

이동 에이전트 기술 동향

Technology Trend of Mobile Agent

장명욱(M. W. Jang) 인공지능연구실 연구원
박상규(S. K. Park) 인공지능연구실 선임연구원
이광로(G. L. Lee) 인공지능연구실 선임연구원
민병의(B. E. Min) 인공지능연구실 선임연구원

네트워크 환경이 급부상되면서 네트워크를 보다 능동적인 작업 수행 환경으로 만들려는 노력이 진행되고 있으며, 이동 컴퓨팅을 위한 이동 소프트웨어 기술에 대한 요구가 증가하고 있다. 본 고에서는 네트워크 상에서 자신의 판단에 의하여 컴퓨터를 이동하며 작업을 수행하는 이동 에이전트의 해외 기술 동향을 조사 분석해 봄으로써 국내 네트워크 관련 연구 및 서비스 환경 구축을 위한 추진 전략 수립에 참고가 되었으면 한다.

I. 개 요

최근 몇 년간 유럽과 미국에서는 에이전트에 대한 관심이 급격히 고조되고 있다. 에이전트 분야는 인공지능과 네트워크의 새로운 방향으로까지 부각되며, 현재 학교와 연구소뿐만 아니라 기업체에서도 연구가 활발히 진행되고 있다. 또한, 에이전트 분야 중 에이전트 스스로가 이동하며 작업을 수행하는 이동 에이전트 분야는 이동 컴퓨팅 기술과 연계되어 그 필요성이 부각되고 있으며, 기존의 수동적인 통신 환경이었던 네트워크를 능동적인 작업 수행 환경으로 바꾸어 놓을 것이라고 기대되고 있다.

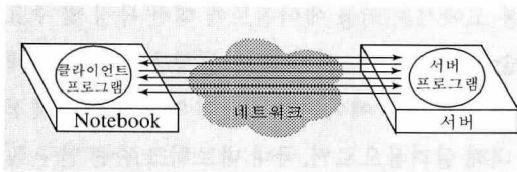
이동 에이전트(mobile agent)는 '사용자의 목적을

위하여 네트워크를 이동하며 자신에게 주어진 작업을 수행하는 프로그램'을 의미한다. 요즘, 이동 에이전트와 유사하게 네트워크를 이동하여 작업을 수행하는 프로그램으로는 자바를 들 수 있다. 하지만 자바는 웹 브라우저에서 요구가 있을 때 서버(server)에 있는 자바 애플릿이 웹 브라우저로 이동되어 수행되는 반면, 이동 에이전트는 자신의 판단 아래 에이전트 스스로가 하나 이상의 서버들을 이동하며 작업을 수행한다는 점에서 차이가 있다.

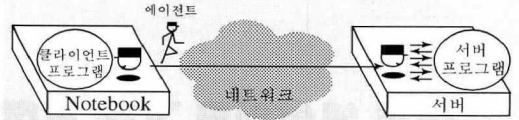
본 고에서는 이동 에이전트에 대한 특징 및 주요 기술을 살펴본 후, 해외 기술 동향을 조사 분석해 보고, 현재 이동 에이전트 기술이 안고 있는 문제점에 대해 살펴봄으로써, 국내 네트워크 관련 연구 및 응용 서비스 환경 구축에 기초 자료로 삼고자 한다.

II. 이동 에이전트의 특징

이동 에이전트는 개인 휴대 단말기(PDA)나 휴대용 컴퓨터와 같이 무선 통신을 이용하여 컴퓨터 통신을 하는, 통신 여건이 비교적 좋지 못한 환경에서 보다 잘 활용될 수 있다. 일반적으로 클라이언트/서버 구조는(그림 1)과 같이 서비스를 제공받기 위해서 클라이언트 프로그램과 서버 프로그램간에 통신 상태를 계속 유지한다. 이러한 방식은 통신 여건이 좋지 못한 수행 환경에서는 다소 부적합하다. 하지만, 이동 에이전트는 서비스를 제공받기 위하여 서버와 통신을 연결시킨 후 작업을 처리할 이동 에이전트를 서버로 보내고 나면 바로 통신 상태를 중단시켜도 된다. 이동 에이전트는 사용자가 서버에 연결되지 않았을 때에도 서버 상에서 사용자를 위하여 작업을 수행한다. 사용자가 추후 작업 수행 결과를 받기 위하여 서버와 다시 연결을 시도하면, 서버 상에서 작업을 끝낸 이동 에이전트는 사용자의 시스템으로 돌아와 수행 결과를 사용자에게 제시해 준다. 이동 에이전트가 작업을 마쳤는지 아닌지에 대한 확인도 이동 에이전트가 작업을 마치면 사용자에게 전자우편이나 무선 호출기, 팩스 또는 기타 선택된 방식을 통하여 사용자에게 통보해 줌으로써 사용자는 작업 수행 과정으로부터 독립될 수 있다.(그림 2)는 이동 에이전트 구조에서의 수행 과정을 나타낸다.



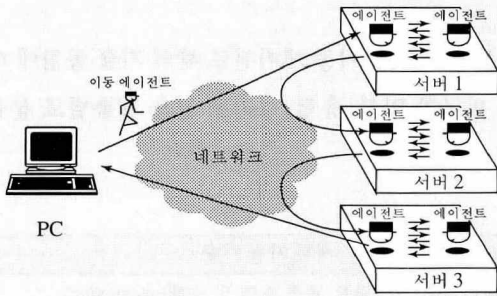
(그림 1) 클라이언트/서버 구조



(그림 2) 이동 에이전트 구조

기존의 네트워크는 일반적으로 두 프로그램들간에 메시지나 자료를 전달하는 매체로 단순히 인식되었다. 하지만, 분산 컴퓨팅 기술이 발전하면서 현재의 네트워크는 여러 프로그램들이 함께 작업을 수행하는 환경으로 인식되고 있다. 요즘 부각되는 네트워크 컴퓨터나 웹, CORBA 등이 이를 반영하는 용어들이라고 할 수 있다. 또한, 자바가 등장하면서 이제 네트워크는 메시지나 자료 전달 수단의 차원을 넘어서 프로그램을 전달하는 컴퓨터 수행 환경으로까지 발전하고 있다. 하지만, 네트워크는 아직도 두 사이트간에 요구자와 제공자간의 수동적인 수행 환경이라는 느낌이 든다. 이에 반해 이동 에이전트는 네트워크를 필요에 따라 서버 시스템들을 찾고, 해당 시스템으로 이동하기 위한 능동적인 수행 환경으로 변화시킨다.

이 외에 이동 에이전트가 갖는 특징으로 이동 에이전트는 자신이 요구하는 서버에 대해 명확히 알지 못해도 네트워크 상에서 존재하는 필요한 서비스를 제공받을 수 있다는 점과 특정 서버가 아닌 하나 이상의 여러 서버들로부터 서비스를 제공받을 수 있다는 점, 그리고 자신의 이동뿐만 아니라 코드의 복제와 분산에 의한 동시 수행을 통하여 얻어진 각 수행 결과들을 종합하여 하나의 결과를 만들어 낼 수 있다는 점 등이 있다.(그림 3)은 이동 에이전트의 특징인 여러 서버를 거쳐 작업을 수행하는 이동 에이전트의 작업 수행 과정을 보여 준다.



(그림 3) 여러 서버를 통한 이동 에이전트의 작업 수행 형태

III. 이동 에이전트 주요 기술

이동 에이전트는 자바와 같이 스크립트(script) 언어로 작성되며, 인터프리터(interpreter) 형식으로 수행된다. 따라서 이동 에이전트는 컴퓨터 하드웨어나 운영체제와 독립적으로 수행되며, 단지 이동 에이전트 가상 기계(virtual machine: 이하 이동 에이전트 서버라고 함)를 요구한다. 이로부터 이동 에이전트와 관련된 주요 기술을 유추해볼 수 있는데, 이동 에이전트의 주요 기술은 이동 에이전트 서버와 이동 에이전트 구현 언어라 할 수 있다. 한편, 요즘은 이동 에이전트를 비전문가들이 쉽게 구현할 수 있도록 지원하는 이동 에이전트 구현 도구에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다.

이동 에이전트의 주요 기술을 주요 항목별로 정리해 보면 <표 1>과 같다.

이동 에이전트 서버와 관련된 기술은 다시 이동 에이전트 수행에 관한 기술과 서버 제어 기술, 그리고 기반 구조 기술로 나누어 볼 수 있다. 이동 에이전트 수행 기술은 서버로 들어온 이동 에이전트 프로그램을 수행시키기 위한 기술로서, 이동 에이전

트 스크립트 문장 수행과 다른 에이전트나 외부 프로그램과의 대화 지원 그리고 수행시 발생할 수 있는 예외 상황에 대하여 이를 처리하는 것 등에 대한 기술 분야이다. 서버 제어 기술은 이동 에이전트 수행을 위한 기능을 제외한 서버의 기능으로서, 외부로부터 전달된 이동 에이전트가 현 이동 에이전트 서버에서 수행될 수 있는 권한이 있는지를 점검하고, 이동 에이전트를 수행 가능한 장소로 이동시키며, 수행을 마친 에이전트를 다른 서버로 이동시키는 것 등에 대한 기술 분야이다. 기반 구조 기술은 이동 에이전트 서버가 다른 이동 에이전트 서버와의 통신이나 에이전트 전달을 위해 사용하는 네트워크 기반 구조와 하나의 여러 이동 에이전트를 동시에 수행시키기 위한 멀티태스킹(multi-tasking) 수행 구조, 그리고, 하나의 이동 에이전트가 여러 스레드(thread)에 의하여 동작할 수 있도록 지원하는 멀티쓰레드(multi-thread) 수행 구조에 대한 기술 분야이다.

이동 에이전트 언어 기술은 이동 에이전트 프로그램을 구현하기 위한 기술과 이동 에이전트와 다른 프로그램과의 대화를 위한 기술로 나누어 볼 수 있다. 에이전트 구현 언어는 프로그램 언어로서 갖는 기본 명령어들 외에 자신의 프로그램을 다른 서버로 이동시키는 이동 명령어와 자신과 동일한 프로그램을 하나 더 생성하기 위한 복제 명령어를 갖는다. 에이전트 대화 언어는 다른 이동 에이전트나 외부 프로그램과 대화를 통하여 작업을 처리할 수 있도록 대화 프로토콜에 대한 정의와 이를 지원하기 위한 언어를 포함한다.

이동 에이전트 개발 도구 기술은 이동 에이전트를 개발하기 위한 환경에 대한 기술과 클래스 라이브러리 기술로 나누어 진다. 이동 에이전트 개발 환

경 기술은 프로그램 작성기와 디버거, 컴파일러 등으로 이루어지며, 클래스 라이브러리 기술은 에이전트 개발에 이용될 수 있는 유용한 라이브러리들로 구성된다.

IV. 이동 에이전트 해외 기술 동향

본 장에서는 이동 에이전트 해외 기술 동향에 대해 미국과 일본, 유럽, 그리고 상용 제품별로 분류

〈표 1〉 이동 에이전트 주요 기술

기술 구분	핵심 기반 기술	세부 기반 기술
이동 에이전트 서버	이동 에이전트 수행	<ul style="list-style-type: none"> - 이동 에이전트 스크립트 문장 번역 및 수행(interpreting) - 메시지 전달 - 공동 작업 수행 (에이전트간의 통신) - 외부 프로그램과의 통신 - 에러 인지 및 처리
	서버 제어	<ul style="list-style-type: none"> - 이동 에이전트 전송 - 이동 에이전트의 암호화 및 복원 - 이동 에이전트의 권한 점검 - 이동 에이전트 관리 - 이동 에이전트 수행 장소 관리 - 서버 제공 서비스 관리 - 자원 관리
	기반 구조	<ul style="list-style-type: none"> - 네트워크 기반 구조 - 멀티태스킹(multi-tasking) 수행 구조 - 멀티쓰레드(multi-thread) 수행 구조
이동 에이전트 언어	구현 언어	<ul style="list-style-type: none"> - 기본 명령어 집합 - 예외 처리 기법 - 보안 - 지식 표현 - 에이전트 이동 및 복제
	대화 언어	<ul style="list-style-type: none"> - 에이전트간의 대화 언어 - 에이전트간의 대화 프로토콜 - 에이전트와 외부 프로그램들의 대화 언어 - 에이전트와 외부 프로그램들의 대화 프로토콜
이동 에이전트 개발 도구	이동 에이전트 개발 환경	<ul style="list-style-type: none"> - 작성기 - 디버거 - 클래스 관리자 - 프로그램 관리자 - 컴파일러
	클래스 라이브러리	<ul style="list-style-type: none"> - 에이전트 개발 라이브러리 - 웹(Web)과의 연계 라이브러리 - HTML 지원 라이브러리

하여 기술하였다. <표 2>에서는 각 국가별 이동 에이전트 기술 동향을 정리하였다.

1. 미국

미국에서 이동 에이전트에 대한 연구를 수행하고 있는 기관은 IBM과 MIT, CMU, Cornell 대학 등을 들 수 있다. IBM은 이동 에이전트를 위한 기반구조에 대한 연구를 진행하고 있다. MIT에서는 Soda BotL이라는 에이전트간 대화 언어를 만들어 에이전트가 자신과 대화를 나누는 에이전트에 대하여 정확한 이름과 위치를 알지 못하고서도 대화를 할 수 있도록 이동 에이전트 언어와 구조를 확장하였다. CMU에서는 이동 에이전트를 위한 언어적 측면에서의 지원 방법에 대한 연구를 진행하고 있으며,

Cornell 대학은 노르웨이의 Tromoso 대학과 공동으로 이동 에이전트를 위한 추상화 기법, 보안, 계획, 결함 허용(fault-tolerance) 등을 기반으로 이동 에이전트를 위한 운영 체제에 대한 연구를 진행 중이다.

2. 일본

일본에서 이동 에이전트에 대한 연구를 수행하는 기관으로는 Fujitsu 통신연구소와 NTT 데이터 통신, 그리고 일본 IBM 등이 있다. Fujitsu 통신연구소에서는 April & DUET라는 이동 에이전트를 위한 언어 및 응용 에이전트 시스템에 대한 개발을 하고 있다. NTT 데이터 통신은 WebAgent라는 전자 상거래를 지원하는 이동 에이전트 시스템에 대한 연구를

<표 2> 국가별 이동 에이전트 기술 현황

국가	수행 기관	과제명 및 제품명	연구 및 개발분야
미국	IBM		이동 에이전트 기반구조 연구
	MIT 대학	SoftBot	에이전트간 대화 언어에 중점을 둔 고급 에이전트 언어 개발
	CUM 대학		이동 에이전트 지원을 위한 언어 연구
	Cornell 대학	TACOMA	이동 에이전트를 위한 운영 체제 연구
	General Magic	Telescript	이동 에이전트 서버와 이동 에이전트 구현 언어 판매
	FTP Software	CyberAgent	이동 에이전트 서버와 이동 에이전트 구현 언어 판매
일본	Fujitsu 통신연구소	April & DUET	이동 에이전트 구현 언어와 응용 에이전트 시스템 개발
	NTT 데이터통신	WebAgent	이동 에이전트 시스템 개발
	일본 IBM	Aglets	이동 에이전트 시스템 개발
	Hitachi 제작소		이동 에이전트 시스템 개발
독일	Johann Wolfgang Gothe 대학		HTTP 기반 이동 에이전트 기반구조 연구
	Stuttgart 대학	MOLE	자바 기반 이동 에이전트 기반구조 연구
	Kaiserslautern 대학	ARA	무선 네트워크 환경에서 이동 에이전트 연구
스위스	Geneva 대학	MOS, Obliq	이동 에이전트 시스템 및 이동 에이전트 구현 언어 개발
노르웨이	Tromoso 대학	TACOMA	이동 에이전트 운영 체제 연구
에이레	Trinity 대학	Phantom	이동 에이전트 기반구조 및 구현 언어 개발

하고 있다. 일본 IBM의 경우에는 Aglets이라는 이동 에이전트 시스템을 위한 기반구조와 원거리에 있는 사용자를 대신하여 작업을 수행하는 업무 대행 이동 에이전트 시스템에 대한 연구를 하고 있다. Hitachi 제작소에는 이동 에이전트를 이용하여 네트워크 상의 다수의 데이터베이스로부터 필요한 정보를 수집하는 이동 에이전트 시스템에 대한 연구를 하고 있다.

3. 유럽

유럽에서 이동 에이전트에 대한 연구를 하는 기관은 독일의 Johann Wolfgang Gothe 대학교, Stuttgart 대학, Kaiserslautern 대학, 그리고 스위스의 Geneva 대학, 노르웨이의 Tromso 대학, 에이레의 Trinity 대학 등이 있다. Johann Wolfgang Gothe 대학은 현재 HTTP 기반의 이동 에이전트 기반구조에 대한 연구를 진행 중이며, Stuttgart 대학에서는 자바를 네트워크 기반 구조로 하여 MOLE 라는 이동 에이전트 시스템을 만들고, Kaiserslautern 대학은 ARA(Agents for Remote Actions)라는 시스템을 만들어 무선 네트워크 환경에서의 이동 에이전트에 대한 연구를 진행하고 있다. Geneva 대학에서는 MOS(Messenger Operating System)이라는 이동 에이전트 시스템을 만들었으며, 이동 에이전트 구현 언어로써 Obliq를 개발하였다. Trinity 대학에서는 Phantom이라는 이동 에이전트 언어의 핵심부분을 수행할 수 있는 인터프리터에 대한 알파(alpha) 버전을 개발하였다.

4. 상용 제품

앞에서도 살펴본 바와 같이 현재 많은 대학과 연구 기관에서 이동 에이전트에 대한 연구를 활발히

진행하고 있지만, 다른 한편에서는 벌써 이동 에이전트에 대한 제품들이 일부 판매를 시작하고 있다.

현재 이동 에이전트에 대한 상용화 제품을 내놓고 있는 그룹으로는 Telescript의 General Magic사와, CyberAgent의 FTP Software사, 그리고 Clearlake Mobile Software Agents의 Guideware Corporation 등이 있다. 이 중에서 FTP Software의 CyberAgent는 이미 국내 시판을 시작했으며, General Magic은 에이전트 개발 도구인 Tabriz에 대해 국내 판매 시점을 올해 말로 계획하고 있다.

이 외에도 Digital Equipment Corporation에서는 Obliq이라는 이동 에이전트 언어를 현재 시험 중이다.

V. 문제점

이동 에이전트에 대한 많은 연구가 현재 진행되고, 일부에서는 이미 판매를 시작하고 있다 할지라도 이동 에이전트 분야는 아직 해결해야 할 많은 문제점을 안고 있다. 본 장에서는 이동 에이전트가 갖고 있는 몇 가지 문제점들에 대해 살펴보기로 한다.

1. 보안

이동 에이전트가 갖는 가장 큰 문제점으로는 보안 문제를 들 수 있다. 이동 에이전트는 자신의 컴퓨터뿐만 아니라 주로 다른 컴퓨터 상에서도 수행된다. 그래서, 컴퓨터에 이동 에이전트 서버가 존재한다면, 언제든지 다른 곳에서 만들어진 이동 에이전트가 들어와 수행될 수 있다. 이 때 임의의 작업을 처리하는 이동 에이전트가 시스템에 어떠한 나쁜 영향을 끼칠 수 있는가에 대해서는 이동 에이전트 수행 전에 정확히 파악하기 힘들다. 이러한 나쁜

영향이 발생하지 않도록 이동 에이전트 서버는 이에 대처할 수 있어야 하는데, 이를 시스템 보안이라 한다.

이동 에이전트와 관련된 다른 보안 문제로는 에이전트 보안 문제가 있다. 이동 에이전트는 수행 코드와 함께 지금까지 수행된 결과에 대한 자료나 자신에게 서비스를 요청한 사용자에 대한 자료 등도 함께 가지고 다닌다. 이러한 자료들이 서버의 다른 프로그램이나 전문가에게 노출된다면, 때로는 다른 목적으로 수정되거나 이동 에이전트의 잘못된 수행을 유도받을 수 있다. 이동 에이전트는 다른 컴퓨터 상에서 수행시에 이와 같은 시도에 대해 안전성을 제공받아야 한다. 이러한 이동 에이전트 보안 문제는 이동 에이전트가 전자상거래를 위한 작업을 수행하는 경우에 더 중요하게 나타난다.

보안과 관련된 다른 문제는 네트워크 상에서 이동중에 발생할 수 있는 에이전트 해킹 문제가 있다. 네트워크 전문가의 입장에서 네트워크를 이동하는 이동 에이전트를 갈취하는 것은 그리 어려운 문제가 아니다. 이렇게 갈취된 이동 에이전트는 중요한 정보를 빼앗기거나 변경되어 권한이 없는 사용자에게 이용될 수 있다.

2. 서버 검색

이동 에이전트가 갖는 다른 문제점으로는 이동 에이전트 서버에 대한 검색 문제가 있다. 이동 에이전트는 이동 에이전트 서버가 있는 시스템 상에서만 동작한다. 그래서 이동 에이전트 서버에서 작업을 마친 이동 에이전트는 계속적인 작업 처리를 위하여 다른 이동 에이전트 서버가 있는 시스템으로 이동을 해야 한다. 그러기 위해서는 이동 에이전트

가 다음에 이동할 이동 에이전트 서버를 알고 있거나, 현재 수행되고 있는 이동 에이전트의 서버의 도움을 받아야 하며, 때로는 외부의 다른 시스템의 도움이 필요할 수도 있다. 하지만, 첫번째 방법은 이동 에이전트 구현 시에 이동 에이전트 서버의 위치를 모두 정확히 파악하고 있어야 한다는 문제점이 있다. 두번째 방법은 서버의 나쁜 의도에 의해서 이동 에이전트가 올바른 다른 서버로의 이동을 방해 받을 수 있다는 문제점이 있다. 세번째 방법은 이동 에이전트가 이동할 때마다 매번 다른 특정 시스템에 접근을 시도해야 한다는 측면에서 네트워크와 관련된 많은 문제점들이 나타난다.

3. 표준화 작업

이동 에이전트는 특정 스크립트 명령어로 작성되며, 자신의 스크립트 파일을 수행시킬 수 있는 이동 에이전트 서버 상에서만 동작한다. 하지만, 특정 컴퓨터에 이동 에이전트 서버가 있다고 할지라도 그 서버는 자신이 처리할 수 있는 스크립트 언어로 작성된 이동 에이전트들만을 수행시키며, 자신이 처리할 수 없는 언어로 구현된 이동 에이전트에 대해서는 서비스를 제공할 수 없다. 현재 이동 에이전트 구현 언어는 같은 목적을 위해 만들어졌다고 할지라도 서로 다른 문법 구조를 갖는 다양한 언어들이 존재한다. 또한, 각 언어에 대한 이동 에이전트 서버들은 아직까지 다른 언어에 대해 호환성을 갖고 있지 못하다.

이동 에이전트가 사용자의 요구사항을 잘 처리하기 위해서는 네트워크 상에서 이를 지원할 수 있는 많은 이동 에이전트 서버가 있어야 한다. 하지만, 현재와 같이 서로 다른 언어를 지원하며 상호

호환성이 없는 이동 에이전트 서버가 늘어가는 것은 사용자에게 별로 도움이 되지 못한다. 그래서 이동 에이전트 언어에 대한 표준이 정해지고, 어떠한 이동 에이전트 서버라 할지라도 이 표준에 따라 구현된 이동 에이전트를 수행시켜 줄 수 있는 것이 필요하다. 하지만, 이는 이동 에이전트 언어를 이미 만든 그룹과 보다 진보된 개념으로 새로 만들려는 그룹간의 이해 관계에 따라 그리 쉽지는 않을 것으로 예상된다.

현재 이동 에이전트에 대한 표준화 작업은 아직 진행되고 있지 않으며, 단지 에이전트에 대한 표준이 FIPA(Foundation of Intelligent Physical Agent)를 중심으로 진행되고 있다.

VI. 결 론

지금까지 이동 에이전트 기술과 이동 에이전트의 해외 기술 동향 및 문제점에 대해 살펴보았다. 이동 에이전트 기술은 앞으로 이동 컴퓨팅 환경에서 필수 기술로써 활용될 것이며, 지금까지 수동적으로 메시지나 자료를 전달해 주는 네트워크를 프로그래머들이 작업 수행을 위하여 활동하는 공간으로 변화시켜 줄 것이다. 그래서 현재 많은 대학과 연구소, 그리고 회사들이 이 분야에 높은 관심을 갖고 있으며, 곧 본격적인 상용화가 진행될 것이다.

하지만, 이동 에이전트 기술은 이미 상용화된 제품이 몇 가지 나와 있음에도 불구하고 아직까지 완성된 기술이 아니며, 이 기술이 보편화되기 위해서는 아직도 해결해야 할 많은 문제점들을 있다. 이에 네트워크나 통신망에 대해 연구하는 사람들이 이동 에이전트가 안고 있는 문제점을 해결하기 위한 연구를 하는 것은 현재 충분한 의미가 있으며, 네트

워크나 통신망을 통하여 서비스를 제공하는 사람 들 역시 이동 에이전트를 위한 서버나 서비스 제공에 대해 고려해 보는 것이 필요할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- [1] Fah-Chun Cheong, *Internet Agents: Spiders, Wanderers, Brokers, and Bots*. Indiana: New Riders Publishing, 1996, p. 413.
- [2] Michael R. Genesereth and Steven P. Ketchpel, "Software Agents," *Communication of the ACM*, vol. 37, no. 7, pp. 48-53. 1994.
- [3] Christine Guilfoyle and Ellie Warner, *Intelligent Agents: the Revolution in Software*. London: Ovum Ltd., 1994, p. 214.
- [4] Joseph Williams, *Bots and other Internet Beasts*. Sams.net Publishing, 1996, p. 505.
- [5] Michael Wooldridge and Nicholas R. Jennings, "Agent theories, architectures, and languages: A survey," in *Intelligent Agents*, Michael J. Wooldridge and Nicholas R. Jennings, Ed., Germany: Springs Verlag, 1995, pp. 1-39.
- [6] 中條 將典, "エージェントが業務を代行日立と日本IBMが製品化," *Nikkei Computer*, pp. 78-80, 1996. 4.
- [7] 中條 將典, "ネットワーク エージェント," *Nikkei Computer*, pp. 123-132, 1996. 6.
- [8] The Ara Project, <http://www.uni-kl.de/AG-Nehmer/Ara/>
- [9] ECRC-Mobile Service Agents, <http://www.ecrc.de/research/dc/msa/>
- [10] German Agent Page - Homepage, http://www.informatik.th-darmstadt.de/~fuenf/work/agenten/agenten_e.html
- [11] Guidware Corporation: Clearlake Mobile Software Agent, <http://www.guidware.com/agtmain.htm>
- [12] The Messenger Home Page, <http://cuiwww.unige.ch/tios/ms-gr/home.html>
- [13] Phantom Home Page, <http://apocalypse.org/pub/u/antony/phantom/phantom.html>
- [14] Telescript Technology: Mobile Agents, <http://www.genmagic.com/Telescript/Whitepapers/wp4/whitepaper-4.htm>