

강화 학습을 이용한 전자 상거래 에이전트

(e-commerce Agents using Reinforcement Learning)

윤지현[†] 김일곤^{**}
(Yun Ji-hyun) (Kim Il-kon)

요약 에이전트는 동적인 환경과 상호 작용하고 자치성을 추구하기 때문에 전자상거래 적용 분야로 적합하다. 본 논문은 강화 학습을 이용한 전자상거래 에이전트를 제안한다. 에이전트가 지능적인 특성을 가지고 사람을 대신하여 전자상거래에서 거래의 실질적 객체로써 거래를 담당하도록 하기 위해 강화학습 알고리즘을 적용하였다. 이러한 접근방식의 타당성을 입증하기 위해 본 논문에서는 구매 에이전트와 판매 에이전트로 구분하고, 학습과 통신의 정도에 따라 단계적 특성을 부여하여 에이전트 프레임워크를 구현하였고 그 결과를 보인다. 본 논문은 학습 알고리즘에 기초한 전자상거래 에이전트의 디자인을 보이고, 이 에이전트들은 실제 전자상거래에서 거래 처리 역할의 가능성이 충분함을 보인다.

키워드: 전자상거래, 학습 에이전트, 에이전트 시스템, 에이전트 통신 언어, xml

Abstract Agents are well fitted to e-commerce applicable area because they pursuit an autonomy and interact with dynamic environment. In this paper we propose an e-commerce agents using reinforcement learning. We modify a reinforcement learning algorithm for agents to have an intelligent feature and to make a transaction as practical business body in behalf of a person. To show the validity of this approach, we classify agents into buying agents and selling agents, give characters of level according to the degree of learning and communication. Finally we implement an e-commerce framework and show the result. In this paper we show a design of e-commerce agents which is based on the proposed learning algorithm and present that the agents have enough possibility of doing a transaction in practical e-commerce.

Key words: E-commerce, Learning Agent, Agent System, Agent Communication Language, xml

1. 서론

온라인 쇼핑몰을 이용하여 물품을 구매하려는 시도가 점점 증가하고 있고 이와 더불어 온라인 쇼핑몰의 수도 상당히 증가하고 있다. 고객의 입장에서는 온라인 쇼핑몰의 수가 늘어날수록 가격이나 품질 만족도가 높은 상품을 선택할 기회가 많아지지만 상품 탐색을 위해 더 많은 시간을 투자해야한다는 것은 큰 문제점이다. 따라서 본 논문은 사람이 직접 전자상거래에 참여하지 않고 에이전트가 사람을 대신하여 물건을 판매하고 구매하는 시스템 개발을 목표로 연구되었다.

지능형 에이전트[1]는 인터넷의 정보 과충에 따른 문

제점을 해결하기 위한 방법의 하나로 사용되었다. 최초의 전자 상거래 에이전트(Bargain Finder, Jango)는 가격을 비교하여 제시하는 기능을 가졌고, 이후의 상품과 판매자 정보 탐색을 위한 에이전트로는 Mysimon.com, AuctionWatch.com, Shopbinder.co.kr가 있다. 한편 이와는 다른 기능을 가진 에이전트로 불필요한 광고 메시지 필터링 에이전트(Adsubtract.com), 이벤트 공지 및 푸시 기능의 에이전트(Digitalimpact.com), 추천 에이전트(Personalogic.com, Technoagent.co.kr, My.yahoo.com)가 있으며 입찰, 협상 등의 의사 결정을 지원하는 에이전트(AuctionBot, eMediator)가 있다.

위와 같이 전자 상거래를 위한 에이전트는 기능이 세분화된 전문적인 특성을 지닌 에이전트로 발전하여 한 가지 기능을 전담하는 형태를 띄고 있다.

그러나 전자 상거래의 진보된 형태[2]는 e-Business 자동화와 에이전트 기술의 발전에 따라 자치성을 가진 에이전트가 거래의 객체가 이루어 구매와 판매를 전담

[†] 학생회원 : 경북대학교 컴퓨터학과
yjh9626@cs.knu.ac.kr

^{**} 종신회원 : 경북대학교 컴퓨터학과 교수
ikkim@knu.ac.kr
논문접수 : 2002년 5월 15일
심사완료 : 2003년 3월 11일

하는 것이다. 앞에서 살펴본 전자 상거래 에이전트들은 단일한 기능에만 초점을 두고 있으므로 에이전트의 자치적 거래를 기대하기는 어렵다.

따라서 본 논문은 기존의 에이전트의 특성을 분석하고 특성별로 분류한 후 단일 기능들을 통합한 복합적 기능을 가진 보다 자치적인 에이전트를 설계하여 거래를 위임하고자 한다. 기존에 개발된 에이전트를 큰 특성별로 분류하여 다음과 같이 정리하였다.

첫째, 고객의 욕구 파악을 지원하기 위한 에이전트이다. 이 에이전트는 판매자 에이전트에 해당하며, 판매측의 물품 정보를 구매측에게 광고함으로써 구매자의 선택 결정을 돕는다.

둘째, 상품 정보 탐색 에이전트이다. 이 에이전트는 구매자 에이전트에 해당하며 판매측의 물품 정보를 수집하고 분석하여 사용자에게 전달하는 목적을 가진다.

셋째, 협상 에이전트이다. 이 에이전트는 구매자와 판매자간의 거래를 돕고 가격 협상, 흥정을 한다.

본 논문에서는 세 가지 특성을 가지면서 전자상거래를 위임하는 기능을 가진 판매 에이전트와 구매 에이전트를 구성하고, 각 에이전트는 서로의 모델을 학습하여 선택과 의사 결정을 지원하도록 하기 위해 강화학습을 적용한 알고리즘을 개발하였다. 이 알고리즘을 이용하여 판매 에이전트와 구매 에이전트는 실제의 전자 상거래의 객체로써 사람을 대신하여 거래를 담당한다. 본 논문에서는 전자상거래의 에이전트의 특성에 따라 적용된 강화학습 알고리즘을 이용하는 구매와 판매 에이전트를 구성하였다. 또 각 에이전트에는 단계를 두어 단계가 높을수록 학습과 통신 수준이 높게 하였다. 본 논문에서는 이러한 에이전트들이 전자 상거래를 위임하여 거래를 행하는 전자상거래 프레임워크를 설계하고 구현하였다. 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에는 배경 지식을 설명하고 3장에는 학습 에이전트를 이용한 전자 상거래 프레임워크를 제시하며 4장은 구현 및 결과, 5장은 결론을 맺는다.

2. 강화 학습과 에이전트 통신

본 논문은 지능적인 전자상거래 에이전트 개발을 위해 강화학습의 Q-학습 기법을 도입한다. 멀티에이전트 환경에서 구매 에이전트와 판매 에이전트는 통신을 통해 구매, 판매, 광고, 협상을 하고 서로의 특성을 학습한다.

본 장에서는 논문의 이론적 배경 지식인 강화학습 기법과 에이전트 통신, 계약망 프로토콜을 설명한다.

2.1 강화 학습

학습과 지능은 밀접한 관계가 있다. 일반적으로 학습 능력을 가진 시스템을 지능형 시스템이라 칭하고 반대로 지능을 가진 시스템은 학습 능력을 요구한다[3]. 기계학습은 구조를 조직화하여 기능적 행동 단위로 동작하는 멀티 에이전트 시스템과 결합하여 분산된 일을 지능적으로 처리하기에 적합하다. 강화학습은 주어진 환경과 상호 작용하여 학습하고 지연되는 보상이 있으며 시도와 오류의 특성을 가진다[4]. 즉 강화 학습은 환경과 작용하여 피드백받고 다음단계로 상태를 전이하는 특성을 가지며 알고리즘의 동적 문제 해결, 로봇의 행동 학습, 규칙 기반 시스템 개발에 적합하다.

전자상거래 에이전트는 사용자의 욕구를 탐색하고 파악하여 사람을 대신하여 거래하기 위해서는 현재 상태에서 가장 최선의 것을 선택하여 실행하고 그 결과를 반영함으로써 시간이 경과함에 따라 점점 더 사용자의 욕구에 근접하도록 학습이 진행되어야 한다. 전자상거래 에이전트는 인터넷 환경의 많은 정보 중에서 사용자의 욕구에 맞는 정보를 추출해야한다는 특성을 가진다. 따라서 동적인 환경에서 시간의 변이에 따라 최적의 정책을 선택하기에 적합한 알고리즘을 적용해야 한다. 본 논문은 강화학습에서 Q-학습을 적용한다. Q-학습은 시간의 경과에 따라 보상이 최대화되는 정책의 개발[5]에 효과적이다. $Q_t(s_t, a_t)$ 를 시각 t의 상태 s에서 a를 취했을 때 최소 추정 비용으로 두면, a행동을 취하고 시각 t+1이 되었을 때의 Q값의 변경은 다음과 같다[6].

$$Q_{t+1}(s_t, a_t) = [1 - \alpha(s_t, a_t)]Q_t(s_t, a_t) + \alpha(s_t, a_t) [c_{s_t}(a_t) + \gamma V_t(s_{t+1})] \quad (1)$$

(단, $\alpha(s_t, a_t) \rightarrow [0, 1]$: learning rate)

이러한 Q-학습에서 학습 과정은 현재 상태에서 가장 좋은 결과가 유도될만한 방법을 선택하고 사용자에게 결과를 보인 후 피드백을 받아 진행이 된다. 일반적으로 구매 및 판매의 결정에 있어서 거래자는 기존의 거래 방식을 염두에 두고 있고 과거의 경험과 현재의 조건을 바탕으로 최적의 조건을 가진 거래자와 거래하기를 원한다. 또한 거래 후에는 피드백을 통해 현재의 거래에 대한 만족도를 재고하여 다음번 거래에 참고하기를 원한다. 따라서 이러한 방식은 Q-학습의 학습 과정과 방식이 유사하므로 전자상거래에서 에이전트의 결정 선택에 적용하여 각 에이전트가 서로의 특성을 학습하고 모델링하는데 적합하다.

2.2 에이전트 계약망 프로토콜

상호 운용을 위해 개발자와 사용자를 위한 독립적인 에이전트 통신 언어(Agent Communication Language: ACL)가 필요하다. 지능형 에이전트 개발을 위해 조성된 국제 표준 기구인 FIPA(Foundation for Intelligent Physical Agents)[7]는 멀티에이전트 플랫폼 개발, 언어 및 통신 규약의 표준을 제시한다. 본 논문은 표준 플랫폼과의 호환 및 확장성을 위해 FIPA 표준 규약을 따른 FIPA Iterated Contract Net Interaction Protocol을 협상 프로토콜로 이용한다. 본래의 계약망 프로토콜(Contract Net Protocol)에서 임의의 에이전트는 관리자의 역할을 한다. 관리자는 하나 이상의 에이전트가 업무 수행에 참여하여 최적화된 기능을 수행하기를 기대한다. 이러한 특성은 분산화된 에이전트가 일을 나누어 가지며 최적화된 작업을 수행하는데 적합하고, 가격 경쟁에 이용한다. 관리자는 어떤 에이전트로부터 업무 수행에 관한 proposal을 받으면, 그 업무를 실행하기 위한 조건을 call for proposal에 제기함으로써 계약 프로토콜을 시작한다. call for proposal을 받는 다수의 에이전트들은 잠재적 계약자로 간주되므로, proposal을 할 수 있고 refuse할 수 있다. proposal에는 가격, 시간제한과 같은 업무 실행의 전제조건이 있다. 관리자는 proposal들을 받고 시간 한계가 지나면 평가를 거친 후 업무를 실행할 에이전트를 선택한다. proposal이 선택된 에이전트에게 accept-propose를 준다. proposal은 계약을 의미하므로 관리자가 proposal을 받고 accept하게 되면 업무를 수행하기로 계약한 에이전트는 업무를 완수할 의무가 있다. 에이전트는 inform을 보내어 계약을 확인하면서 계약망 프로토콜을 종료한다. 그러나, 입찰(bidding)의 경우에는 한 번의 accept나 reject로 끝나지 않고 여러 번의 call for proposal이 필요하기 때문에 관리자는 두 번 이상의 cfp(call for proposal)를 요청할 필요성이 있다. FIPA Iterated Contract Net Interaction Protocol은 한 번의 cfp로써 협상을 종결하는 Contract Net Protocol 과는 달리 다수의 cfp 요청을 허락하기 때문에 가격협상에 적용 가능하므로 본 논문의 프레임워크에서는 이 프로토콜로 가격을 협상을 한다.

3. 학습 에이전트를 이용한 전자 상거래 에이전트 설계

본 논문은 전자 상거래 특성에 맞춘 학습 알고리즘을 개발하고 구매 에이전트와 판매 에이전트에 적용한 전자 상거래 프레임워크를 제시한다. 각 에이전트는 광고,

협상, 학습 기능을 가진다. 그러나 확일적이지 않고, 약간의 서로 다른 특징을 가진 에이전트 사회환경(agent society)을 구성하기 위해 에이전트의 능력에 세 가지로 구분한 단계를 둔다. 각 에이전트는 2장에서 설명한 학습 알고리즘과 협상 프로토콜을 바탕으로 학습하고 통신한다.

3.1 단계별 에이전트

거래의 객체는 판매 에이전트와 구매 에이전트이다. 판매 에이전트는 인터넷 쇼핑몰에서 판매자를 대신하여 가격 정보를 제공하고, 광고를 하며, 협상하는 기능을 가진 에이전트이고 구매 에이전트는 구매자를 대신하여 판매 에이전트와의 통신으로 가격 정보를 수집하고 통신하며 협상하는 에이전트이다.

본 논문은 학습과 통신의 수준에 따라 에이전트를 다음과 같은 특성에 따라 단계별로 구분한다.

가. 0-단계 에이전트

- 학습 기능이 없다.
- 통신을 하지 않는다.

나. 1-단계 에이전트

- 피드백을 통한 강화 학습을 한다.
- 학습을 통한 지식은 다음의 거래에 이용한다.
- 구매 에이전트는 학습을 통해 축적된 지식을 이용하여 가장 적합한 판매 에이전트를 선정하고, 필요한 상품을 광고 메일로 보낸다.
- 판매 에이전트는 학습을 통해 축적된 지식을 이용하여 비슷한 카테고리의 물품에 대한 새로운 정보, 유용한 정보를 광고 메일로 보낸다.
- 에이전트는 가격을 묻고 답하는 소극적인 통신을 한다.

다. 2-단계 에이전트

- 피드백을 통한 강화 학습을 한다.
- 학습을 통한 지식은 다음의 거래에 이용한다.
- 구매 에이전트는 학습을 통해 축적된 지식을 이용하여 가장 적합한 판매 에이전트를 선정하고, 필요한 상품을 광고 메일로 보낸다.
- 판매 에이전트는 학습을 통해 축적된 지식을 이용하여 비슷한 카테고리의 물품에 대한 새로운 정보, 유용한 정보를 광고 메일로 보낸다.
- 에이전트는 가격 협상 기능이 있다.

그림 1은 단계별로 구분된 에이전트를 종합하여 나타낸다.

3.2 에이전트의 학습 알고리즘

3.2.1 구매 에이전트

전자 상거래 각 주체마다 수행하는 업무를 정의, 분류

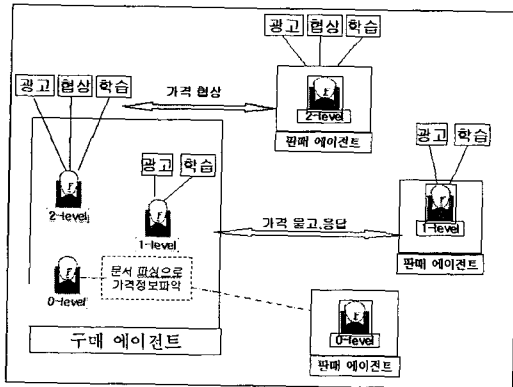


그림 1 단계별 에이전트

함으로써 에이전트가 수행할 업무를 분류할 수 있다. 고객의 관점에서 구매 행위를 순서대로 나타내면 다음과 같다[8].

- 1) 욕구의 파악
- 2) 상품 탐색
- 3) 판매자 탐색
- 4) 협상
- 5) 구매와 상품 수령
- 6) 애프터서비스와 평가

이 단계에서 구매 에이전트가 구매자를 대행하는 실질적인 단계는 3)과 4)이고 이 부분에 학습 알고리즘을 적용한다. 구매 에이전트가 가지는 전제조건으로써 상태(state)는 사용자의 쇼핑물 url입력이고 행동(action)은 쇼핑물 가격 탐색, 목표(goal)는 최적의 가격을 제시하는 쇼핑물 제시이며 보상(reward)은 구매자의 피드백이다. 구매 에이전트는 물건 가격(p)과 기존의 서비스 만족도(svc) 및 단골 쇼핑물 여부(c)를 판단하기 위한 평가함수(V)를 통해 값이 최대가 되는 쇼핑물을 선택하고 결과를 반영한다.

식 (1)에서 구매 에이전트는 다음 시행 이전에는 상태의 전이가 없으므로 t 시간에서의 상태를 고려한다. 각 상태($s_t = (p_t, svc_t, c_t)$)에서 행동을 선택한 결과 비용은 보상(reward)이 되므로 식을 재구성하면 식 (2)와 같다.

$$Q_{t+1}(s_t) = [1 - \alpha]Q_t(s_t) + \alpha[R + V_t(s_t)] \quad (2)$$

(단, R :보상, $V(a)$:평가함수)

t 시간에서 에이전트는 사용자가 입력하는 각 쇼핑물에 대해 일반적인 상품 선택의 기준이 되는 낮은 물건 가격 제시(p), 기존의 높은 서비스 만족도(svc), 단골관계(c)의 특성을 Q-table에 입력한다. 입력값을 토대로 평

가함수가 최대가 되는 Q' 를 탐색하여 구매자에게 결과를 제시한다. 그 결과와 사용자의 피드백 결과값을 Q-table에 적용하여 갱신함으로써 $t+1$ 시간에 Q' 의 선택에 이용한다. 평가함수 $V(p, svc, c) = \sqrt{\alpha p^2 + \beta svc^2 + \gamma c^2}$ ($\alpha + \beta + \gamma = 1$) 에서 α, β, γ 는 learning rate로써 각각은 0과 1사이의 범위에서 사용자의 선택에 의해 다음과 같이 1차 조정하고,

$$\alpha' = \alpha + \eta \cdot 1$$

$$\beta' = \beta + \eta \cdot 1$$

$$\gamma' = \gamma + \eta \cdot 1$$

변화된 값은 아래의 정규화에 의해 새로운 α', β', γ' 값으로 2차 조정된 이후 적용한다.

$$\omega'_i = \frac{\omega_i}{\omega_1 + \omega_2 + \omega_3} \quad (\omega_1 = \alpha, \omega_2 = \beta, \omega_3 = \gamma)$$

본 논문에서는 사용자가 (가격만족도, 단골정도, 서비스만족도) 에서 학습 정도를 향상시키기를 원하는 항목에 대해 본래 값의 1/3을 (예, $\eta = \alpha \cdot \frac{1}{3}$) 가산하는 것으로 한다.

따라서 시간의 변화에 따라 사용자가 원하는 항목에 대해 학습이 이루어지므로, 만약 사용자가 오직 가격 만족도에 대한 학습을 원하는 경우 α 는 1로 수렴하게 되고, 나머지 β, γ 는 0으로 수렴한다.

사용자는 쇼핑물에서 물건을 구매하고 서비스의 만족도에 대해 구매 에이전트에게 피드백 한다면 구매 에이전트는 나머지 값을 갱신하고 보상을 반영한다.

3.2.2 판매 에이전트의 학습 알고리즘

구매와 상응하여 판매 행위를 여섯 단계로 구분하면 다음과 같다.

- 1) 고객의 방문
- 2) 가격 정보 제공
- 3) 협상
- 4) 고객 기호도 평가
- 5) 재고 검색, 배달
- 6) 애프터서비스

위 여섯 단계에서 판매 에이전트가 판매를 대행을 담당하는 항목은 2)와 3)이며 이 부분에 학습 알고리즘을 적용한다.

판매 에이전트는 쇼핑물에서 사람을 대신하여 판매를 담당하는 에이전트이다. 따라서 판매 에이전트는 각 고객이 구매한 물건가 총액(P), 신용도(T), 단골 관계(C)를 파악할 필요가 있다. 판매 에이전트의 평가함수는 $V(P, T, C) = \sqrt{\alpha P^2 + \beta T^2 + \gamma C^2}$ (단, $\alpha + \beta + \gamma = 1$)이다. 이 식에서 α, β, γ 는 learning rate로써 각각은 0과 1사

이의 범위에서 판매자의 선택에 의해 다음과 같이 1차 조정하고,

$$\begin{aligned} \alpha' &= \alpha + \eta \cdot 1 \\ \beta' &= \beta + \eta \cdot 1 \\ \gamma' &= \gamma + \eta \cdot 1 \end{aligned}$$

변화된 값은 아래의 정규화에 의해 새로운 α', β', γ' 값으로 2차 조정된 이후 적용한다.

$$\omega'_i = \frac{\omega_i}{\omega_1 + \omega_2 + \omega_3} \quad (\omega_1 = \alpha, \omega_2 = \beta, \omega_3 = \gamma)$$

본 논문에서는 사용자가 (구매 가격만족도, 단골정도, 신용도 만족도)에서 학습 정도를 향상시키기 원하는 항목에 대해 본래 값의 1/3을 (예, $\eta = \alpha \cdot \frac{1}{3}$) 가산하는 것으로 한다.

따라서 시간의 변화에 따라 사용자가 원하는 항목에 대해 학습이 이루어지므로, 만약 사용자가 오직 가격 만족도에 대한 학습을 원하는 경우 α 는 1로 수렴하게 되고, 나머지 β, γ 는 0으로 수렴한다. 상품 판매 후 나머지 값을 개선하고 판매자 피드백에 의해 Trust를 수정한다. 이러한 과정을 통해 판매 에이전트는 우수 고객과 불량 고객을 분별할 수 있고 고객의 물품 구매 성향을 파악할 수 있다.

3.3 에이전트의 협상 프로토콜

협상을 위한 프로토콜로써 FIPA Iterated Contract Net Protocol의 Initiator와 Participant간의 통신에 표 1의 communication act(CA)를 사용한다[9][10].

구매와 판매는 웹에서 진행되기 때문에, 인터넷 환경의 지식 표현에 적합한 마크업 언어인 xml로 인코딩하고 http로 전송한다. 프로토콜의 형식 모델(Formal

표 2 Call For Proposal

```
<cfp>
  <sender>
    <agent_id>yunji@hymn.knu.ac.kr</agent_id>
  </sender>
  <receiver>
    <agent_id>ShopBot@giant.knu.ac.kr</agent_id>
  </receiver>
  <content>
    <action>
      <agent_id>ShopBot@giant.knu.ac.kr</agent_id>
      <sell>
        <product> apple </product>
        <quantity> 1box </quantity>
      </sell>
    </action>
  </content>
  <ontology> fruit_market </ontology>
</cfp>
```

Model)은 유지하고 형태만 xml로 변환한다. 가격 협상은 구매자가 판매자에게 cfp하는 것으로 시작한다. 즉 구매 에이전트가 Initiator가 되고 판매 에이전트가 Participant이다.

표 2는 구매에이전트가 판매 에이전트에게 사과 1상자를 판매할 것을 제안하는 cfp이다. 판매를 승낙하는 경우 propose를 리턴하고 그렇지 않으면 refuse에 이유를 제시하여 보낸다. 거절의 경우 구매 에이전트는 거래를 종료할 수도 있고 새로운 가격을 판매자에게 제시할 수 있다. 본 논문에서는 새로운 가격 제시를 3번으로 제

표 1 에이전트 협상 프로토콜을 위한 CA

CA	기 능
cfp (call for proposal)	일반적 협상 프로세스를 초기화한다. ffp를 받은 에이전트는 refuse, not-understood, propose 가운데 하나를 취한다.
refuse	주어지는 action을 거절하고 설명한다.
not-understood	sender는 receiver가 action 수행에 관한 사실 (fact)을 이미 알고 있다고 가정하고 cfp한다. 그러나 receiver가 fact에 관해 모르고 있어서 그 메시지를 이해할 수 없는 경우에 receiver는 not-understood를 보낸다.
propose	cfp에 대한 응답으로, action의 전제(precondition)를 포함하여 proposal을 제출한다. propose를 받는 에이전트는 reject-proposal, accept-proposal 가운데 하나의 CA를 보낸다.
reject-proposal	propose를 거절한다.
accept-proposal	propose를 수락한다. accept-proposal을 받는 에이전트는 inform, failure 중 하나의 CA를 보낸다.
inform	sender는 참으로 믿고 있는 position에 대해 receiver역시 참으로 믿기를 의도하고 inform을 보낸다.
failure	제안에 관해 어떤 action을 시도하였으나 실패했을 경우 전송한다.

한하였다.

3.4 에이전트간 통신

xml 문서를 http request로 전송하고 response를 받으며 xml문서 파싱을 위해 Microsoft의 xmlhttp 오브젝트를 사용한다[11][12]. COM 객체를 초기화하고 connect할 http 서버를 open한다. xml 메시지를 send하고 결과 xml 메시지를 리턴받는다.

구매 에이전트는 IXMLHTTPRequest를 생성하고 xml로 ACL을 인코딩하여 cfp를 구성하고, 서버측 ASP로 Request를 보내기 위해 사이트 주소를 open하고, POST하여 전송한다. 서버측의 응답이 오면 할당된 변수에 저장한다. 저장된 변수는 xml DOM 파서를 이용하여 분석한다.

구매 에이전트가 메시지를 전송하면 서버는 Request를 xml DOM 파서에 올리고 문서를 파싱한다. 노드 타입을 분석하여 어떤 ACL인지 파악한다. 각 메시지 타입에 따라 정해진 방식으로 동작을 수행한다. 탐색하는 상품 가격을 내부적으로 찾고 결과 파일을 xml 문서로 만든다. 결과 파일을 response에 Write한다.

4. 결과 및 분석

가상의 쇼핑물 4개를 두고 각각에 판매 에이전트를 둔다. 2개의 에이전트는 1단계 에이전트이고 나머지 2개의 에이전트는 2단계 에이전트로 구성한다.

그림 2는 구매 에이전트의 인터페이스이다. 구매 에이전트는 모든 단계별 판매 에이전트에 대응할 수 있도록 하였고, 사용자가 원하는 쇼핑물의 URL과 상품, 희망가격을 입력하면 구매 에이전트는 각 사이트의 판매 에이전트와 통신하여 정보를 수집하고 가장 저렴한 가격의

사이트를 보여준다.

그림 3은 사용자 피드백 인터페이스이다. 구매자는 상품을 수령하고 서비스의 만족도를 5단계 중 하나를 선택하여 피드백한다. 이러한 피드백 결과는 저장되어 구매 에이전트의 다음 구매 결정시 기존의 쇼핑물의 이용에 참고한다. 본 실험에서는 특정 구매 에이전트가 특정 쇼핑물의 이용 횟수가 높을수록 다음번 구매에서 선택될 가능성이 높도록 하였다. 주로 실생활에서의 구매자는 단골 판매자로부터 물품을 구매하고자하는 성향이 있고 판매자 역시 단골 고객에게는 가격 흥정 폭을 넓히는 경향이 있기 때문에 이를 반영하였다.

표 3은 시뮬레이션 결과를 보여준다. 학습 비율 α, β, γ 의 초기값을 각각 1/3로 두고, 가격의 만족도에 대해서 학습을 하였고, 횟수를 거듭하면서 값이 조정된다. 10회 반복 실행에 대해 매 회수마다 쇼핑물 에이전트는 최적의 쇼핑물을 선택하여 제시하고, 사용자의 피드백을 받는다.

횟수를 거듭할수록 가격 만족도의 learning rate α 의 값은 점차 증가하고 β 와 γ 의 값은 0으로 수렴하여 가격의 만족도가 높은 쇼핑물만을 선택한다. 이러한 경험에 비추어 쇼핑물 B의 만족도가 높기 때문에 가격이 동일한 6회와 10회 구매에서 이전의 경험을 바탕으로 B를 선택하게 된다.

그림 4는 실험에 따른 학습율의 변화를 보인다. 즉 구매자의 기호도에 따라 학습율이 동적으로 변화되어 구매자의 요구를 충족시키는 방향으로 학습이 이루어진다.

본 논문의 시스템은 클라이언트 프로그램을 별도로 설치하여 실행한다는 점이 현재의 모든 쇼핑물과 호환되지 않는 단점이 있다. 그러나 한번의 구매 경험은 다

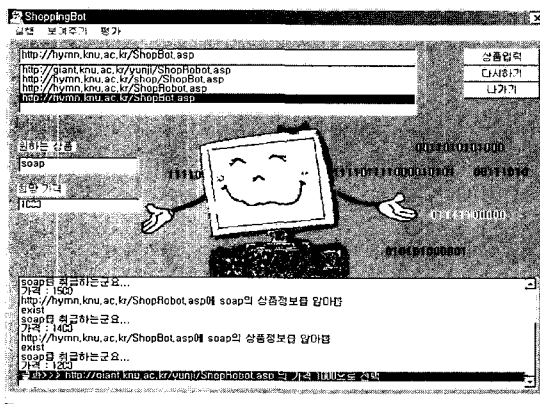


그림 2 사용자 인터페이스

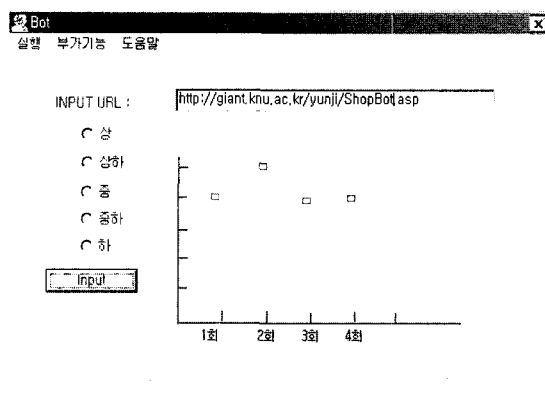


그림 3 피드백 입력

표 3 실험 결과

	1회	2회	3회	4회	5회	6회	7회	8회	9회	10회
A	1200	1300	1300	1300	1400	1300	1400	1200	1300	1200
	o 0.8	x -	x -	x -	x -	x -	x -	o 0.7	x -	x -
B	1300	1200	1200	1300	1300	1200	1200	1300	1200	1200
	x -	o 0.9	o 0.9	x -	x -	o 0.8	o 0.9	x -	o 0.8	o 0.9
C	1400	1400	1200	1200	1200	1200	1300	1400	1300	1200
	x -	x -	x -	o 0.8	o 0.7	x -	x -	x -	x -	x -
D	1500	1500	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1200
	x -	x -	x -	x -	x -	x -	x -	x -	x -	x -
α	0.33	0.4	0.47	0.63	0.7	0.75	0.8	0.85	0.92	0.97
β	0.33	0.3	0.265	0.18	0.15	0.125	0.1	0.075	0.04	0.015
γ	0.33	0.3	0.265	0.18	0.15	0.125	0.1	0.075	0.04	0.015

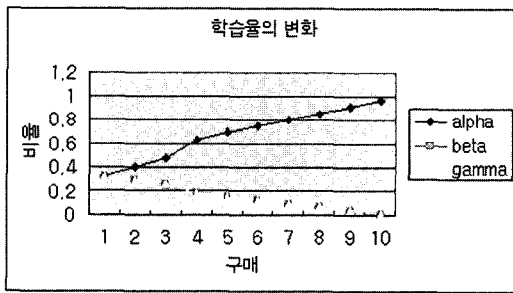


그림 4 실험에 따른 학습율의 변화

음 구매의 변수로 작용한다는 점이 다른 시스템과의 가장 큰 차이점이라고 본다. 현실 생활에서 단골 구매 고객이 되듯이 피드백을 통한 평가와 비교 탐색을 통해 인터넷 쇼핑몰에서도 거래 대행 에이전트간의 단골 지정 가능성이 충분히 있다. 이것은 현재 인터넷 쇼핑몰의 할인 가격 정책에서 서비스 개선과 품질 만족도를 높이려는 노력으로 이어질 것이고 앞으로 전자 상거래의 활성화에 큰 도움이 된다.

5. 결론

본 논문은 전자상거래 에이전트 학습 알고리즘을 개발하고 적용함으로써 지능형 에이전트가 전자상거래에서 사람을 대신하여 구매와 판매하는 프레임워크를 설계하고 실제 동작하는 과정과 모습을 보인다. 에이전트가 지능적인 특성을 잘 갖추면 전자상거래에서 에이전트의 활용도는 매우 높다.

본 논문은 현재 전자상거래 에이전트가 실제 사람의

구매 특성과 경제 원리를 가지고 있지 않다는 점을 파악하고 이러한 문제점을 개선하기 위한 방법으로 학습 기법을 적용하였다. 에이전트간 통신 언어를 xml로 코딩하여 http 전송 방식을 통해 쇼핑몰의 에이전트와 고객측의 에이전트가 서로 통신하고 거래하였다. 에이전트의 가격 협상 프로토콜로써 FIPA 표준을 채택하였으므로 표준 플랫폼에서의 동작이 가능하다.

에이전트가 전적으로 전자상거래를 위임받기 위해서는 각계의 비즈니스 표준안 관계자가 표준 온톨로지를 구성하여야 하고, 쇼핑몰 업계에서 판매 에이전트를 도입하여야 가능하다.

그러나 본 논문은 에이전트에게 구매와 판매를 효과적으로 위임하는 방법을 보임으로써 전자상거래에서 에이전트의 역할의 가능성이 충분함을 보이는 모델을 제시하였다.

참고 문헌

- [1] D. Jin and K. Lee, "Impacts and Limitations of Intelligent Agents in Electronic Commerce", First International Conference, Human Society@Internet 2001 Seoul, Korea, July 2001 Proceedings.
- [2] Hanson, J., "Cultivating the Agent Economy", Proceedings of the Fifth International Symposium on Autonomous Decentralized Systems(ISDAS-01), 2001.
- [3] Gerhard Weiss editors, Multiagent systems : a modern approach to distributed artificial intelligence. MIT Press, 2000, pp. 259-260.
- [4] Charles, L. I., and Christian, R. S., "A Social reinforcement learning agent", Proceedings of the fifth international conference on Autonomous agents, 2001.

- [5] Michael, N. H., and Munindar P. S., Readings In Agents, Morgan Kaufmann Publishers, Inc. San Francisco, California, 1998, p. 488.
- [6] Kevin, L. C., and John, S. B., "Task Decomposition and Dynamic Policy Merging in the Distributed Q-learning Classifier System", Proceedings of the 1997 IEEE International Symposium on Computational Intelligence in Robotics and Automation(CIRA '97)
- [7] <http://www.fipa.org>
- [8] Guttman, R., Moukas, A., and Maes, P., Agent-mediated Electronic Commerce: A Survey, Knowledge Engineering Review, June 1998.
- [9] www.fipa.org/specs/fipa00025/
- [10] www.fipa.org/specs/fipa00030/
- [11] Simon St.Laurent and Ethan Cerami, Building XML Applications, MacGraw-Hill, 1999.
- [12] Kennard Scribner, Mark C. Stiver, Understanding soap, Sams publishing, July 2000.



윤 지 현

2000년 경북대학교 컴퓨터학과 학사.
 2002년 경북대학교 컴퓨터학과 석사.
 2002년~현재 경북대학교 컴퓨터학과
 박사과정. 관심분야는 지능형 에이전트
 시스템, 의료정보학



김 일 곤

1991년 서울대학교 전산학과 박사학위
 취득. 1992년~현재 경북대학교 컴퓨터과
 학과 부교수로 근무. 1997년 3월부터
 1998년 8월까지 미국 조지타운대학교 병
 원 ISIS 연구소 방문 연구자. 관심분야는
 지능형 에이전트 시스템, 분산시스템, 의
 료정보학

료정보학