

## 이동 에이전트를 이용한 협력적인 모니터링 에이전트의 설계 및 구현

김영기, 한선관  
인천교육대학교 컴퓨터 교육과

### 요약

이 논문은 교육용 포털 사이트의 사라진 사이트(Dead Site) 필터링을 위한 상호 협력적인 모니터링 에이전트의 설계 및 구현에 관한 연구이다. 일반적으로 교육용 포털 사이트는 선생님이나 개인적인 교육용 홈페이지의 주소를 많이 가지고 있다. 그렇기 때문에 홈페이지의 주소를 일관성 있게 유지하는 것이 매우 어려우며 사라진 사이트를 포털 사이트 관리자가 모두 찾아내는 경우는 거의 불가능하다. 따라서 본 연구에서는 이동 에이전트를 이용하여 사라진 사이트를 지능적으로 모니터링하는 상호 협력적인 모니터링 웹 에이전트를 설계, 구현하였다. 구현한 모니터링 에이전트는 한국형 교육 포털 사이트인 KEPS에 탑재하여 그 성능을 실험하였으며, 일반 모니터링 시스템과 비교하여 그 효용성을 살펴 보았다.

## Design and Implementation of Cooperative Monitoring Agent using Mobile Agent

Young-Gi Kim, Sun-Gwan Han  
Inchon National University of Education Dept. of Computer Education

### ABSTRACT

This paper is a study on the design and implementation of cooperative monitoring agent using mobile agent for educational portal site. Generally educational portal sites have many addresses of teachers homepage. Therefore, portal site has a very difficult task with maintaining a consistent address of site and administration of portal is impossible while to be on the search for all dead sites. In order to overcome this problem, we designed and implemented a mutual cooperative monitoring agent in order to filter off dead site using mobile agent. The monitoring agent applies at Korean educational portal site (KEPS) for elementary student and makes an experiment efficient. Finally a cooperative mobile agent is compared with a stationary monitoring agent.

1. 서론

인터넷의 급성장으로 인하여 교육에도 많은 변화를 가져왔다. 웹을 이용한 교육용 홈페이지가 컴퓨터 보조 학습 매체로 많이 이용되고 있으며, 그 수가 엄청나게 증가하고 있는 상황이다. 폭발적으로 성장한 교육용 홈페이지의 수만큼 학습자들은 학습 매체로서 자신이 원하는 학습 홈페이지를 검색하는 것 자체가 어려운 학습 과제가 되었다. 일반 검색 엔진을 이용한 검색의 경우 학습자가 요구한 홈페이지를 적절하게 찾기 어렵다. 또한 실제 학습에 적용하기 어렵기 때문에 혼란을 가중시키는 결과를 초래하였다.

이를 극복하기 위한 방안으로 교육용 홈페이지만을 수집하여 검색 사이트로 제공되는 교육용 포털 사이트가 많이 구축되었다. 교육용 포털 사이트의 장점으로 교육과정에 알맞게 구성이 되어 있어 학습의 보조 매체 측면에서 매우 효과적이다 또한, 손쉽게 홈페이지에 접근할 수 있다는 장점이다. 이러한 교육용 검색 사이트의 구축을 목적으로 에듀넷과 인천교육대학에서는 KEPS라는 포털 사이트를 구축하였으며, 이를 교육 현장에 직접 사용하고 있다.

검색이 된 사이트의 결과는 DB에 저장하여 보관한다. 그 홈페이지의 유형을 볼 때 교육 현장 관계자나 선생님의 개인적인 노력에 의해 구축된 사례가 많았다. 이러한 홈페이지들은 자주 바뀌며 영세적인 특성을 지닌다. 또한 개인 컴퓨터가 아닌 상업적인 호스트에 계정을 부여 받아 만든 것이 많기 때문에 일관성 있게 홈페이지를 유지하기가 어렵다.

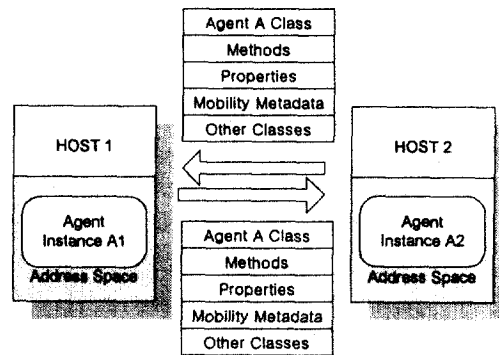
포털 사이트의 검색 결과 힘들게 작성이 된 홈페이지의 주소가 연결이 안 되거나 사라지는 경우가 많이 있어 포털사이트 사용자에게 많은 불만을 초래하였다. 이를 해결하기 위하여 관리자가 일일이 접속하여 사라진 사이트를 확인해야 했다. 그러나 이러한 작업은 인간이 하기에는 매우 어려운 작업으로 이를 대신하여 지능형 에이전트에 의해 일관성을 유지할 수 있다. 단일 에이전트는 많은 사이트를 모니터링 하는데 많은 시간이 소요되므로

분산 병렬 처리가 가능한 이동 에이전트를 이용하면 효과적이다[5].

따라서 본 논문에서는 이동 에이전트를 이용하여 분산 병렬 처리를 할 수 있는 상호 협력적인 모니터링 에이전트를 설계, 구현한다. 2장에서 이동 에이전트와 모니터링에 대하여 논하고 3장에서 모니터링 에이전트의 구조에 대해 살펴본다. 4장에서 구현 및 실험 내용을, 5장에서 결론 및 차후 연구에 대하여 논한다.

2. 이동 에이전트와 모니터링

2.1 이동 에이전트



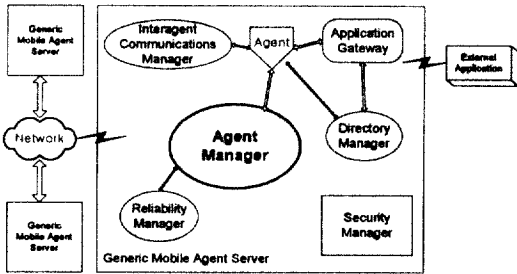
[그림 1] 이동 에이전트의 실행

에이전트는 사용자의 일을 대신 처리해주는 지능형 소프트웨어의 일종으로 반응성, 자율성, 목표 지향성, 일관성 및 의사 소통성, 이동성, 학습성, 신뢰성 등의 특징을 가진다[9]. 일반적으로 에이전트는 자신의 시스템에 고정되어 실행되는 단일에이전트(Stationary agent)와 네트워크를 이용하여 에이전트가 이동하며 다른 시스템에서 실행되는 이동 에이전트(Mobile agent)로 구분한다. 다음 [그림 1]은 이동 에이전트가 수행되는 예를 보이고 있으며, 이러한 이동 에이전트는 [그림 2]와 같은 구조의 서버에서 작업을 수행하게 된다.

이동 에이전트는 단일 에이전트와 비교하여 다음과 같은 특징을 지니고 있다[5].

- 이동 에이전트는 네트워크의 부하를 감소시킨다.
- 이동 에이전트는 네트워크의 느린 속도를 극복할 수 있다.

- 이동 에이전트는 보안성에 강하다.
- 이동 에이전트는 비동기적이고 자율적으로 실행된다.
- 이동 에이전트는 매우 동적이다.
- 이동 에이전트는 다양한 환경에 적용 가능하다.
- 이동 에이전트는 견고하고 고장 감내율이 높다.



[그림 2] 이동 에이전트의 서버 환경

정보 검색 측면에서 모니터링은 검색 자료의 일관성을 유지하기 위하여 수집된 사이트의 상태를 확인하는 작업이다. 일반적으로 웹의 정보는 너무 자주 바뀌기 때문에 사람이 처리하기는 불가능하다. 따라서 컴퓨터 프로그램이 대신 처리하게 된다. 이를 웹 로봇이라고 하며 정보의 검색, 수집, 모니터링 등의 작업을 수행한다[10].

모니터링 작업의 경우 하나의 서버가 모든 사이트의 상태를 확인할 경우 사이트의 수가 많아지면 그 작업이 무척 오래 걸린다는 단점이 있다. 사이

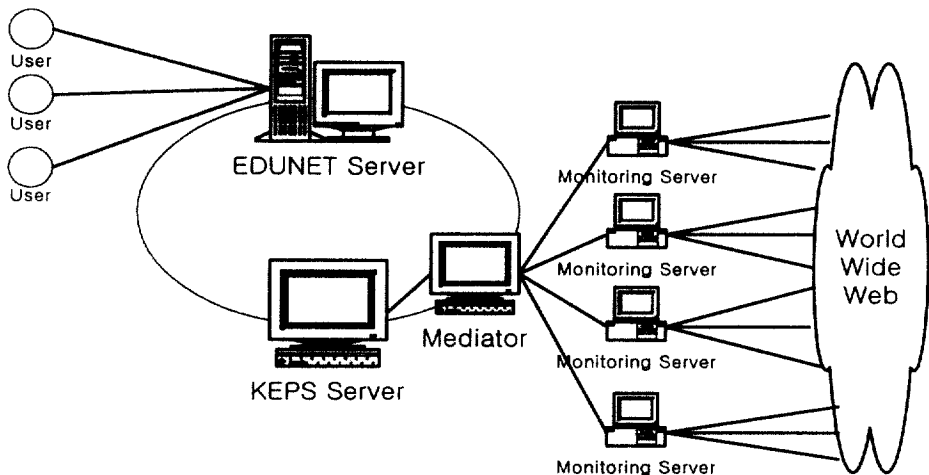
트 검사를 분산 병렬 처리할 경우 이러한 문제를 해결할 수 있다. 제한된 자원과 시간을 가지고 작업을 할 경우 이를 효율적으로 분산, 할당하는 작업이 필요하게 된다. 이동 에이전트의 자율성과 지능성을 고려할 때, 이러한 작업에 효율적으로 적용할 수 있다[8].

### 3. 모니터링 에이전트 시스템

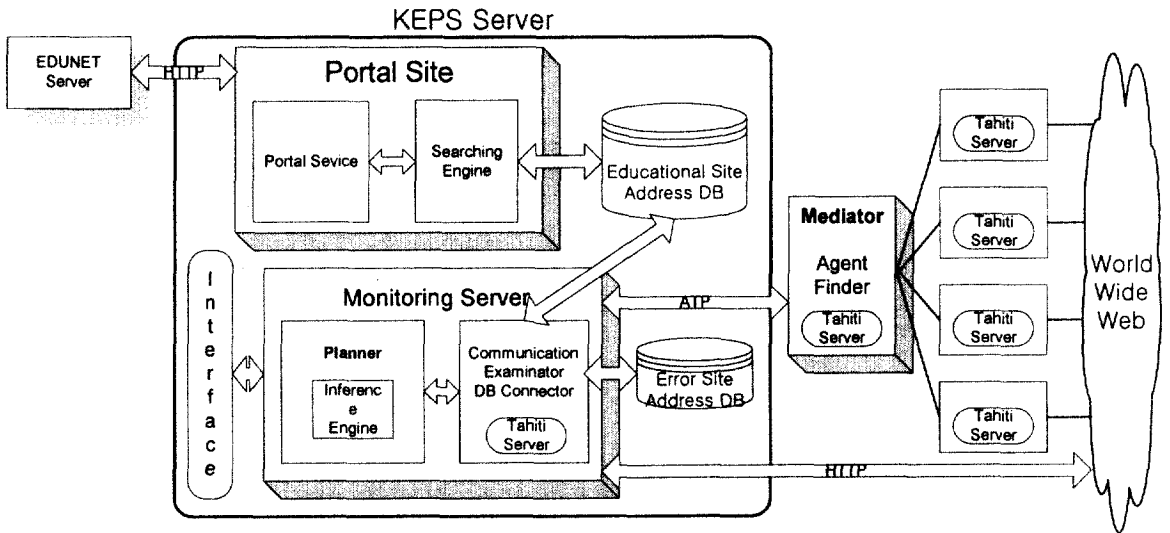
#### 3.1 시스템의 구성

시스템의 전체 구조를 살펴보면 [그림3]과 같다. 사용자가 교육용 포털 서비스를 받기 위해서는 EDUNET 서버에 접속해야 한다. KEPS서버에서 검색된 사이트는 EDUNET 서버를 통하여 서비스가 제공이 된다. KEPS서버는 검색 엔진과 DB, 그리고 모니터링 서버를 가지고 있다. 모니터링 서버는 모니터링 이동 에이전트(Monitoring Agent)를 생성, 할당, 제어, 수집 등의 작업을 한다. 따라서 이동 에이전트가 활동할 수 있는 서버가 존재해야 한다.

작업을 빨리 처리하기 위하여 다수의 임시 모니터 서버(Temporary Monitoring Server, TMS)가 존재하여 분산 병렬 작업을 한다. KEPS서버와 임시 모니터 서버 사이에 중개 에이전트 서버(Mediator Agent Server, MAS)가 존재하여 이동



[그림 3] 시스템의 전체 구성



[그림 4] KEPS 시스템의 구조

에이전트의 중개 역할을 한다. 임시 모니터 서버의 개수는 일정하지 않으며 사이트 작업량에 따라서 수가 조절된다. 또한 이동 에이전트의 작업 공간이 되어서 포탈 사이트의 상태를 검사하는 임시 장소가 된다. 임시 모니터링 서버들은 평상시 각기 다른 작업을 수행한다. 중개 에이전트에 의해 분산 모니터링 협력 작업을 요구 받으면 현재 자신의 상태를 중개 에이전트에게 전달하여 참여여부를 결정 받는다.

### 3.2 KEPS 시스템의 구조

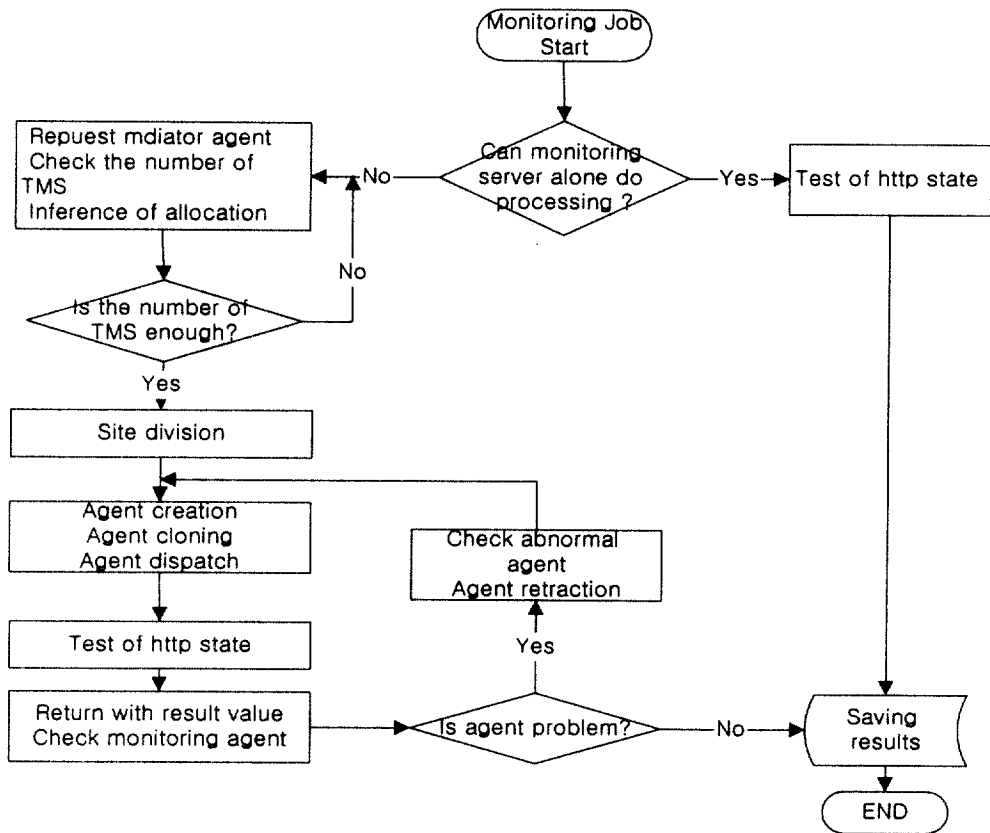
KEPS 시스템의 세부 구조는 [그림 4]와 같다. KEPS 서버는 검색 엔진과 모니터링 에이전트로 구성되어 있다. 포탈 검색 사이트의 DB를 서로 공유한다. 검색 엔진은 각 사이트의 검색 서비스를 제공하며 모니터링 에이전트는 검색된 각 사이트의 상태를 확인하는 작업을 한다. 접속이 실패한 사이트는 실패 DB에 임시로 저장되며, 포탈 사이트 DB에서 삭제한다. 중개 에이전트는 에이전트 파일을 내장하여 에이전트의 상황을 확인할 수 있다.

모니터링 작업시 확인할 사이트의 개수가 너무 많거나 모니터링 에이전트 혼자 처리하기 어려운 경우 중개 에이전트에게 등록된 임시 모니터링 서

버의 주소를 요청한다. 만약 TMS의 수가 부족한 경우 중개 에이전트에게 새로 등록된 서버들을 추가로 요청한다. 서버의 수가 충분하게 되면 서버의 상태와 수를 추론하여 알맞은 크기로 주소들을 분할한다. 그리고 이동 에이전트를 생성하여 작업을 할당하고 디스패치(dispatch)한다.

각 에이전트는 각 임시 모니터링 서버로 이동하여 자기에게 할당된 주소를 확인하고, 그 결과를 KEPS 모니터링 서버로 가져온다. 만약 에이전트의 작업에 문제가 발생하면 새로운 에이전트를 생성하여 역할을 교체한다. 모든 결과가 수집이 되면 실패한 사이트를 따로 저장할 하고 정상적인 사이트를 업데이트한다.

이동 에이전트를 이용한 모니터링 작업은 한 서버의 과부하를 막고 모니터링 시간을 최소한으로 줄일 수 있는 장점을 가지고 있다. 또한 일반 분산 프로그램과 비교하여 고정되어 있는 서버를 이용하는 것이 아니라 이동 에이전트가 활동할 수 있는 모든 서버를 동적으로 이용할 수 있기 때문에 각 서버를 모든 자원으로 활용할 수 있다. 따라서 이동 에이전트의 특징인 네트워크의 부하를 감소하고 자율성과 사회성을 이용하여 상호 협력적인 병렬 작업을 할 수 있다. 다음 [그림 5]는 모니터링 작업의 수행과정 알고리즘이다.



[그림 5] 모니터링 과정의 알고리즘

4. 구현 및 실험

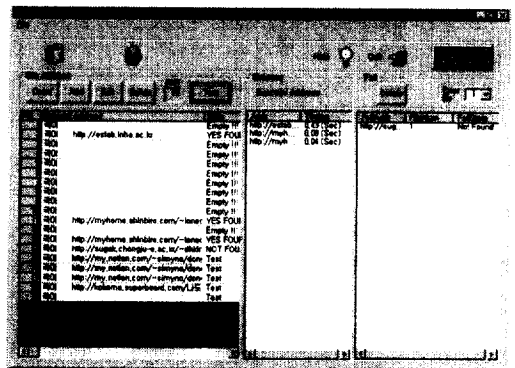
4.1 시스템의 구현

본 연구에서 설계한 KEPS 시스템을 구현하기 위해서 JAVA 기반의 Aglet API를 이용하였다. Aglet은 이동 에이전트의 각 특성들을 쉽게 구현할 수 있도록 IBM에서 제작한 자바 라이브러리이다. 그리고 에이전트를 생성하고 관리하기 위한 Tahiti 서버와 Agent Finder를 제공하고 있다.

KEPS시스템의 기본 단일 모니터링 에이전트는 VC++을 이용하여 제작되었다. 모니터링 에이전트는 Tahiti 기반의 이동 에이전트와 상호 연동되어 사용된다.

또한 모니터링 에이전트의 추론을 위해 CLIPS

DLL을 이용하였다. CLIPS DLL은 규칙 기반 추론 엔진으로 이동 에이전트의 작업 계획 및 할당에 사용되었다. 사이트의 DB는 SQL을 이용하였다.

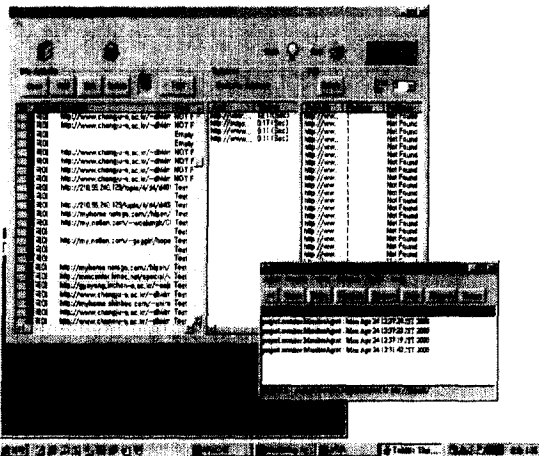


[그림 6] 단일 모니터링 에이전트

[그림 6]은 VC++로 제작된 단일 모니터링 에이전트의 인터페이스 화면이다. 단일 에이전트를 이용하여 사이트들을 모니터링하는 과정을 나타내고 있다. 검사할 사이트의 수가 적을 경우 추론 엔진에 의해 단독으로 단일 에이전트가 실행되어 모니터링 과정을 실시한다.

[그림 7]은 사이트의 수가 많은 경우 이동 에이전트를 이용하여 분산 병렬 처리하는 화면이다. 단 하나의 모니터링 에이전트가 Tahiti서버와 연동하여 이동 에이전트를 생성하고 실행하고 있다.

추론 엔진은 사이트의 수를 판단하여 모니터링 에이전트는 가능한 임시 모니터링 서버를 중개 에이전트에게 요청한다. 작업할 에이전트를 생성한 뒤 모집된 임시 모니터링 서버에 맞게 에이전트를 클론(Clone)한다. 그 다음 클론된 에이전트를 각 서버에 디스패치하여 모니터링 작업을 실시한다.

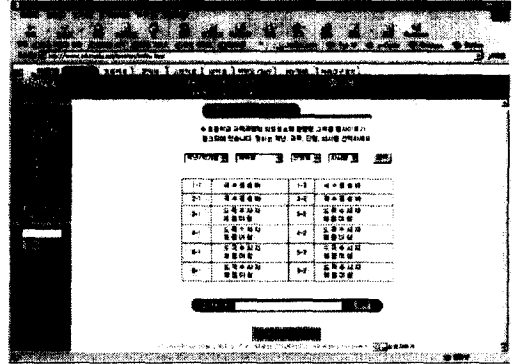


[그림 7] Stationary 모니터링 에이전트와 이동 에이전트의 상호작용

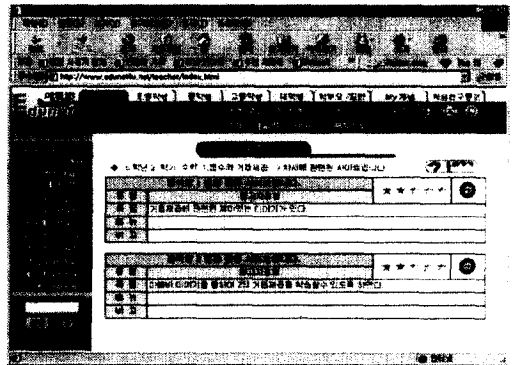
본 연구에서 설계 구현한 시스템을 사용하기 위하여 직접 EDUNET서버에 탑재하였다. [그림 8]은 KEPS 시스템을 이용하여 교육용 사이트를 검색하는 화면이다. 검색 자료는 초등학교 선생님들의 도움을 받아 수집되었으며 추후 검색 에이전트에 의해 자동으로 웹에서 검색 수집하는 방법이 모색되어야 한다.

교육용 포털 사이트는 각 교과와 학년으로 구분

되어 각 차시에 맞는 자료들이 연결되어 있다.



[그림 8-1] KEPS 시스템의 검색 화면



[그림 8-2] KEPS 시스템의 검색 화면

#### 4.2 실험 및 고찰

이동 에이전트를 이용한 상호 협력적인 모니터링 에이전트의 효율성을 살펴보기 위해 모니터링 시간을 비교, 측정하였다. 네트워크 부하의 감소에 대한 비교는 이 연구에서 제외하였다.

검사할 사이트의 수를 달리하였을 때의 경우와 1개의 단일 모니터링 시스템과 이동 에이전트를 이용하여 여러 개의 모니터링 에이전트가 같은 사이트를 확인하는 시간을 비교하였다.

실험을 위한 H/W의 환경은 SUN Solaris 유닉스와 Linux 그리고 NT 서버를 메인 모니터링 서버와 중개 에이전트 서버로 이용하였으며 윈도우즈 95, 98, 2000 환경의 PC 7대를 임시 모니터링 서버로 사용하였다. 서버의 운영 체제를 달리한 이유는

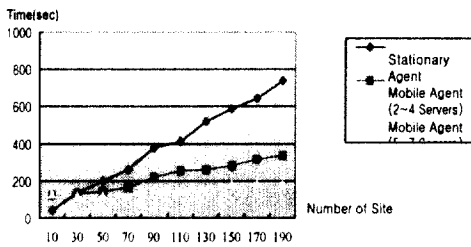
<표 1> 모니터링 시간의 결과

Number Type	10	30	50	70	90	110	130	150	170	190
Stationary Agent	42	137	201	261	374	412	518	592	645	743
Mobile Agent(2~4AE)	120	132	143	165	221	253	262	282	316	335
Mobile Agent(5~7AE)	130	121	124	122	148	143	147	183	186	182

에이전트가 다양한 환경에서 운영체제에 종속되지 않는 이동 에이전트의 속성을 이용하기 위함이다.

검사할 사이트의 수는 10~190개로 제한하였으며 사이트의 수가 많을수록 단일 에이전트 시스템과 이동 에이전트 시스템의 검색 효율의 차이를 쉽게 구분할 수 있지만 실험의 효율성을 위하여 사이트의 수를 10~190으로 제한하였다.

비교한 시간의 결과는 다음 <표1>과 같으며 결과를 분석하기 쉽도록 그래프로 표현하였다. 이동 에이전트를 이용하였을 때 임시 모니터링 서버의 수를 제한하여 2~4개의 서버와 5~7개의 서버를 이용했을 때의 결과도 비교하였다.



[그림 9] 모니터링 결과 그래프

실험 결과를 보면 사이트의 수가 적은 경우 단일 에이전트 시스템이 이동 에이전트를 사용했을 때보다 그 수행 속도가 빨랐다. 또한 이동 에이전트를 많은 서버에 보냈을 때보다 적은 서버에 분산하였을 때가 빠른 수행 결과를 보여주고 있다. 그 이유는 이동 에이전트를 각 서버에 할당하고 그 결과를 수집하는 과정에서 오는 오버 타임 때문이다.

하지만 사이트의 수가 증가하면 할수록 이동 에이전트를 이용했을 때 그 수행 결과가 현저하게 빨라짐을 볼 수 있다. 특히 많은 서버를 이용했을 경

우 수행 결과가 아주 적은 시간 동안 작업을 수행할 수 있었으며 네트워크 부하의 감소로도 점차로 감소하다가 어느 수준이 될 경우 일정하게 되는 것을 볼 수 있다. 단일 에이전트 시스템의 경우 검색할 사이트의 수가 엄청 많을 경우 한대의 서버로 처리하는데 너무 많은 시간이 소요되기 때문에 수행 결과가 쓸모 없어 질 수 있다.

따라서 모니터링 이동 에이전트는 모니터링 작업에서 분산 병렬 처리함으로써 수행 속도를 매우 향상시킬 수 있으며, 네트워크의 부하를 줄일 수 있다. 그리고 이동에이전트가 활동할 수 있는 서버가 존재하면 그 수에 상관없이 사용할 수 있기 때문에 효율적인 검색과 모니터링을 수행할 수 있었다.

5. 결론 및 향후 연구

본 연구에서는 이동 에이전트를 이용하여 교육용 포털 사이트 시스템에서 사라진 사이트를 확인하는 모니터링 에이전트의 효율성에 대하여 살펴보았다. 모니터링 작업은 인간이 하기 어려운 작업이다. 따라서 에이전트가 대신 수행하는데 교육 사이트의 수가 증가하면 한대의 서버가 모니터링 하는데 많은 시간이 소요된다. 따라서 이동 에이전트를 이용하여 분산 병렬 처리함으로써 수행 속도를 높일 수 있었다. 중개 에이전트를 이용함으로써 임시 모니터링 서버를 최대한 활용할 수 있었으며, 여러 개의 에이전트가 상호 협력 작업을 통해 효율성을 증가시킬 수 있었다.

차후 연구로는 이동 에이전트의 추론 엔진의 지식을 더욱 추가하여 자율적이며 지능적인 에이전트의 특성을 연구해야 하며 모니터링뿐만 아니라 정

보의 검색과 수집 부분에 이동 에이전트를 사용하여 매우 효과적인 포탈 검색 엔진의 구축에 대한 연구가 필요하다.

#### 참고문헌

- [1] Akhil Sahai, Christine Morin INRIA-IRISA, "Mobile Agents for Enabling Mobile User Aware Applications", Just Research, 1998.
- [2] Barbara Hayes-Roth. "An Architecture for adaptive intelligent agent systems", Artificial Intelligent, Vol 72, pp.329-365, 1995.
- [3] Bryce L. Allen, "Information Tasks: Toward a User-Centered Approach to Information Systems", Academic Press, San Diego, CA, 1996.
- [4] B.Venners, "Solve Real Problems with Aglets, a Type of Mobile Agent", Java World, www.javaworld.com/javaworld/jw-05-1997/jw-05-hood.html.
- [5] Chang, D., Lange, D. "Mobile Agent: A new paradigm for distributed object computing on the WWW. In Proceedings of the OOPSLA96 Workshop: Toward the Integration of WWW and Distributed Object Technology, ACM Press, N.Y., pp 25-32, 1996.
- [6] Danny Lange and Mitsuru Oshima "Programming and Deploying Java Mobile Agents with Aglets", Addison-Wesley Longman, Mass., 1998.
- [7] David Pallmann, "Programming Bots, Spiders, and Intelligent Agents in Microsoft Visual C++", Microsoft Press, 1999.
- [8] J.White, "Mobile Agents," in Software Agents, J. Bradshaw, ed., MIT Press, Cambridge, MA, 1997.
- [9] M. Wooldridge, M., Jennings, N. R., "Intelligent Agents: Theory and practice. The Knowledge Engineering Review, 10(2)", Springer-Verlag, pp 115-152, 1995.
- [10] Ricardo Baeza-Yates, Berthier Ribeiro-Neto, "Modern Information Retrieval", Addison-Wesley, 1999.

#### 김 영 기

1981년 명지대 전자공학과 졸업

1984년 연세대 교육학과 졸업(석사)

1996년 미 NOVA 컴퓨터교육학(박사)

1985년 3월~현재 인천교육대학교 교수

연구 분야: 컴퓨터 교육학, 저작도구, 웹기반 교육, 원격 협력 학습

#### 한 선 관

1991년 인천교육대학교 졸업

1995년 인하대학교 전자계산교육과 졸업(석사)

1998-1999년 인하대학교 전자계산공학과(박사과정)

1999년~현재 인천교육대학교 컴퓨터교육과 강사

연구 분야: 에이전트 시스템, 전문가 시스템, 지능형 교육 시스템, 인공 지능, 원격 협력 학습, 인지과학