)로 구성된다. 위의 에이전트들은 하나의 가상기업의 구성 요소가 된다.

가상점원 에이전트는 애플릿(Applet)으로 구현되어 구매자가 에이전트를 요구하게 되면 로컬로 이동하여 사용자의 요구를 처리한다. 가상점원은 가상기업내의 마케팅 에이전트 등의 다른 에이전트와 정보를 주고 받고 회사의 데이터베이스를 접근하여 협상에 필요한 정보들 가져올 수 있다.

### 3.2 가상점원의 구조

가상점원 에이전트는 내부적으로 아래의 [그림 2]와 같다.



(그림 2) 가상점원 에이전트의 구조

가상점원의 내부 구조는 크게 두 부분으로 가상점원의 판매자 에이전트(seller agent)로서의 지능구조(mental)와 구매자와의 상호작용을 위한 사용자 인터페이스 모듈(user interface module)로 나뉜다. 사용자 인터페이스 모듈에는 에이전트의 프로토콜을 사용자 인터페이스의 반응으로 변환시키고 사용자의 반응을 에이전트의 프로토콜로 변환시키는 프로토콜 번역 모듈(protocol translation module)이 포함되어 있다.

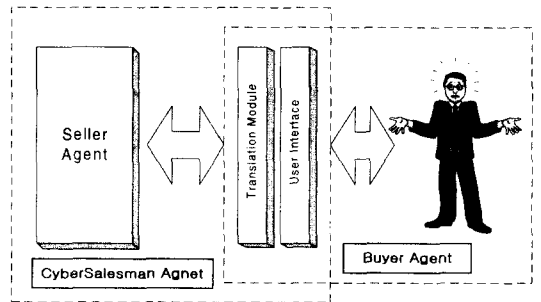
에이전트의 지능구조는 가상기업에 대한 믿음(company policy model)과 구매자에 대한 믿음(customer model), 그리고 현재의 협상과정 진행상태(negotiation state)와 협상의 의사결정마디에 대한 믿음(negotiation node belief)을 내부에 포함하고 있다. 협상 엔진은 구매자와 가상기업의 이득을 계산하는 모듈(payload evaluation module)과 게임이론에 따라 의사결정을 진행하는 모듈(game treat engine)로 이루어져 있다. 그리고 협상의 진행 내용을 계속적으로 유지하고 있는 히스토리(History)가 있어서 협상의 진행과 구매자의 반응을 기록해 둔다. 메시지 처리 부분은 메시지 큐(message queue)와 메시지 해석기(message interpreter), 메시지 생성기(message generator), 메시지 송신기(message router)를 포함하고 있다.

### 3.2.1 사용자 인터페이스 모듈

가상점원 시스템에서 사용자 인터페이스 모듈은 두 가지의 목적을 가지고 있다. 첫째로는 구매자의 입장에서 편리한 인터페이스를 제공하기 위한 목적을 가지고, 둘째로 가상 점원 에이전트 측면에서는 사용자 인터페이스를 통해 구매자를 하나의 구매를 위한 구매 에이전트(Buyer Agent)로 바라볼 수 있게 해준다.

사용자 인터페이스 부분은 에이전트간의 프로

토콜을 사용자가 이해할 수 있는 일상 언어로 바꾸고 다시 구매자의 반응을 에이전트가 이해할 수 있는 프로토콜의 형태로 바꾸는 역할을 하게 된다. 이 시스템에서는 구매자가 예상되는 반응을 정해진 항목을 선택함으로써 구매자의 요구를 반영하도록 하였다.



(그림 3) 사용자 인터페이스 모듈의 기능

### 3.2.2 협력/비협력적 가상점원의 관계

가상기업의 측면에서 보면 가상점원 에이전트는 멀티에이전트 환경 하에서 가상기업내의 에이전트와 협력하여 구매자에게 판매업무를 처리하는 에이전트의 기능을 하게 된다. 가상기업의 외부와의 상호작용은 몇 가지로 분류되는데 크게 정보의 상호 작용과 협상을 통한 상호작용으로 나눌 수 있다. 정보의 상호 작용은 정보의 제공(기업간 정보 제공, 홍보활동 등)과 정보의 입수 과정으로 이루어지고, 협상을 통한 상호작용은 위에서 설명한 것과 같이 기업 혹은 정부와의 협상과 일반 고객과의 협상으로 이루어진다. 앞으로 회사의 많은 외부와 상호작용은 상당부분 자동화될 것으로 예상된다. 여기서 가상점원은 가상기업의 말단에 위치하여 고객과의 상호작용을 담당하는 통로의 역할을 하게 된다. 이를 통해 회사는 가상점원으로 하여금 고객에

게 회사의 정책을 즉각적이고 일관되게 반영하게 할 수 있다. 회사가 마케팅 전략을 세울 경우, 전체 전략을 통합적으로 수행할 수 있는 길을 제공한다.

구매자 측면에서 보면 가상점원 에이전트는 구매자에게 물건 구매를 위한 지능형 사용자 인터페이스로서의 역할을 하게 된다. 가상점원은 회사에 속해있어 회사의 이득을 반영하고, 물품의 구매를 유도한다는 측면에서 구매자와 비협력적인 관계에 놓인다. 반면 구매자에게 물건을 팔기 위해서 가상점원은 구매자를 돕는 협조적인 관계에 놓인다.

#### 4. 가상 점원의 협상 모델 (Negotiation Model)

협상이란 서로간의 충돌(conflict)이 생긴 문제에 대하여 상호작용을 통하여 서로 납득할 수 있는 해결책을 찾아가는 과정이다. 에이전트간에서 협상은 두 에이전트가 처해진 상황에서 수용할 수 있는 해결합의 교집합에서 하나의 해를 찾아가는 과정이다. 협상을 통해서 나오는 해는 각 에이전트에게 다른 이득을 주게 된다. 에이전트간의 관계가 협력적인 경우 에이전트들의 전체의 이득을 위해 협상이 이루어지질 것이다. 그러나 개방적인 멀티에이전트 환경 하에서 에이전트간의 관계는 항상 협조적임을 보장할 수 없다. 이러한 기준으로 협상은 협력적(cooperative negotiation) 것과 비협력적(noncooperative negotiation) 것으로 나뉘어질 수 있고, 비협력적인 경우 에이전트간 협상은 각 에이전트 개개 혹은 우호적인 집단의 이익을 위해 이루어지게 된다. 가상점원의 경우 가상기업과는 협력적인 협상 이루어져야 하며 구매자와는 협력적, 비협력적 협상이 모두 이루어져야 한다.

이러한 협상을 위해서는 다음과 같은 세 가지의 요소에 대한 설계가 필요하다.

- 협상 언어(Negotiation language) : 협상 전체의 프로토콜(protocol)과 의미구조(semantics), 협상의 이슈(Object Structure)
- 협상의 처리과정(Negotiation Process) : 협상의 진행 절차(procedure)와 그에 따른 행동 구조(Behavior)
- 의사결정모델 (decision making model) : 효용(utility), 유사도(matching), 선호도(Preference) 등에 따른 의사결정 전략(strategy)

본 논문에서는 이러한 가상점원의 협상 구조에 필요한 요소들의 구조를 각각 정의하고 구현하였다. 다음의 절들에서 이들에 대해 구체적으로 설명하도록 한다.

##### 4.1 전략적 자동 협상 모델 (Strategic Automated Negotiation Model)

실세계에선 비즈니스 프로세스와 같이 본질적으로 경쟁적인 관계를 이루고 있는 에이전트의 환경이 존재한다. 이러한 경우 에이전트간 협상은 각 에이전트 개개 혹은 우호적인 집단의 이익/목표를 위해 이루어지게 된다, 위와 같은 환경 하에서의 에이전트는 협상을 위해 전략적으로 행동할 필요가 생긴다. 이와 같은 전략을 표현하고 전달할 수 있는 프로토콜과 전략적인 결정을 내릴 수 있는 의사결정이론이 뒷받침되어야 하고 이를 수행할 절차가 만들어 져야한다. 이를 위하여 전략적인 자동 협상의 모델인 SNeF(Strategic NEgotiaion Framework)을 연구중이며 이러한 모델

의 기본 골격을 따라 가상점원의 협상의 과정을 설계하였다. 기존의 구매 협상의 모델은 대개의 경우 구매자가 각 협상 대상에 대한 사용자 선호도를 한번 입력하면 적합성 검사를 통해 가장 선호하는 제품을 구매하는 모델이었다. 그러나 현실 세계에서는 협상의 진행과정에 따라 개인의 요구 조건을 바꾸고 수정하는 것이 일반적이다. 이를 반영하기 위해 SNeF에서는 논쟁기반 협상 프레임워크를 기반으로 하였다.

### 4.2 가상점원의 협상언어 (Negotiation Language)

가상점원 시스템의 프로토콜은 크게 두 가지로 나누어진다. 먼저 KQML(Knowledge Query Manipulation Language)을 기반으로 확장된 프로토콜로 구매자와 판매자간의 상거래 프로토콜이 있고 협상대상에 대한 표현을 위한 프로토콜이 있다. 기본 상거래 프로토콜은 외부 언어가 되고 협상 대상에 대한 표현은 내부 언어가 된다. 협상 대상에 대한 표현은 다음절에서 다루겠다.

상거래 프로토콜은 아래와 같다.

(표 1) 상거래 프로토콜

modify	상대방의 지식에 변경할 때
reply	ask에 대한 대답 (tell)의 역할
request	요구사항을 전달할 때
inform	에이전트 자신이 알고 있는 사항을 상대에이전트에게 알릴 때 사용되어진다.
propose	가상점원이 구매자에게 요구에 대한 제안을 할 때 사용되어진다.
reject /accept	상대방 에이전트의 요구를 수용 거절할 때 사용되어진다.
confirm	에이전트 자신에 대한 상대방의 Belief를 확증할 때 사용되어진다.
buy_request	가상점원에게 구매자의 요구를 보낼 때 사용되어진다.

### 4.3 가상점원의 협상 대상 (negotiation object)

협상 대상(negotiation object)은 협상을 통해 합의에 도달해야 하는 협상의 항목을 지칭한다. 일반적으로 이슈(Issue)라고 부른다.(이하 이슈라고 지칭한다) 이슈는 단지 상품의 명세만을 포함하는 것이 아니라 거래에서 합의될 수 있는 모든 사항을 포함하게된다.

이슈는 아래와 같은 7가지 구성요소를 갖는다.

- ① 식별자(Identifier): 이슈의 이름을 지칭한다.
- ② 값(value): 이슈가 지니는 값
- ③ 타입(types): 이슈가 가질 수 있는 값의 타입
- ④ 평가 표현(evaluation expression domain): 이슈의 값에 대한 평가( type에 의해서 결정된다.)
- ⑤ 관계 표현(relation expression domain): 다른 이슈들과의 관계 기술하기 위한 표현
- ⑥ 선호도 표현(preference expression domain): 이슈의 값이 가질 수 있는 값을 타입의 범위 안에서 제약하고 자신의 선호도를 나타내기 위한 표현
- ⑦ 행동유발표현(illocutionary expression domain): request, warn(threaten), appeal, reward등의 상대방의 행동 변화를 유발시키는 표현들

행동 유발 표현은 본질적으로 설득(Persuade)을 목적으로 하는 구조이다. 상거래 프로토콜 중 propose 프로토콜의 하위 구조로 존재하며 다음과 같은 형식을 갖는다.

[표 2] illocutionary protocol

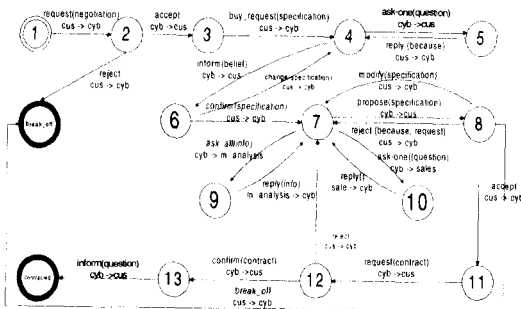
reward	(reward (request (issue))(offer (issue)) )
	A를 들어주면 B를 제공한다는 보상표현
appeal	(appeal (if (issue)) (then (issue)) )
	A를 하면 B의 이득이 있다는 호소표현
warn	(warn (if[not] (action) ) (then (issue)) )
	A를 하거나 하지 않을 때 생기는 일에 대한 경고(협박)
request	특정 요구조건을 표현할 때 사용

예를 들면

“goalmaster7 모니터를 사주면 대신 130만원에 5% 할인된 가격으로 싸게 팔겠다.”라는 표현은 아래와 같이 표현된다.

```
(propose
  (reward (request (issue (name monitor)
                    (value goalmaster7)))
    (offer (issue (name total_price)
                (value 1300000))
          (issue (name discount )
                (value 0.05))))))
)
```

### 4.4 가상점원의 협상 절차 (Negotiation Process)



\* cyc : cyber-salesman agent  
 \* cus : customer  
 \* m\_analysis : market analysis agent  
 \* sale : marketing management agent

[그림 4] 협상절차 상태도

구매자와 가상점원간의 협상의 전체적인 절차는 [그림 4]의 상태도와 같다.

협상과정은 다음의 다섯 단계로 나뉘어져 있다.

#### ① 협상 과정의 시작

구매자가 거래를 요청하면 이를 가상점원이 수용함으로써 거래가 시작된다.

이 단계에서 고객의 개인정보를 입수한다. 또한 협상의 고유코드를 형성한다([그림 4]의 상태1 - 상태3).

#### ② 구매자 요구 명세서 전달

구매자는 자신이 사려고 하는 물품과 이에 대한 선호도를 기술하여 가상점원에게 보낸다. 이 명세서는 불완전하거나 세부내용이 비어있을 수 있다. 이러한 가정은 구매자가 구매 물품에 대한 상세한 정보가 없을 수 있는 환경을 생각할 때 매우 설득력이 있다([그림 4]의 상태3 - 상태4).

③ 가상점원의 구매자 요구 명세에 대한 명확화 가상점원은 요구 명세가 불완전할 경우 이를 명확화하기 위해서 구매자에게 상위 레벨과 하위 레벨의 질문을 진행한다. 가상점원이 믿고 있는 구매자의 요구 명세를 구매자에게 보내어 구매자의 확인을 받음을 통해 명확화 과정이 종료된다([그림 4]의 상태4 - 상태7).

#### ④ 실제적 협상과정

다음의 두 과정을 반복적으로 수행함으로써 상호 만족을 이룰 수 있는 계약에 도달할 수 있다([그림 4]의 상태7 - 상태10).

#### · 가상점원 에이전트의 제안

가상점원 에이전트는 회사의 기본 정책과 구매자의 요구 명세에 따라 제안을 형성하여 구매



자에게 보낸다. 제안의 내용은 단순히 요구명세에 맞는 제품일 수도 있고, 물품구매의 선택사항에 대한 제안일 수도 있다. 이 과정에서 경우에 따라 가상기업내의 다른 에이전트와 협력 작업을 수행하게 된다.

· 가상점원 에이전트의 제안에 대한 평가

구매자는 자신의 구매 요구에 가상점원의 제안이 적절한가를 판단하고 제안에 대한 수용과 거절의 의사를 표시할 수 있다. 거절의 경우 불만족된 사항과 이에 대한 요구를 같이 보낼 수 있다. 가상점원의 제안이 없음(nothing)값을 가질 수 있고, 이 경우 구매자의 요구 조건을 만족하는 해가 없음을 의미한다. 이에 대해 구매자는 구매과정을 종료하거나 자신의 요구 조건을 낮추어 다른 제안을 요청할 수 있다.

### ⑤ 계약과정

구매자가 제안을 수용하면 가상점원은 이를 마케팅에이전트에 보내고 이에 대한 승인을 얻어서 구매자에게 계약 내용을 보내고 계약 확인을 받는다(그림 4)의 상태10 - 상태13).

위의 과정을 통해 협상 과정을 마치게 된다.

## 5. 가상점원의 의사결정 모델

가상점원 모델에서의 의사결정은 다단계로 이루어지게 된다. 구매자의 특성을 파악하고 마케팅의 전략을 세우고 정책을 만드는 등의 상위 레벨의 프로세스는 가상점원 차원에서는 이루어질 수 없는 작업이다. 이를 위해 마케팅 에이전트가 사전에 다양한 자료를 가지고 판매의 전략과 정책을 세우며 구매자의 자료 분석을 통해 구매자에게 사용할 전략들을 구성해 놓게 된다. 가

상점원은 이러한 정책을 협상중의 의사결정의 기준으로 삼아서 회사의 정책을 반영하고 마케팅 에이전트에 의해 만들어진 구매자의 특성 정보에 맞는 전략을 세워 협상을 진행하게 된다. 이러한 전략을 위해 기존에 연구되어온 협상에 대한 게임 이론을 사용하였다.

### 5.1 게임이론

게임이론(Game Theory)은 실세계의 전략적인 행동을 수학적으로 모델링한 이론이다. 전략적인 게임은 게임의 참가자(player), 참가자들의 전략(strategy), 참가자들이 전략을 취한 결과로 얻게 되는 보상(payoff)으로 구성된다. 게임이론은 게임 선수들간의 완전히 구속력이 있는 협약에 따라 협상을 하는가 아닌가에 따라 협력적(cooperative game), 비협력적 게임(noncooperative game)으로 나뉜다. 또한 상대 참가자와 참가자의 전략집합, 전략에 따른 보상을 명확히 아는 완전정보게임(complete information game)과 그렇지 못한 불완전 정보게임(incomplete information game)으로 나뉜다. 그리고 게임이 일회성인가 반복적인가에 따라 정적(static), 동적(dynamic)으로 나뉘고 동적 게임은 다시 유한 반복(finite game), 무한 반복 게임(infinite game)으로 나뉜다. 위의 기준에 따라 가상점원과 구매자간의 게임은 비협력적인 불완전정보 하에서 무한 반복게임이 된다. 비협력적인 것은 완전 구속력이 있는 협약에 따라 전체적인 이익을 위해 행동하는 것이 아니라 특별한 구속력이 있는 공리 없이 협상이 진행되기 때문이며 불완전정보인 것은 상대방의 정확한 요구 수준은 단지 유추 가능하다는 점에서이다. 무한 반복게임으로 분류되는데는 두 가지 이유가 있는데, 첫째는 협상이 제안과 거절, 또 다른 제안의 형식으로 진행된다는 측면에서 반복적이

고, 고객이 다음 기회에 다시 물건을 구매할 수 있다는 측면에서 무한 반복적이게 된다. 위와 같은 분류에 의해서 게임 이론 중 불완전정보하의 동적인 교섭게임 모델을 중심으로 의사결정 모델을 설계하였다.

## 5.2 불완전 정보하의 동적 교섭 게임 모델 (dynamic incomplete information bargaining game)

불완전 정보게임은 적어도 한 경기자가 상대 경기자의 유형을 정확히 모르는 상태에서 자신의 대안을 선택하는 게임을 말한다. 완전 정보하에서는 일반적으로 내쉬 균형(Nash Equilibrium)이 사용되는데, 불완전 정보 게임에선 이를 적용하였을 때는 불완전한 정보에 대한 처리가 부적절하다는 문제점이 있다.

이를 해결하기 위해 베이즈 법칙(Bayesian rule)을 적용하여 확률적인 고려를 포함한 모델이 베이즈 내쉬 균형 모델(Bayesian Nash equilibrium)이다. 이를 교섭에 응용한 교섭게임(Bargaining game) 모델이 있다. 이 모델은 어떤 상품에 대한 구매자의 주관적 가치를 정확히 모를 때, 구매자가 가졌을 것으로 예상되는 주관적 가치를 확률로 나타내고, 이에 따라 교섭을 진행하는 게임이다. 예를 들어 어떤 물건에 대한 구매자의 가치가 1000원과 1500원일 경우가 있고 각각의 확률이  $p$ ,  $1-p$ 라고 할 때, 판매자는 1000원을 제시할 경우 구매자가 항상 구매할 것이 기대되므로 보수는 1000원이 되고, 이 보다 비싼 1500원을 제시할 경우 구매자의 구매 가능성을 고려하면 1500(1-p)의 기대 보수를 갖게 된다. 이 때의 의사결정은  $1000 > 1500(1-p)$ 의 경우, 즉  $p > 1/3$ 보다

큰 경우는 1000원을 제시하고 그렇지 않은 경우는 1500원을 제시하게 된다. 이러한 협상이 계속적으로 진행되게 되면 제시가격은 확률에 의해서 1000원과 1500원 사이의 특정값으로 결정되게 된다. 이러한 모델은 모델의 복잡성에 따라 다른 적용이 가능하다. 위의 설명한 내용들의 수학적 정의에 따르면 불완전 정보 게임은 다음과 같은 완전베이즈 균형(Perfect Bayesian Nash Equilibrium) 조건을 만족하고 아래와 같은 구조를 갖는다.

- 어떤 경기자가 두 개 이상의 의사결정마디로 구성된 정보 집합에 선택을 할 때 그는 자신이 정보 집합내의 어느 의사결정마디에 와 있는지에 관한 믿음(belief)을 가져야 한다.

- 모든 정보집합에서 믿음이 주어지면 각 경기자는 그 믿음을 근거로 합리적으로 행동해야 한다.

- 경기자의 믿음은 그 게임에서의 균형전략에 비추어 보아 타당한 믿음이어야 한다. 다시 말해, 믿음은 경기자들의 균형 전략으로부터 베이즈 법칙(bayesian rule)이 적용되는 믿음이어야 한다.

$I$ 는 게임 참가자,  $S_i$ 는 각 게임참가자의 전략 집합이고,  $S = \prod_{i \in I} S_i$ ,  $S$ 는 situation이라하면,

$H_i(s)$ 는 situation  $s$ 에서 각 참가자들의 보수 집합이고  $P_i(s)$ 는 situation  $s$ 에서 각 참가자들의 전략에 대한 선택확률이라 할 때,

$$\Gamma = \langle I, \{S_i\}_{i \in I}, \{H_i\}_{i \in I}, \{P_i\}_{i \in I} \rangle$$

위의 조건을 만족하면서 아래와 같은 구조를

가질 때 이 게임을 불완전 정보하의 동적 게임이라 한다.

### 5.3 가상점원의 의사결정 모델

5.2절에서 설명한 불완전 정보하의 동적 교섭 게임 모델을 적용하기 위한 가상점원의 의사결정 모델은 다음과 같다.

- player = { cus, sale }
- cus : 구매자
- sale : 마케팅 에이전트
- cyb : 가상점원 에이전트
- $I_{cus}$  : 구매자의 이슈 집합
- $I_{cus}^*$  : 구매자의 이슈 집합
- $I_{sale}$  : 마케팅 에이전트의 이슈 집합
- $j$  : 할인율,  $j \in I_{cus}^*$  (여기서의 할인율은 게임 이론의 할인율을 의미하는 것이 아니라, 회사에서 적용하는 할인의 비율을 의미한다.)
- $V_{cus}$  : 각 이슈에 할당된 값,  $V_{cus} = \{v_n | n \in I_{cus}\}$
- $V_{cus}^{low}$  : 각 이슈에 대한 구매자의 하한값
- $W_{cus}$  : 각 이슈에 대한 구매자의 중요도 값
- $W_{sale}$  : 각 이슈에 대한 마케팅 에이전트의 중요도
- $S_{cyb}$  : 가상점원 에이전트가 취할 수 있는 전략으로 모든  $V_{cus}$ 에 대하여  $V_{cus} \in S_{cyb}$ 이 성립한다.
- $P_{cus}$  : 각  $V_{cus}$ 에 대하여 구매자가 선택할 확률 ( $V_{cus}$  각각에 대하여 확률을 구하지 않고 이들을 6단계의 집단(cluster)으로 나누어 이에 대하여 확률을 적용하였다. 확률적인 값은 마케팅에이전트에 의해서 제공된다.)

- 구매자의 이득 측정 모델
- $payoff_{cus}^i(v_i)$  : 이슈  $i$ 의 값이  $v_i$ 일 때 구매자의 이슈  $i$ 에 대한 이득 함수

$$\begin{cases}
 payoff_{cus}^i(v_i) = -\infty & \text{payoff}(v_i) < c \text{ 이어서 모든 다른 이슈의 고려가 필요 없을 만큼 이슈에 대한 이득이 아주 낮을 때, } c \text{는 이득의 threshold 값} \\
 c \leq payoff_{cus}^i(v_i) \leq 1 & \text{어느 정도 만족할 경우} \\
 payoff_{cus}^i(v_i) = -\infty & \text{payoff}_{cus}^i(v_i) > a > 1 \text{ 이어서 현실세계에서는 적합하지 않은 경우}
 \end{cases}$$

$$\begin{aligned}
 & total\_payoff_{cus}(V_{cus}) \\
 &= \frac{\sum_{i \in I_{cus} - I_{cus}^*} w_i * payoff_{cus}^i(v_i)}{\sum_{i \in I_{cus} - I_{cus}^*} w_i} * \frac{1}{1-j}
 \end{aligned}$$

여기서 어떤 제안에 대한 거절이 전체적 만족도 뿐만 아니라 대개 한 두 가지의 이슈의 불만족에서 생김을 고려할 때 각 이슈에 대한 요구 만족도의 범위가 주어져야 한다.

여기에 제약조건으로

$$\begin{aligned}
 & i \in I_{cus} - I_{cus}^* \text{인 모든 } i \text{에 대하여} \\
 & payoff_{cus}^i(v_i) \geq v_i^{low} = c \text{을 만족해야 한다}
 \end{aligned}$$

를 추가한다

- 판매자의 이득 측정 모델
- 판매자가 가지고 있는 이슈의 집합은 구매자와는 다르나 구매자의 이슈의 값을 어떻게 결정하느냐에 따라 판매자의 이슈값이 달라지는 종속성을 가지고 있다.

$payoff_{sale}^i(v_i)$  : 이슈의 값이  $v_i$ 일 때 마케팅 에이전트의 이슈  $i$ 에 대한 이득 함수는 다음과 같다.

$$\begin{cases} payoff_{sale}^i(V_{cus}) = -\infty & payoff(v_i) < c \text{ 이어서 모든 다른 이슈의 고려가 필요 없을 만큼 이 이슈에 대한 이득이 아주 낮을 때, (c는 이득의 threshold값)} \\ c \leq payoff_{sale}^i(V_{cus}) \leq 1 & \text{어느 정도 만족할 경우} \\ payoff_{sale}^i(V_{cus}) = -\infty & payoff(v_i) > \beta > 1 \text{ 이어서 현실 세계에서는 적합하지 않은 경우} \end{cases}$$

여기서 특기할 점은 마케팅 에이전트의 각 이슈에 대한 이득은 구매자와의 계약 사항  $V_{cus}$ 에 의해서 결정된다는 것이다.

$$total\_payoff_{sale}(V_{cus}) = \frac{\sum_{i \in I_{cus}} w_i * payoff_{sale}^i(V_{cus})}{\sum_{i \in I_{cus}} w_i}$$

위로부터 구매자 이득과 마케팅 에이전트의 순서쌍이 생기게 된다.

임의의  $V_{cus}$ 에 대하여 보수 쌍은 다음과 같다.

$$(total\_payoff_{cus}(V_{cus}), total\_payoff_{sale}(V_{cus}))$$

위를 이용하면  $cus = cyb$  라 해도 상관없으므로

$$Player = \{cus, cyb\}$$

$$S_{cus} = \{accept, reject\}$$

$$\Gamma = \langle Player, \{S_{cus}, S_{cyb}\},$$

$$\{(total\_payoff_{cus}(V_{cus}), total\_payoff_{sale}(V_{cus}))\}, \\ \{P_{cus}\} \rangle$$

위와 같은 구조에 의해 불완전 정보하의 동적 교섭게임의 조건을 만족하는 구조가 생기고 완전 내쉬 균형에 따라 이에 대한 해를 구할 수 있다.

· 추가적 의사결정 모듈

① 구매자에 대한 믿음(Belief)의 동적 변경

위의 게임이론만을 가지고 대안을 선택하는데는 한계가 존재하게 되는데. 위의 수학적 모델에서는 구매자가 수용, 거절만을 포함하고 있다. 구매자의 불만족 사항과 요구 사항을 반영하기 위해서 구매자의 요구조건을 동적으로 변화시키는 모듈을 포함시켰다 이를 통해서 payoff함수의 값이 달라지고 요구조건이 포함된 균형에 도달하게 할 수 있다.

② 대안 제시를 위한 모듈

제안 이외의 대안의 제시가 존재하는데 대안은 구매자의 요구를 충족시키지는 못하나 충족시키지 못하는 요구에 대한 보상을 할 수 있는 경우를 말한다.

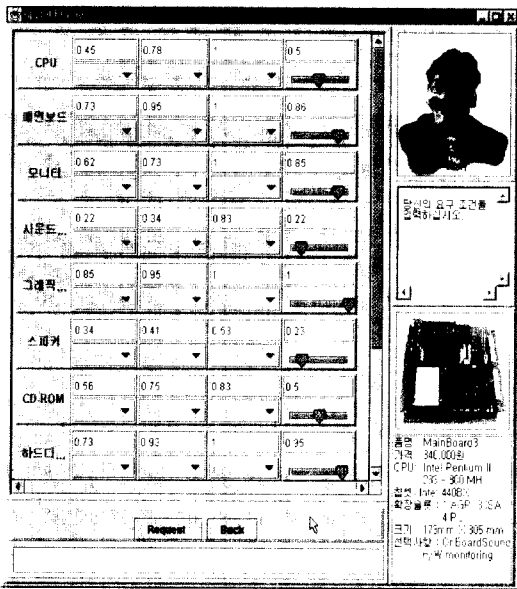
실세계에서는 모든 조건을 만족하는 낮은 이득의 해 보다는 한가지 조건을 만족하지 않아도 전체적으로 더 이득이 되는 것을 택하는 경우가 있다. 이러한 것을 반영하여 제안을 생성할 필요가 있다.

이를 고려하기 위해 구매자의 이득 함수로 여과되어지는  $S_{cyb}$ 내의 전략들 중 불만족된 것이 하나만 존재하는 경우 만족되지 못한 이슈를 보상하는 다른 이슈의 값을 변경하여 전략의 집합에 포함시킨다.

## 6. 구현 및 실험

가상점원 모델을 토대로 조립 컴퓨터를 판매하는 가상점원을 구현하여 실험하였다. 사용자가 자신의 요구조건을 입력하면 이에 따라 가상점원이 물품의 제안을 제시하고 구매자의 반응에 따라 이를 수용하는 제안을 다시 생성하여 제시하며 구매자와 자동협상을 수행하는 시스템

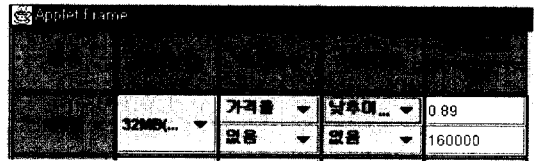
이다. 전체 시스템은 3장에서 제시한 시스템의 구조를 따랐고 마케팅 에이전트의 정책은 판매량, 각 물품판매의 중요도, 판매의 이윤, 평판(reputation), 고려기간의 다섯 가지의 항목을 통해서 전달하도록 하였다. 협상에서 사용되는 에이전트간의 외부 프로토콜은 KQML(Knowledge Query Manipulation Language)을 기반으로 하였고, 내부적인 언어는 전문가 시스템 쉘인 Jess(Java Expert System Shell)(Ernest J. Friedman-Hill)를 사용하였다.



(그림 6) 시스템 요구 입력창

Jess는 CLIPS(C Language Integrated Production System)의 자바(Java) 버전이다. 이 시스템에서는 자동 협상 구조에 불필요한 상위레벨의 구매자 선호도 획득을 위한 모듈이나 부속품간의 제약 조건은 고려하지 않았다. 사용자 선호도는 시스템 요구의 상한선과 하한선 그리고 실제 바라는 요구수준, 이에 대한 가중치로 나타내도록 하였

다. 상한선, 하한선, 요구수준은 0에서 1사이의 숫자나 특정 물품으로 선택되어질 수 있다. 요구의 입력은 아래와 같은 창을 통해 이루어진다. 요구에 대한 제안이 제시되면 구매자는 이에 대하여 '가격을 낮추어라', '질을 높여라'. 혹은 '어떤 물건으로 구매하고 싶다' 등의 요구의 수정을 가할 수 있다. 이는 [그림 5]의 요구 수정 창을 통하여 입력한다.



(그림 5) 요구 수정 창

실험은 각 항목별로 10개 이상의 입력 데이터를 통하여 요구조건을 받아서 실험을 하였다. 이득 측정모델에 따라 구매자와 회사의 이득은 0에서 1사이의 값으로 결정된다. 값이 0이었을 때 이득이 하나도 없음을 나타내고, 1일 때 최대의 이득을 얻었음을 나타낸다. 가상점원의 실험은 구매자의 특성과 반응, 회사의 정책 모델에 따라 다른 결과를 얻게 되므로, 먼저 [표 5] [표 6]과 같이 이들의 모델을 정하였고, 이러한 특정 모델을 가지고 실험하였다.

구매자와 회사는 0.8이상의 이득을 가졌을 때 협상의 결과를 수락한다고 가정하였다. 협상은 아래와 같이 진행되었다.

[표 5] 회사의 이슈에 대한 가중치

이슈	판매량	판매의 이윤	평판	고려기간	각 물품의 중요도
가중치	0.88	0.52	0.92	0.75	물품별설정

[표 6] 구매자의 이슈에 선호도

이슈	CPU	메인 보드	모니터	사운드 카드	그래픽 카드	스피커
가중치	0.45	0.35	0.5	0.96	0.24	0.92
상한값	0.90	0.90	0.70	1	0.70	1
하한값	0.44	0.65	0.43	0.90	0.30	0.84
요구치	0.65	0.73	0.54	0.93	0.51	0.88
이슈	CD 롬	하드 디스크	배달 기간	구매일	가격	
가중치	0.3	0.78	0.2	0.56	0.73	
상한값	0.70	1	5	10	1,450,000	
하한값	0.2	0.71	0	0	1,100,000	
요구치	0.35	0.83	2	0	1,200,000	

### 6.1 협상의 수행과정

#### ① 가상점원의 제안

구매자의 이득	회사의 이득
0.81	0.89

CPU	메인 보드	모니터	사운드 카드	그래픽 카드	스피커
0.55	0.45	0.65	0.93	0.34	0.87
CD 롬	하드 디스크	배달 기간	구매일	가격	할인율
0.45	0.78	3	3	1,350,000	0.09

#### ② 구매자의 요구 수정

그래픽 카드와 메인보드의 경우 요구치에 너무 미달하는 결과가 나왔으므로 이를 수정하였다.

#### ③ 가상점원의 제안

구매자의 이득	회사의 이득
0.84	0.82

CPU	메인 보드	모니터	사운드 카드	그래픽 카드	스피커
0.55	0.60	0.65	0.93	0.71	0.87
CD 롬	하드 디스크	배달 기간	구매일	가격	할인율
0.35	0.78	3	3	1,400,000	0.09

#### ④ 구매자의 요구 수정

가격을 1,350,000으로 낮추는 것을 요구하였다.

#### ⑤ 가상점원의 제안

구매자의 이득	회사의 이득
0.82	0.88

CPU	메인 보드	모니터	사운드 카드	그래픽 카드	스피커
0.55	0.45	0.65	0.93	0.34	0.87
CD 롬	하드 디스크	배달 기간	구매일	가격	할인율
0.35	0.78	4	15	1,350,000	0.06

#### ⑥ 구매자가 요구조건을 수락

이상과 같이 여섯 차례의 제안과 요구조건 수정을 통해서 협상을 수행하였다. 또한 요구조건에 따라 적합한 제안을 제시하는지를 실험하였다. 할인율을 없이 하여 사용자의 이득을 최고로 높일 수 있는 제안과 게임이론을 이용하여 회사의 정책을 고려하여 협상의 균형을 제시하는 가상점원 시스템의 제안을 비교하였다. 회사와 구매자 이득은 5.3절의 이득 측정모델에 따라 측정하였다.

구매자의 이득	회사의 이득
0.91	0.72

위 결과 사용자의 선호도만을 고려하여 제안을 하였을 경우 회사의 (회사정책기준)이득이 0.72의 수준에 머물렀음을 알 수 있다. 같은 협상에 대해

가상점원은 구매자가 제안을 받아들일 수준 0.82에서 물품 제안한다. 이 경우 회사의 이득은 0.88로 올라간다. 이 시점에서 회사의 이득과 구매자의 이득이 이론상의 균형을 이루게 된다. 이로서 가상점원은 구매자의 이득을 적정 수준으로 유지시키면서 회사의 이득을 높일 수 있는 제안을 제시함을 보여준다. 또한 협상과정 ④에서 같은 조건에서 가격의 상한선을 135만원으로 낮출 것을 요구했을 때 현 시점에서는 제안 가능한 조립컴퓨터가 존재하지 않는다. 이에 대해 가상점원 에이전트는 시장 분석 에이전트의 가격 변동 정보를 기반으로 다음과 같은 대안을 제시하였다.

```
(appeal (if (issue (name buy_day)
                (value (>=15)))
          (then (issue (name total_price)
                    (value 1350000))
              )
```

제안의 내용은 구매일을 15일 후로 하면 135만원의 가격에 살 수 있음을 호소하고 있다. 이러한 대안을 제시함을 통하여 계약의 성사가능성을 높일 수 있고, 소비자의 이득과 회사의 이득을 보다 높이는 결과를 가져올 수 있다. 위의 실험을 통하여 가상점원을 통해 실제 협상이 수행이 진행되는 것을 보였다, 또한 가상점원 시스템이 회사의 정책과 이득을 반영하는 협상을 수행하는 것과 일반적으로 협상이 결렬되는 경우에 적절한 대안을 제시하여 회사의 이득을 높이도록 행동할 수 있음을 알 수 있었다.

## 7. 결론 및 향후 연구과제

더욱더 복잡해지고 다양해지는 전자상거래의 요구조건을 만족하기 위해서는 상충하는 요구조

건을 해결하여 더 나은 거래 수행할 수 있는 자동 협상구조의 지원이 필요하다. 본 연구에서는 가상점원과 구매자가 보다 효율적으로 협상을 수행할 수 있는 협상언어와 협상과정을 설계 구현하였으며, 게임이론을 이용하여 회사의 정책을 반영하여 효율적으로 구매자와 협상을 수행할 수 있는 협상의 의사결정 모델을 설계 구현하였다. 구현한 협상 언어를 통해 행동 유발 표현 등의 보다 복잡한 제안을 표현할 수 있음을 보였고, 게임이론을 적용한 협상모델이 회사의 이득을 보다 증대시키는 협상을 수행할 수 있음을 보였다. 또한 대안 제시 모듈을 통해서 협상의 성사 가능성을 높일 수 있음을 보였다. 이러한 시스템을 전자상거래에 도입함으로써 회사는 회사 이득을 보다 증대시킬 수 있고, 고객과 1:1 마케팅을 수행할 수 있으며, 회사의 정책과 전략을 즉각적으로 판매에 적용하여 통합적인 회사의 마케팅을 가능하게 할 수 있다. 또한 구매자는 구매자의 요구 조건을 보다 다양하게 표현하여 구매자의 요구조건에 맞는 물품을 구매할 수 있는 협상을 수행할 수 있다. 그리고, 본 연구를 데이터마이닝에서 연구된 구매자의 특성 추출 방법 등의 기술과 접목을 시키면 보다 효율적인 시스템을 구축할 수 있을 것으로 보인다.

향후, 본 연구에서는 보다 효과적인 협상을 위해 가상점원의 협상모델을 게임이론에 따른 수치적 계산으로 얻어지는 균형뿐 아니라, 합의까지의 평균 협상 횟수, 제안의 제시 패턴 등 구매자의 협상 형태 정보를 이용하여 의사결정을 보다 효과적으로 수행할 수 있는 모델로 수정해 나갈 계획이다.

## 감사의 글

이 논문은 1997년 한국학술진흥재단의 공모과

제 연구비에 의하여 연구되었음.

## 참 고 문 헌

- Anthony Chavez, Pattie 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, April 1996. Anthony
- 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) 167-182, Rhode Island, USA.
- Ernest J. Friedman-Hill, "Jess, The Java Expert System Shell", <http://herzberg.ca.sandia.gov/jess>.
- Fischer K., Müller J. p., Heiming L, Scheer A.W. 1996, "Intelligent Agents in Virtual Enterprises", Proc. of PAAM'96, London, pp.205-233.
- IBM yamato lab, "Java based KQML API", <http://www.alphaworks.ibm.com/formula/jkqml>
- Handbook of Game Theory with Economic Application Vol 1. CH 7 Noncooperative Models of Bargaining, Elsevier Science Publisher.
- 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.
- J. W. Breslin, J. Z. Rubin, Negotiation Theory and Practice, Program on Negotiation at Harvard Law School, 1993
- N. N. Vorob'ev, S. Kotz, Game Theory : Lecture for Economists and Systems Scientists, Springer-Verlag, 1977
- P. Noriega and C. Sierra. Towards layered dialogical agents. In Proceeding of the ECAI'96 Workshop Agents Theories, Architectures and Language, ATAL'96, number 1193 in LNAI, page 157-171, 1996
- Reid G. Smith, The Contract Net Protocol : High-Level Communication and Control in a Distributed Problem Solver, IEEE Transaction on Computer, Vol C-29, No.12, December 1980.
- Von Neumann, Morgenstern. Theory of Games and Economic Behavior, Princeton University Press 2nd Edition 1947
- Thomas R. Gruber. Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing. International Workshop on Formal Ontology, March, 1993 Padova, Italy
- T. Finin, J. Weber, and et al, "Specification of the KQML Agent-Communication Language", 1994.