

멀티에이전트 기술의 실세계 시스템으로의 응용

성균관대학교 이은석*

● 목 차 ●

- | | |
|--------------------------|---------------------|
| 1. 서 론 | 4.1 전자상거래 시스템 개요 |
| 2. 에이전트의 종류와 분류 | 4.2 전자상거래 시스템 관련 연구 |
| 3. 멀티에이전트 시스템의 응용분야별 분류 | 4.3 ICOMA |
| 4. 멀티에이전트를 이용한 전자상거래 시스템 | 5. 결 론 |

1. 서 론

최근 국내외의 여러 분야의 많은 연구자들에 의해 멀티에이전트, 혹은 에이전트에 대한 관심이 높아져 가고 있다. 이는 그들의 시스템을 유연성과 적응성 등을 갖춘 지능형으로 발전시켜 나가는데 있어서 에이전트 기술이 중요한 역할을 할 것이라는 기대에 근거한 것으로 보인다. 에이전트 관련 국제학회가 연이어 만들어지고 논문지들 마다 에이전트를 특집호의 이슈로 하는 경우가 많아진 것도 이러한 관심과 기대를 반영하고 있는 것으로 생각된다. 에이전트 기술이 아직은 실세계 적용 가능성에 대해 구체적이고 명확한 그리고 긍정적인 결과를 충분히 제시하고 있지는 못하다. 그러나 그럼에도 불구하고 근년의 정보 통신 기술의 눈부신 발전에 의한 고도의 분산 컴퓨팅 환경과 그 속에서 발생하는 비정형적이고 고도의 처리 요구, 시시각각으로 변화하는 다량의 정보를 다루어야 하는 현실 상황 등에 있어서 단순히 종래의 정보처리 형태의 연장선상에서 상기와 같은 시스템에 대한 다양한 요구 변화에 적절한 대응책을 마련할 수 있을 것인가 하는 한계 의식과 새로운 정보처리 형태를 지향하는 도전 의식이 지금의 에이전트 붐의 중요한 원인으로 생각된다. 에이전트 붐의 또 하나의 중요한 측

면은 확대 일로에 있는 컴퓨터 사용목적과 사용자 층의 다양화에 있다. 종래의 시스템 중심이고 기능 중심의 컴퓨터 이용 환경에서 고도의 정보화 사회를 향한 폭 넓은 사용자 층에 의한 다양한 컴퓨터 이용을 효율적으로 지원하기 위한, 즉 차세대 컴퓨터 이용환경의 실현을 위한 방법론으로서 에이전트에 거는 기대가 그것이다.

이렇듯 새로운 정보 처리를 위한 패러다임으로서 또 차세대 컴퓨터 이용 환경의 실현을 위한 유효한 방법론으로서의 멀티에이전트 시스템의 연구는 비교적 새로운 연구 분야이지만 에이전트란 용어는 이미 종래의 인공지능 분야나 분산 문제 해결 시스템에서 그들 시스템의 구성 요소를 가리키는 표현으로 사용되어져 왔다. 따라서 그 의미하는 바가 다양하나 본 고에서 다루는 에이전트는 자율성, 사회성 등의 특성[8]을 갖고 외부 환경과의 상호 작용을 통하여 상황의 변화를 인식하고 다른 시스템 혹은 에이전트와 협력하면서 목표 지향적으로 문제를 해결해 나가는 시스템 혹은 그 서브 시스템으로 정의한다.

본 고에서는 범람하고 있는 에이전트 관련 표현들을 재조명하고, 에이전트 특히 멀티에이전트 기술을 이용한 응용 예들을 분류, 소개하는 것을 주된 목적으로 한다.

본 고는 다음의 내용으로 구성된다. 2장에서

*종신회원

는 기존의 에이전트들을 몇 가지 관점으로 분류하고, 3장에서는 현재까지의 멀티에이전트 시스템들을 응용 분야별로 분류한다. 4장에서는 최근에 그 중요도를 더해가고 있는 전자상거래 분야에서의 멀티에이전트 기술의 적용례에 대해서 설명한다. 5장은 결론과 앞으로의 연구과제에 대해서 기술한다.

2. 에이전트의 종류와 분류

에이전트는 적용 분야나 목적에 따라 소프트웨어 에이전트, 인텔리전트 에이전트, 인터페이스 에이전트, 퍼스널 에이전트, 네트워크 에이전트 등 그것을 표현하는 용어가 범람하고 있는 실정이고 이들간의 명확한 구별이나 정의를 위한 컨센서스를 얻기 위해서는 적지 않은 시간이 소요될 것으로 생각된다. 그러나 이들 여러 종류의 에이전트들은 관점에 따라 다음과 같은 몇 개의 군으로 나누어 생각할 수 있다[1].

(1) 기능적 관점

에이전트가 수행하는 기능이나 역할에 따른 분류로 아래와 같이 세분화 가능하다.

— 인터페이스 에이전트(Interface Agent, User Agent, Personal Agent)

전자메일 에이전트, 일정관리 에이전트, 전화 에이전트 등과 같이 사용자 개인의 프로파일이나 히스토리 등 개인 정보를 바탕으로 사용자와 컴퓨터 사이에서의 중개역을 담당하면서 사용자 적응형태의 업무 지원을 행하는 에이전트의 총칭이다.

— 소프트웨어 에이전트(Software Agent, Task Agent)

컴퓨터내의 소프트웨어 환경에서 동작하며 사용자의 업무를 대리 혹은 부분 지원하는 에이전트로 정보 검색 에이전트, 네트워크 관리 에이전트 등이 해당된다.

(2) 특성적 관점

[8]에서의 에이전트의 여러 특성중 특히 어떠한 성질에 주목하여 에이전트를 설계하는가에 따른 분류이다.

— 인텔리전트 에이전트(Intelligent Agent)

에이전트 내부에 문제 해결이나 학습을 가능하게 하는 메커니즘과 그를 위한 지식을 갖추

고 지적으로 행동하는 에이전트의 총칭.

— 협조 에이전트(Cooperative Agent)

서로 협조/협력하면서 복잡한 문제 해결을 위해 동작하는 에이전트의 총칭.

이외에도 자율성에 착목한 경우, 감성에 착목한 경우 각각 자율적 에이전트(Autonomous Agent), 감성적 에이전트(Emotional Agent)라고 부르기도 한다.

(3) 구조적 관점

에이전트의 업무 수행을 위한 지식 보유 여부에 따른 분류이다.

— 지식형 에이전트(Knowledge based Agent, Cognitive Agent)

필요한 지식과 놓여지는 환경에 대한 명시적인 표현과 지식 처리 기구를 갖추고 그를 이용한 상황 인식과 추론 등으로 문제를 해결하는 에이전트의 총칭으로 대부분의 에이전트가 여기에 해당된다.

— 반사형 에이전트(Reflexive Agent, Reactive Agent)

문제해결을 위한 명시적인 지식을 갖지 않고 외부환경의 변화에 대해서만 반응적으로 동작하는 에이전트이다.

대표적인 예로서, 단순한 구성의 로봇 에이전트에 적용된 포섭구조(subsumption architecture)[9]가 있다.

— 혼합형 에이전트(Hybrid Agent)

위의 두 에이전트의 특성을 혼합한 형태로 반사적 요소(Reflexive Component)와 인지적 요소(Cognitive Component)를 내부에 동시에 가지고 있는 Phoenix[10]가 잘 알려져 있다.

3. 멀티에이전트 시스템의 응용분야별 분류

멀티에이전트 시스템은 합리적으로 동작하는 복수의 에이전트가 전체의 균형을 유지하면서 각각의 목표를 달성하는 시스템으로 각 에이전트의 목표와 문제 해결 상황의 차이에 따라 합의(agreement), 교섭(negotiation), 설득(persuasion), 경쟁(competition) 등의 프로세스를 통해 문제 해결을 추구한다. 이 장에서는 멀티에이전트 기술이 어떠한 분야에서 어떻게 응용

되고 있는지 요약한다.

(가) 협조 문제 해결 분야

멀티에이전트 기술의 전통적인 응용분야로 종래의 분산 인공 지능(DAI)에 뿌리를 두고 있으며 복수의 에이전트가 개별적인 목표를 갖기보다는 공통의 목표를 갖는 경우를 상정하는 예가 많다. 주어진 문제의 분할 방법이나 협조 형태, 최종적으로 구하는 결과의 형태 등에 따라 아래와 같이 다시 세분화할 수 있다.

(1) 해석/인식 분야

이 분야에서는 여러 개의 에이전트가 독자적 견지에서 문제의 부분 해를 구하고 그 해를 각자의 중간 처리 결과로 서로 주고받으며 협조적으로 문제 해결을 수행한다(결과 공유(result sharing)형). 각 에이전트는 다른 에이전트에 의해 주어진 정보 혹은 자료를 이용하여 문제를 풀어 나가기 때문에 자료 구동(data driven)형 이라고도 한다. 이때, 에이전트들 간의 통신은 흑판(blackboard)[11]이라는 상호 참조 가능한 공유메모리를 이용하여 간접적으로 수행된다. 대표적인 적용례로서, 음성/화상 인식 시스템[12][13], 이동체 궤적 추적 시스템[14] 등이 있다.

연속 음성 인식 시스템인 Hearsay-II[12]는 1,000단어 이내의 연속해서 발화된 문을 90%의 정확성으로 인식해서 자연 언어의 문장을 생성하는 시스템이다. 여기서 서로 다른 역할을 담당하는 여섯 개의 에이전트(음소/세그먼트/파형/음절/단어/문장 레벨 에이전트)가 순서적으로 전 단계의 에이전트의 처리 결과(중간 가설)를 이용하여 다음 단계의 에이전트가 기동되어 문제를 해결하고 다음 단계로 정보를 제공한다. 예를 들어 단어 레벨 에이전트는 음절 레벨 에이전트의 처리 결과 자료를 이용해서 인식 단어의 후보를 생성하고 그것을 가설로서 흑판에 저장한다. 이것이 연속적으로 수행되어 최종적으로 하나의 문을 생성한다.

가환문제(commutative problem)를 다루게 되는 이 분야에서는 다수의 에이전트가 독립적으로 부분문제를 풀어도 자자 얻어진 중간결과를 서로 주고받음으로서 최종적으로 올바른 해에 도달한다는 긍정적인 결과를 보이고 있지만, 어떻게 하면 전체의 통신 양을 줄이고 전

체로서의 통일성을 유지하면서 효율 좋게 해에 도달할 것인가가 실세계 적용을 위해 풀어야 할 중요한 과제이다.

(2) 할당/분배 분야

대상으로 하는 문제(task)의 구조와 계층이 명시적으로 주어지는 경우, 즉 대상 문제가 몇 개의 부분 문제로 분할이 가능하여 각각이 여러 에이전트에 의해 독립적으로 처리될 수 있는 분야이다. 문제를 분할하여 에이전트들에 할당하고 나중에 결과들을 수집하는 형태로 태스크 공유(task sharing)형 혹은 목표 구동(goal driven)형이라 할 수 있다. 해석/인식 분야가 최종적으로 해가 하나인데 반해서 여러 개의 해가 존재할 수 있으며 따라서 에이전트 간의 통신을 위해서는 흑판모델이 아닌 계약네트(contract net)[15]를 사용하게 된다. 대표적인 적용례로서, 분산 감시 시스템[16], 네트워크 부하 분산 관리 시스템[17][18], 물류 관리 시스템[19] 등이 있다.

DSS(Distributed Sensing System)[16]는 어떤 지역에 분산 배치 되어있는 센서를 이용하여 그 지역을 이동하는 자동차의 종류의 식별과 감시를 하는 시스템으로 세 종류의 에이전트, 모니터/프로세서/센서 에이전트로 계층적으로 구성된다. 모니터 에이전트가 지역의 전체적인 감시를 하고자 할 때, 부분적인 구역에 따라 감시 태스크를 분할하고, 그 부분 태스크를 각 구역을 담당하는 여러 개의 프로세서 에이전트에 할당한다. 프로세서 에이전트는 할당된 감시 태스크를 수행하기 위해 자신의 구역에 배치되어 있는 센서 에이전트 군에 대해서 각각이 담당하는 영역의 신호 검출 태스크를 할당한다. 이러한 할당 작업은 계약 네트를 이용한 교섭 과정을 통해 이루어진다. 처리 결과는 상기의 태스크 계층을 역으로, 즉 하위 계층의 에이전트가 상위 계층의 에이전트에 처리 결과를 반송하고 상위 에이전트는 반송되어진 결과를 취합함으로써 전체적인 감시를 가능하게 한다. 이 분야는 태스크의 분할이 쉽고 상호 통신하는 에이전트군의 구성이 명확하다는 특징을 전제로 하고 있지만, 실세계 적용을 위해서는 시스템 전체로서의 대역적 제약(global constraints)을 만족하면서 다단계의 교섭

을 통한 입찰과 낙찰이 효율적으로 성립될 수 있는 방법론의 고안이 요구된다.

(나) 설계 분야

여러 사용자와 에이전트가 협조해서 설계 작업을 진행하는 협조 설계 또는 설계 지원을 하는 분야로 설계 대상에 따라 소프트웨어 설계와 시스템 설계로 나눌 수 있다.

(1) 소프트웨어 설계 분야

ARPA의 지식 공유 및 재 이용에 관한 연구 프로젝트 속에는 에이전트의 기술을 이용한 소프트웨어 상호 운용(interoperation)에 관한 연구가 진행되고 있다[20]. 여러 종류의 소프트웨어의 상호 운용을 실현하는 수단으로서 기존의 소프트웨어 요소들을 에이전트로 재구성하는 에이전트화 기법(transducer/wrapping/rewriting approach)과 이들 에이전트들 사이의 상호 작용을 위해 사용되어지는 에이전트 통신 언어(ACL : Agent Communication Language)가 개발되어 있다. ACL은 세종류의 요소로 구성되어 있다. 지식과 정보를 공유하고자 할 때 필요로 되는 어휘체계(ontology)와 에이전트간에 교환되는 지식의 표현 형식(KIF : Knowledge Interchange Format), 지식 교환을 위한 프로토콜(KQML : Knowledge Query and Manipulation Language)이 그것이다. 현재 ACL 또는 그 변형의 언어 체계를 이용한 협조 설계 시스템이 다수 개발되고 있다.

(2) 시스템 설계 분야

(1)에서의 소프트웨어 상호 운용의 틀을 이용하여 ARPA의 SHADE 프로젝트[21]에서는 동시공학(concurrent engineering)에 있어서의 정보 공유와 협조 설계 지원에 관한 연구 개발이 진행되고 있다. 검증용 시스템으로서, 정형적인 패러매트릭 설계를 대상으로한 설계 에이전트ParMan[22], 로봇 조종자(manipulator)의 전자 기계 장치 설계에 있어서의 동시 공학 시스템인 PACT(Palo Alto Collaborative Testbed)[23], 우주선의 중앙 판의 진동을 능동적으로 제어하는 MACE (Mid-deck Active Controls Experiment), 잠수함이나 배의 설계 프로세스의 리엔지니어링 시스템인 SBD(Simulation Based Design) 등이 구축되

어져 있다. 이들 연구들과 관련해서, 여러 개의 에이전트(설계자, 관리자, 생산자)가 공유 작업 공간을 사이로 서로 정보 교환을 하면서 협조적으로 동작하는 설계 환경 Dice(Distributed and Integrated Environment for Computer Aided Engineering)[24]와, 보다 창조적인 설계를 하기 위해서 성질이 서로 다른 에이전트 그룹간의 공동 작업을 지원하는 Geographic Decision System[25] 등의 연구 개발도 행해지고 있다.

(다) HCI(Humanpp Computer Interaction)분야

이 분야에 있어서 HCI의 고도화를 위한 유력한 방법론으로, 2장에서 의 인터페이스 에이전트와 같이 시스템과 그 이용자의 중간에 위치하여 이용자의 여러 가지 활동을 지원하는 기능의 실현에 많은 관심과 기대가 모아지고 있다. 기능의 고도화를 위하여 내부적으로 추론 기능과 학습 기능, 감시 기능 등을 갖추고 있다. 컴퓨터 이용자의 작업을 감시하여 이용자에 유용하다고 판단되는 기본 설정 기능과 매크로 기능을 제공하는 Eager[26], 컴퓨터 이용 어드바이저인 Coach[27]와, 특히 사용자 개인의 이력이나 프로파일 등에 근거한 개인 적용형 에이전트로서, 전자 메일 관리 에이전트, 네트워크 뉴스필터링 에이전트[28], Social Filtering을 추가 이용한 회의 일정 설정 에이전트[2], 인터넷 상에서 검색된 다량의 정보를 필터링하는 에이전트[3][4][6] 등이 잘 알려져 있는 예이다. 또한 외형적으로 멀티 모달(Multi-modal)과 3차원 화상을 이용하여 에이전트의 의인성(anthropomorphism)을 높임으로서 보다 친밀감 있는 HCI를 실현하기 위한 연구도 흥미롭게 진행되고 있다[29].

(라) 컴퓨터 네트워크 분야

대규모 분산 환경에서의 네트워크의 설계와 운용, 관리의 중요성이 더욱 커짐에 따라 이 분야에 대한 관심도 높아져 가고 있다. 먼저 설계, 운용 영역에 있어서는, 협조 에이전트에 의한 분산 서비스 관리시스템인 TEAM-CPS [30], 시설 네트워크와 공중망과의 조화를 위

한 네트워크 제어시스템[31], 통신 서비스의 기능간에 발생하는 결합의 검출[32]과 해소를 위한 시스템[33], 네트워크 구조 설계[34] 등의 응용 예가 있다. 관리 영역에 있어서는, 절차 추론 시스템을 이용한 네트워크의 실시간 감시/고장 진단/장애 회복 시스템[35]과, LAN의 고장 진단 시스템 LODES[18], 네트워크의 트래픽의 관리에 응용한 예[36] 등이 다수 있다. 또한 차세대 지식형 분산 컴퓨팅 시스템 구조를 제안하는데 있어서 에이전트를 이용하여 유연한(flexible) 네트워크 및 시스템의 실현을 제안한 예도 있다[5]. 한편 IBM의 Intelligent Communications와 같이 인터넷과 같은 광역 네트워크를 기반으로 한 높은 부가가치 통신 서비스를 실현하는데 에이전트 기술을 이용하는 경우도 늘어나고 있다. 관련하는 예로서 Telescrip/MagicCap[38]의 틀을 이용하여 개인 정보 관리나 텔레쇼핑 등의 부가 가치 통신 서비스의 인프라를 제공하는 AT&T의 PersonaLink와 위에서의 클라이언트 플랫폼을 제공하는 개인용 정보 통신 단말로서 Motorola의 Envoy와 Sony의 MagicLink가 있다.

4. 멀티에이전트를 이용한 전자상거래 시스템

인터넷 서비스의 고속화, 대중화와 함께 가까운 장래에 인터넷을 이용한 전자상거래 시장이 본격적으로 형성될 전망이다. 그러나 이러한 흐름에도 불구하고 현재의 전자상거래 시스템은 그것이 제공하는 낮은 기능으로 인하여 수요자와 공급자 모두에게 많은 부하를 요구하여 결과적으로 전자상거래의 보급과 활성화 자체의 한계를 가져오게 한다.

본 장에서는 현재의 전자상거래 시스템에 있어서의 문제점을 지적하고 그들 문제점을 해결하기 위한 유력한 방법론으로서 멀티에이전트 기술을 이용하는 응용 예들을 소개한다.

4.1 전자상거래 시스템 개요

지금까지 전자서류교환, 팩스, 바코드, 기업간 메시지 송수신, 파일 전송 등과 같은 전통적인 방법을 이용한 전자상거래(EC: Electro-

nic Commerce)가 주로 정보통신의 측면에서 발전되어 왔다. 그러나 이와 같은 전통적인 전자상거래는 대부분 고가이고 제한적인 접속성의 문제를 갖는 부가가치통신망(VAN)이나 사실 네트워크에 의존해 왔기 때문에 주문서나 송장의 전달은 만족시켜줄 수 있지만, 상품 판매를 위한 광고나 구매를 위한 정보 수집등 상거래를 위한 기본적 기능조차도 기대할 수 없었다. 이에 비하여 인터넷은 그 규모에 있어서 접속 호스트 수가 94년도 3,400,000개, 95년도 6,000,000개, 96년도 현재는 9,472,000개로 날로 증가하고 있고 전세계로의 접속성을 가지며 저가의 다양한 서비스를 제공함으로써 대중화가 더욱 진행되고 있다[39]. 또한 위에서 소개한 네트워크의 단점을 보완함으로써 이를 이용한 전자상거래 기술과 서비스에 대한 기대와 요구가 급격히 증가하고 있다. 실제로 현재 인터넷상의 많은 내용이 상업적인 것에 관련된 것이고, 이러한 배경이 향후 전자상거래의 미래 발전 가능성을 암시하고 있다. 실증적인 예로서 Forrester Research에서는 1995년도 전자상거래의 규모가 2억 4천만 달러였고, 2000년에 이르면 450억 달러 규모가 될 것이라고 예견하고 있다[HREF1].

전자상거래를 이용함으로써 얻을 수 있는 경제·산업적 효과는 다음과 같다. 먼저 공급자 측면에서는, 1) 기존의 전통적인 상거래에서 요구되는 광고와 명세서 처리를 위한 비용을 감소시킴으로서 제품의 원가 비용을 감소시킬 수 있다. 2) 인터넷을 통한 온라인 주문으로 기업은 손쉽게 실수요를 파악할 수 있고, 생산과 납품을 최적화할 수 있다. 3) 경쟁사의 동향 및 자사제품간의 비교 우이를 쉽게 파악할 수 있고, 고객 요구에 신속히 대처함으로써 경쟁력을 갖출 수 있다. 4) 폭넓은 소비 대상에 대해 판매할 수 있다. 수요자의 측면에서는, 1) 제품 구매를 위하여 지리적 공간을 오고가야 했기에 요구되었던 시간과 노력을 줄일 수 있다. 2) 구입하고자 하는 물품을 폭넓게 비교하고 판단함으로써 효과적인 구매를 할 수 있다.

이와 같은 이유로 현재 인터넷을 이용한 전자상거래 활성화를 위한 많은 노력과 연구가 진행 중이며 크게 안전한 대금 결제 서비스

[40], [41], 인증[HREF2]과 같은 정보 보호에 관한 연구, Ecash, CyberCash와 같은 전자화폐에 관한 연구[42] [43] [44] [HREF3] [HREF4], 인터넷 상에서 판매를 하고자 하는 공급자를 위한 효과적인 가상 쇼핑 몰 구성에 관한 연구[45]로 나눌 수 있다.

4.2 전자상거래 시스템 관련 연구

현존하는 전자상거래를 위한 시스템들을 에이전트 기술에 초점을 맞추어 크게 에이전트를 도입하지 않은 형태와 에이전트를 도입한 형태로 분류한다.

4.2.1 에이전트를 도입하지 않은 전자상거래 시스템

인터넷 상에 다양한 형태의 수많은 온라인 상점들이 분산되어 존재하는 현재의 일반적인 전자상거래의 형태이다(그림 1 참조).

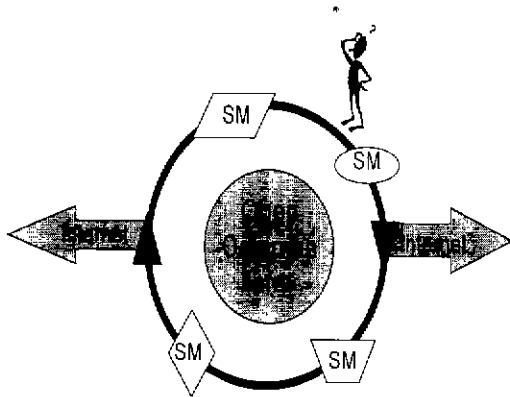


그림 1 에이전트를 도입하지 않은 전자상거래

이러한 전자상거래 환경에서의 문제점들은 다음과 같다. 1) 인터넷상의 모든 정보가 그렇듯이 상거래와 관련한 정보들도 어떤 기준에 의한 단일한 형태가 아니라 여러 가지 형태로 존재하고 있기 때문에 이를 사용자가 일일이 직접 검토하여 정보를 습득하고 판단하는 것은 매우 어려운 일이다. 2) 현재 인터넷 상에는 상거래와 관련한 수많은 물품 정보와 서비스가 있고 또 빠른 속도로 증가하고 있다. 전자상거래를 통하여 사용자가 상거래를 위해 지리적으

로 오가야 했던 노력을 덜어줄 수 있지만 인터넷 상에 고도로 분산되어 존재하는 온라인 상점들을 사용자가 직접 찾아 돌아다니는 것은 매우 어렵고 많은 시간을 요하는 지루한 작업이다. 3) 현재 인터넷에서 사용자가 원하는 물품 정보를 검색하기 위해서는 검색 엔진을 이용하여야 한다. 그러나 현재의 검색 엔진은 실제로 사용자가 관심이 있고 원하는 물품이 아니라 단지 공급자들의 온라인 상점만을 찾아주며 이후에 요구되는 물품 정보 검색 단계는 사용자의 부담이다.

이러한 문제들의 해결을 위해 에이전트 기술을 도입한 전자상거래 지원 시스템에 대한 연구가 다수 진행 중이다.

4.2.2 멀티에이전트를 이용한 전자상거래 지원시스템

에이전트 기술의 응용 형태로 물품 정보 검색에 대한 사용자의 입력을 받아 사용자를 대신하여 인터넷 상을 돌아다니며 정보를 검색하여 주는 종합 정보 시스템의 형태와 공급자와 수요자의 지적 대리인으로서 거래 대상을 찾아 협상을 하여 거래를 대신하여 주는 사용자 대리 시스템의 형태가 있다.

(1) 종합 정보시스템 역할의 에이전트 시스템
그림 2에서 보이는 것처럼 사용자의 요구를 받아 이를 만족시켜줄 수 있는 온라인 상점들을 찾아 돌아다니고 획득한 정보들을 종합하여 보여주는 시스템이다.

이를 위하여 에이전트는 온라인 상점들의

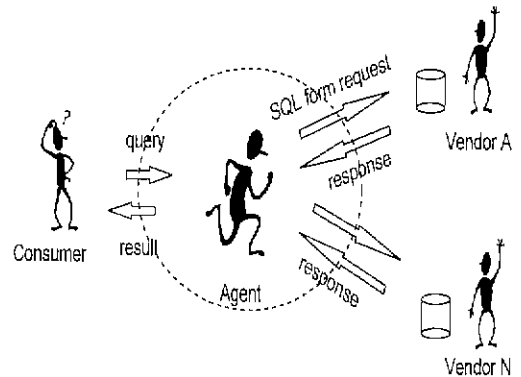


그림 2 종합정보시스템 역할의 에이전트 시스템

URL과 그들의 데이터베이스 구조를 지식베이스로 가지고 있어야 하며 이런 내용의 지식베이스 구축은 개발자가 해야 할 일이다. 이러한 시스템의 예로는 BargainFinder[46][HREF5], BargainBot[47][HREF6], WebShopper[HREF7] 등이 있다. 이러한 형태를 가지는 에이전트 시스템의 문제점들은 다음과 같다. 1) 지식베이스의 자동 확장이 불가능하므로 개발 당시 지정된 온라인 상점만을 검색할 수 있다. 예를 들어, BargainFinder는 9개의 상점만을 검색할 수 있다. 2) 모든 품목들을 지원하지 못하고 단지 개발 당시 지원 대상으로 정해진 품목만을 지원할 수 있다. 실제적인 예로서 BargainFinder는 CD만을, BargainBot는 서적 검색만을 지원할 수 있다. 3) 물품 구입에 있어 고려되어 지는 많은 요소들 중 단지 가격을 위주로 사용자에게 정보를 제공하기 때문에 상대적으로 가격 측면에 있어 비교우위가 없는 상점들에겐 아무런 이득이 없다. 실제로 BargainFinder의 경우 3개의 온라인 상점들은 에이전트의 접근을 막는 결과를 보이고 있다. 즉, 이러한 문제들은 사용되는 지식베이스가 갖는 비유연성, 단순성, 구축부담 등에 연유한다.

이러한 초기의 에이전트 시스템의 발전형으로서 온라인 상점들의 데이터베이스 구조를 내용으로 하는 지식베이스를 가지지 않고 단지 물품에 대한 최소한의 정보만을 가지고 각 온라인 상점들이 사용자에게 제공하는 정보 형태를 분석하고 이를 기반으로 여러 상점들로부터 정보를 종합 검색해주는 시스템이 있으며 이러한 예로는 ShopBot[48]가 있다. 이러한 시스템의 문제점은 다음과 같다. 1) 각 온라인 상점의 데이터베이스 구조는 필요 없으나 시스템의 학습 과정에 요구되는 지식베이스를 제공하기 위해서는 개발자의 매우 많은 경험과 노력이 요구된다. 2) 온라인 공급자들이 제공하는 페이지들의 다양함 때문에 적지 않게 검색에 실패하는 경우가 있다. 3) 여전히 모든 품목들과 온라인 상점들을 지원하지 못하고 개발 당시 정해진 품목과 온라인 상점만을 지원 가능하기 때문에 유연하지 못하다. 더구나 검색을 원하는 품목에 대한 지식베이스의 내용은 일반 사용자가 생성하여 입력하기 매우 어렵기 때문에

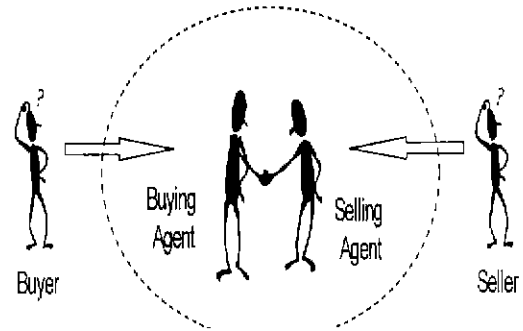


그림 3 사용자 대리 시스템

새로운 물품 도매인에 적용하기를 원하는 사용자를 지원하지 못한다.

(2) 사용자의 대리 역할의 에이전트 시스템

그림 3에 나타난 것과 같이 상거래에 있어 공급자와 수요자의 지적 대리인으로서 사용자를 대신하여 사용자의 요구에 맞는 거래 대상을 찾고 협상 과정을 통하여 거래를 결정짓는 형태의 에이전트 시스템이며 대표적인 예로는 Kasbah[49]가 있다.

그러나 이러한 시스템 또한 다음과 같은 문제점들을 내포하고 있다. 1) 단지 자신이 속한 시장 내의 거래 대상만을 검색하여 찾기 때문에 여러 대상과 물품을 검색하지 못하므로 사용자에게 다양한 물품 비교를 통한 효과적인 구매를 위한 기회를 제공하지 못한다. 2) 협상 과정에 있어 단순한 경제학적 모델을 사용했기 때문에 거래 전략의 유연성이 결여되어 있어 공급자나 수요자에게 손해를 줄 수 있다. 3) 대상 검색에 있어 가격 등 특정 요소만을 고려하기 때문에 진정으로 사용자가 원하고 사용자에게 적합한 물품을 찾아주는 데는 한계가 있다.

4.3 ICOMA

상기의 현존의 전자상거래 시스템들의 문제점들을 해결하기 위한 통합형 멀티에이전트 시스템으로 필자의 연구 그룹에서는 ICOMA (Intelligent electronic COMmerce system based on Multi-Agent)[7]를 제안하고 있다 (그림 4 참조).

여기서는 ICOMA의 특징적 요소만을 요약한다.

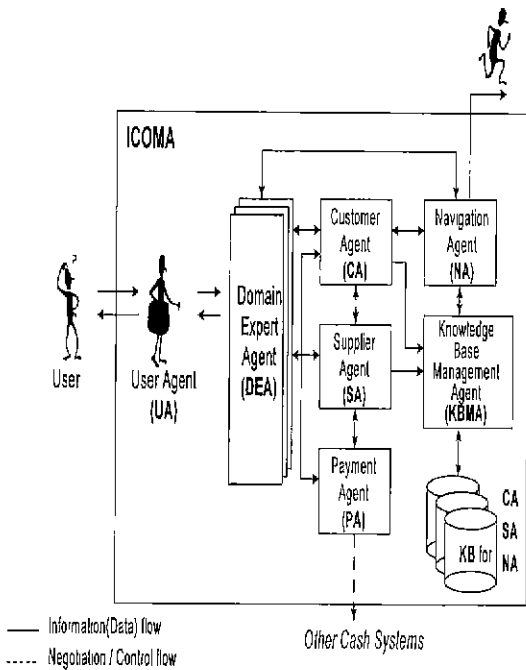


그림 4 ICOMA의 전체구조

(가) 설계 목표

(1) 일관된 형태의 사용자 요구 획득

기존의 전자상거래에서는 사용자는 다양한 형태로 존재하는 대상을 찾아 서로 다른 입력 요구 사항을 관찰한 후 자신의 요구를 입력하여야 한다. ICOMA에서는 각 품목에 대해 모든 거래 대상을 지원하는 일관된 형태의 사용자 인터페이스를 제공하여 사용자의 부담을 줄인다.

(2) 거래 대상 및 관련 정보의 검색

전자상거래를 이용하여 거래를 하고자 하는 사용자들에게 가장 중요한 작업중 하나는 자신의 요구를 만족시켜 줄 수 있는 거래 대상을 찾고, 각 대상이 제공하는 정보들을 검색하는 것이다. 이러한 작업은 일반적으로 사용자의 자주적인 노력에 의해 이루어진다. ICOMA에서는 사용자를 대신하여 자동적으로 정보를 검색해주는 기능을 제공하며 다양한 구조로 존재하는 분산된 정보를 사용자에게 알려주는 가상 정보 시스템(Virtual Information System)의 역할을 수행한다

(3) 검색 결과의 사용자 적응 형태의 필터링

검색 결과들을 사용자가 원하는 정보만으로 필터링하는 작업을 ICOMA에서는 MBL(Memory based Learning)과 Reinforcement Learning을 혼합한 Hybrid Learning 메커니즘을 이용하여 그들의 행동을 관찰하고 습성이나 선호도 등과 같은 사용자 관련 정보를 축적해 나간다. 이로서 시간이 지남에 따라 보다 사용자에게 적응한 형태로 시스템이 진화되어 결과적으로 그들이 원하는 정보만을 필터링하는 등 사용자의 이용 부담을 줄인다.

(4) 거래 대행

기존의 전자상거래에서 사용자는 위와 같은 과정을 스스로의 노력에 의해 거친 후 실질적인 거래를 위한 마지막 과정으로서 E-mail 등과 같은 통신 수단을 이용한 공급자/수요자간의 직접적인 접촉을 통한 협상이나 물품 주문 작성이 불가피했다. ICOMA에서는 공급자/수요자의 직접적인 접촉에 의해서가 아니라 그들의 지적 대리인 간의 협상을 통하여 거래를 결정짓고 주문을 대신하여 주는 보다 자율적인 상거래 시스템을 제공한다.

(나) 시스템 개요

(1) User Agent (UA)

UA는 사용자의 요구를 받아들이고 관련하는 다른 기능 에이전트에게 전달하고 그 처리 결과를 지금까지의 학습 내용을 참고로 사용자에게 적응한 형태로 제시하는 Personalized Agent이다. 사용자의 상거래를 위하여 사용자로부터 요구를 획득하고 DEA 및 CA/SA, NA와의 접촉과 정보의 수수를 담당한다.

(2) Domain Expert Agent(DEA)

사용자가 이용할 수 있는 에이전트 기반 응용 도메인의 수만큼 존재하며 UA와 여러 응용 도메인에서의 각 기능별 에이전트와의 접촉을 담당하는 에이전트이다.

(3) Customer Agent(CA)

구매를 원하는 사용자를 대신하여 지적 대리인으로서 KBMA의 CA를 위한 DB에 사용자의 요구를 등록시키고 거래 정보를 필터링하며, SA와의 협상을 통해 거래를 대행해주는 에이전트이다.

(4) Supplier Agent(SA)

판매를 원하는 사용자를 대신하여 지적 대리인으로서 KBMA의 SA를 위한 DB에 사용자의 요구를 등록시키고 거래 정보를 필터링하고, CA와의 협상을 통해 거래를 대행해주는 에이전트이다.

(5) Navigation Agent(NA)

사용자의 지적 대리인으로서 사용자 요구를 만족시키는 적절한 대상을 찾고 그로부터 사용자가 원하는 물품 정보를 검색하여 주는 에이전트이다.

(6) Knowledge Base Management Agent (KBMA)

NA의 학습 과정을 위해 필요로 하는 지식베이스(품목기술, 거래대상기술)를 관리하고 여러 거래 대상의 품목기술들을 가지고 각 품목별로 존재하는 여러 속성들의 동의어를 추론하고 분류하여 속성들의 구조를 생성하고 이를 내용으로 하는 인터페이스 기술을 생성하는 에이전트이다.

(7) Payment Agent (PA)

공급자와 수요자간의 거래를 위한 대금 결제 서비스를 제공하는 에이전트이다. 국내 혹은 국제 표준화에 크게 영향을 받는 부분으로서 대표적인 대금 결제 시스템으로는 Commerce-Net에서 제안한 JEPI(Joint Electronic Payment Initiative)가 있다. 본 연구에서의 PA는 대금 결제와 관련한 다른 제안 시스템으로의 접속 기능을 주된 개발 내용으로 한다.

5. 결 론

본 고에서는 에이전트 및 멀티에이전트 기술의 실세계 응용에 초점을 맞추어 기술하였다. 지면상의 제약으로 각각에 대한 자세한 내용에 대해서 충분히 언급하지 못하였고, 몇몇 분야, 예를 들어, 진단, 탐색, 계획, 로봇 분야 등에 대해서는 전혀 다루지를 못하였지만 마찬가지로 중요한 응용 분야로서 많은 관심이 집중되고 있다.

에이전트 혹은 멀티에이전트 기술을 보다 발전시켜 나가고, 보다 많은 분야에서 성공적으로 적용 시켜나가는 데는 많은 해결해야 할 과제가 있다. 기술적 과제에 대해서는 본 특집호

의 다른 해설들에서 다루어지리라 생각하고, 본 고에서는 운용적 측면에서 정리한다.

1) 많은 응용을 통한 방법론 및 기술의 개발
종래의 AI연구가 하향식(top-down) 연구 및 개발이었다고 하면 멀티에이전트 연구는 상향식(bottom-up) 접근법이 이용되고 있다. 즉, 여러 분야에서 각각의 필요성에 따라 구체적인 응용 영역을 가지고 기존의 관련 기술의 수집, 통합과 적용을 통한 실세계 응용 가능성의 향상을 지향하고 있는 것이다. 비교적 새로운 연구 분야로서 지금의 기대와 관심에 부응해 나가기 위해서는 더 많은 응용 분야로의 적용을 통한 점진적인 방법론 및 기술의 개발이 요구된다.

2) 적극적인 멀티에이전트 사회 구성

에이전트를 표현하는 여러 중요한 성질 중에서 성실성(veracity)나 합리성(rationality) 등은 지금의 에이전트 기술의 적용을 용이하게 해 주는 전제 조건이 되나, 실제로 실세계로 적용하는데 있어서는 의도적으로 거짓 정보를 흘리거나 목표달성을 방해하는 행동을 취하는 바람직하지 못한 에이전트의 존재를 고려하지 않을 수 없다. 다양한 에이전트를 포함하는 또 다른 사회 형태로서의 멀티에이전트 사회를 어떻게 구성하고 관리해 나갈 것인가의 방법론의 검토가 요구된다.

3) 에이전트 생산성의 향상

차세대 소프트웨어 패러다임으로서 그 역할이 기대되는 에이전트를 상기와 같이 많은 응용 영역에 적용시켜 나가기 위해서는 그 개발을 시스템매틱하게 지원하는 인프라 및 개발 환경[37]에 대한 더 많은 연구가 필요하다.

사의(謝意)

이 글을 집필하는데 있어서 일본 동북대학교 전기통신연구소 시라토리 노리오 교수와 기노시타 데쓰오 교수와의 평소의 많은 토론과 코멘트가 도움이 되었으며 이에 감사한다.

참고문헌

- [1] E. S. Lee, "A Construction and Appli-

- cation of Agent for Next Generation Computer Using," *Int'l Biannual Conf. on Industrial Survival Strategy for Next Generation Software Technology*, pp. 115-140, 1996.
- [2] A. Ashir, R. Ono, E. S. Lee, G. Chakraborty and N. Shiratori, "Communication of Multimedia Information among Adaptive Agents in Distributed Environment," *Int'l Conf. on Multimedia Networking(MmNet'95)*, pp. 107-112, 1995.
- [3] R. Okada, E. S. Lee and N. Shiratori, "A Society of Cooperative Agents on the Information Network : Towards Intelligent Information Gathering," *Int'l Conf. on Network Protocols(ICNP'95)*, pp. 218-225, 1995.
- [4] E. S. Lee, R. Okada and N. Shiratori, "Agent-based Social Information Gathering on Internet," *Int'l Conf. on Multi-Agent System(ICMAS'96)*, pp. 448, 1996.
- [5] N. Shiratori, E. S. Lee and et al. "The Framework of a Flexible Computer Communication Network," *The Int'l Journal of Computer Communications*, 1996.
- [6] 전인걸, 박영우, 이은석, "멀티에이전트에 기반한 개인 적응형 정보 필터링 시스템의 설계," HCI'97 학술대회, 1997.
- [7] 이진구, 강재연, 이은석, "지능형 전자상거래 시스템ICOMA의 설계." HCI'97 학술대회, 1997.
- [8] M. J. Wooldrige and N. Jennings, "Intelligent Agent," Lecture Note in Artificial Intelligence, Springer-Verlag, 1995.
- [9] R. A. Brooks, "Intelligence without Representation," *Artificial Intelligence*, 47, pp. 139-159, 1991.
- [10] P. R. Cohen, et al., "Trial by Fire : Requirement for Agents in Complex Environment," *AI Magazine*, 10(3), pp. 33-48, 1989.
- [11] R. Engermore, et al., "Blackboard System," Addison-Wesley, 1988.
- [12] L. D. Erman, F. Hayes-Roth, et al., "The Hearsay-II Speech Understanding System : Integrated Knowledge to Resolve Uncertainty," *Computer Surveys*, 12, pp. 213-253, 1980.
- [13] 角保志, "畫像理解시스템에 있어서의機能分割的協調處理", 日本人工知能學會誌, 9(5), pp. 631-636, 1994.
- [14] V. R. Lesser, D. D. Corkill, "The Distributed Vehicle Monitoring Testbed : A Tool for Investigating Distributed Problem Solving Networks," *AI Magazine*, pp. 15-33, 1983.
- [15] R. G. Smith, "The Contract Net Protocol : High Level Communication and Control in a Distributed Problem Solver," *IEEE Trans. on Computers*, 12, pp. 1104-1113, 1980.
- [16] R. Davis, et al., "Negotiation as a Metaphor for Distributed Problem Solving," *Artificial Intelligence*, 20(1), 1983.
- [17] S. Conry, K. Kuwabara, V. Lesser and R. Mayer, "Multistage Negotiation for Distributed Constraint Satisfaction," *IEEE Trans. on system, Man and Cybernetics*, 21(6), 1991.
- [18] T. Sugawara, "A Cooperative LAN Diagnostic and Observation Expert System," *Int'l Conference on Computers and Communications*, 1990.
- [19] 卯木 輝彦, "플랜트/物流시스템에 있어서의 멀티에이전트의 應用例", 日本人工知能學會 第28回 人工知能세미나, pp. 31-42, 1995.
- [20] M. Genesearch and S. Ketchpel, "A Distributed and Anonymous Knowledge Sharing Approach to Software Interoperation," Computer Science Department, Stanford University, 1994.
- [21] D. Kuokka and B. Livezey, "SHADE :

- Knowledge based Technology for the Reengineering Problem," *Annual Report*, 1993.
- [22] D. Kuokka and B. Livezey, "A Collaborative Parametric agents Design." *Proc. of AAAI'94*, pp. 387-393, 1994.
- [23] M. Cutkosky, R. Fikes, T. Gruber, M. Genesereth, W. Mark, J. Tenenbaum, and J. Weber, "PACT : An Experiment in Integrating Concurrent Engineering Systems," *IEEE Computer*, 26(1), pp. 28-37, 1993.
- [24] D. Sriram, et al., "The MIT Dice Project," *IEEE Computer*, 26(1), pp. 64-65, 1993.
- [25] E. A. Edmonds, et al., "Support for Collaborative Design," *CACM*, 37(7), pp. 41-47, 1994.
- [26] A. Cyper, "EAGER : Programming Repetitive Tasks by Example," *Proc. of CHI'91*, pp. 33-40, 1991.
- [27] T. Selker, "Coach : A Teaching Agent that Learns," *CACM*, 37(7), pp. 92-97, 1994.
- [28] P. Maes, "Agents that reduce Work and Information Overload," *CACM*, 37(7), pp. 30-40, 1994.
- [29] K. Nagao, et al., "Social Interaction : Multimedia Conversation Social Agents," *Proc. of AAAI'94*, pp. 22-28, 1994.
- [30] R. Weihmayer, et al., "Modeling Cooperative Agents for Customer Network Control using Planning and Agent Oriented Programming," *Proc. of IEEE Globecom'92*, 1992.
- [31] R. Weihmayer, et al., "A Distributed Architecture for Cooperative Management of Strategic Communication Networks," *Proc. of IEEE MILCOM'93*, 1993.
- [32] N. D. Griffeth, et al., "The Feature Interaction Problem," *IEEE Computer*, 26(8), pp. 28-37, 1993.
- [33] E. J. Cameron, et al., "Feature Interactions in Telecommunications Systems," *IEEE Computer*, 31(8), pp. 18-23, 1993.
- [34] Y. Lirov, "Expert Design Systems for Telecommunications," *Expert Systems with Applications*, 2, pp. 219-228, 1991.
- [35] A. S. Rao, et al., "Intelligent Real-time Management," *Proc. of Avignon'90*, 1990.
- [36] B. Silver, et al., "ILS : A System of Learning Distributed Heterogeneous Agents for Network Traffic Management," *Proc. of ICC'93*, 1993.
- [37] 백순철, 최충민, 장명욱, 박상규, 임영환, "이형 분산 환경에서 에이전트들간의 이형성을 극복하기 위한 멀티에이전트 구조," *정보과학회 논문지(C)*, 2(1), pp. 24-37, 1996.
- [38] General Magic, Magic Cap Concepts, [www.genmagic.com / MagicCapDocs / Concepts/](http://www.genmagic.com/MagicCapDocs/Concepts/).
- [39] L. Wagman, "The Internet and how it will be used," *KRNET'96*, pp. 37-48, 1996.
- [40] J. L. Camemisch, J. M. Piveteau and M.A. Stadler, "An Efficient Electronic Payment System Protecting Privacy," *Computer Security-ESORICS'94*, Springer-Verlag, pp. 207-215, 1994.
- [41] J-P. Boly, A. Bosselaers, et al., "The ESPRIT Project CAFE - High Security Digital Payment Systems," *Computer Security-ESORICS'94*, Springer-Verlag, pp. 217-230, 1994.
- [42] B. Hayes, "Anonymous One-Time Signatures and Flexible Untraceable Electronic Cash, Advances in Cryptology," *Proc. of AUSCRYPT'90*, Springer-Verlag, pp. 294-305, 1990.
- [43] T. Okamoto and K. Ohta, "Universal Electronic Cash, Advances in Cryptology," *Proc. of Crypto'91*, pp. 324-337,

1991.

[44] P. Panurach, "Money in Electronic Commerce : Digital Cash, Electronic Fund Transfer, and Ecash," *CACM*, vol. 37, no. 7, pp. 45-50, 1996

[45] S. Wu, M. Server, "The Smart Solution for Selling on the Internet," *Strategy and Technology in Internet Business*, 1996.

[46] J. Williams, "Bots and Other Internet Beasties," SamsNet, pp. 257-263, 1996.

[47] B. Acoun, "Agent Technology in Electronic Commerce and Information Retrieval on the Internet," *Proc. of AusWeb96*, 1996.

[48] R. B. Doorenbos, O. Etzioni, and D. S. Weld, "A Scalable Comparison-Shopping Agent for the World-Wide Web," *1st Int'l Conference on Autonomous Agent*, 1997.

[49] A. Chavez and P. Maes, "Kasbah : An Agent Marketplace for Buying and Selling Goods," *PAAM96*, 1996.

<Hypertext References>

[HREF1] <http://www.forrester.com/>
 [HREF2] <http://www.verisign.com/>
 [HREF3] <http://www.cybercash.com/>
 [HREF4] <http://www.digicash.com/>
 [HREF5] <http://bf.cstar.ac.com/bf/>
 [HREF6] <http://www.ece.curtin.edu.au/~saounb/>
 [HREF7] <http://www.dimos.de/dnns/original/>

이 은 석



1985 성균관대학교 전자공학과 학사
 1988 일본동북대학교 정보공학과 석사
 1991 일본동북대학교 정보공학과 박사
 1992~1993 일본미쯔비찌 정보전자연구소 특별연구원
 1994 일본동북대학교 전기통신연구소 Assistant Prof.
 1995~현재 성균관대학교 정보

공학과 조교수
 관심분야: 에이전트지향 지능형시스템, 소프트웨어 공학, HCI, 기업공학 등

● '97 총회 및 춘계학술발표회 ●

- 일 자 : 1997년 3월 29일
- 장 소 : 이화여자대학교
- 주 최 : 인공지능연구회
- 문 의 처 : 이화여자대학교 전자계산학과 박승수 교수
T. 02-360-2316