

다중 이동 에이전트 시스템을 이용한 웹 지리 정보 시스템 모델링

박영근, 김신덕
연세대학교 컴퓨터과학과
e-mail : {zeroroot, sdkim}@kurene.yonsei.ac.kr.

The Modelling of Web GIS Using Multi-Mobile Agent Systems

Young-Geun Park, Shin-Dug, Kim
Dept. of Computer Science, Yonsei University

요 약

본 논문은 다중 이동 에이전트 시스템을 이용한 웹 지리 정보 시스템 모델을 제안한다. 방대한 지리 정보를 분산 병렬처리하기 위해서 호스트간을 이주하고 네트워크 환경에서 효율적으로 수행하는 이동 에이전트를 사용한다. 제안하는 모델은 사용자와 상호작용하고 에이전트를 생성하여 이주시키며 웹 브라우저에 플러그인 되는 HAP(home agent platform)과 GIS 서버에서 지리객체를 검색하는 iMAP(internet mobile agent)으로 구성된다. 성능 평가는 클라이언트/서버 모델과 이동 에이전트 모델 간의 성능 비교를 통해서 보여준다.

1. 서론

인터넷 사용자가 폭발적으로 증가하고 인터넷의 자원을 효율적으로 사용하려는 연구가 활발히 진행되고 있다. 또한 기존의 지리 정보 시스템을 확장하여 인터넷의 다양한 서비스를 원하는 사용자에게 지리 정보를 효과적으로 제공하려는 연구가 많이 진행되고 있다. 인터넷을 통한 지리 정보 제공은 웹 GIS 를 통해 이루어지고 있다.

웹 GIS 에 대한 초기 연구는 기존의 지리 정보시스템을 서버로 확장하여 인터넷 접속을 허용하고 웹 브라우저는 단지 화면 출력과 단순한 기능만을 갖는 서버중심 방식으로 진행되었는데 CGI(Common Gateway Interface)를 이용하여 지리 정보를 제공하는 방식이었다. 서버중심 웹 GIS 는 기존 지리 정보 시스템의 큰 수정 없이 인터넷 상에서 지리 정보를 제공할 수 있는 장점이 있었다. 그러나 서버의 과도한 부하가 집중되고 사용자에게 제공되는 기능이 매우 한정적이며 사용자의 매 요구마다 서버와의 통신을 수행, 그 결과를 가져와야 한다는 단점이 있다. 이런 문제를 해결하기 위하여 인터넷 상의 사용자 시스템에서 지리 데이터 처리 기능을 갖는 클라이언트 중심 웹 GIS 연구가 진행되고 있다.

본 논문은 지오스태크놀러지의 지원금에 의해 작성된 것임.

클라이언트 중심 웹 GIS 는 인터넷 사용자가 서버에 접속하였을 때 지리 데이터와 그 처리 모듈을 전송 받아서 지리 정보를 제공하는 방식이며 주로 Plug-ins, Java Applets, ActiveX control 등을 이용하여 구현된다. 이 방식은 서버의 부하가 줄고 다양한 사용자 인터페이스를 제공하며 사용자의 요구를 클라이언트 시스템에서 자체 처리 하기 때문에 네트워크 전송 비용을 줄일 수 있다는 장점이 있지만 다양한 지리 정보 서비스를 인터넷 사용자에게 제공하지 못하고 있는 실정이다[1].

본 논문에서는 위에서 기술한 두 지리 정보시스템의 문제점을 보완하기 위해서 이동 에이전트를 이용한 웹 GIS 모델을 제안한다. 클라이언트 측면의 HAP(Home Agent Platform)에서 에이전트를 생성하여 서버측면의 iMAP(internet Mobile Agent Platform)으로 이주(migration)시켜 작업을 수행한다. 두 플랫폼과 에이전트는 이식성이 좋은 장점이 있다. Java 언어로 구현된 에이전트는 자신의 코드와 실행문맥(execution context)을 가지고 데이터가 있는 목적지 호스트로 이주하여 실행함으로써 통신비용을 줄일 수 있다. 실험에서는 RMI(Remote Method Invocation)로 구현된 자바 환경과 이주하기 위한 최소한의 환경에서 구현된 이동 에이전트 간의 성능 비교를 통해서 웹 GIS 에서의 다중 이동 에이전트 시스템 사용에 대

한 타당성을 보여준다.

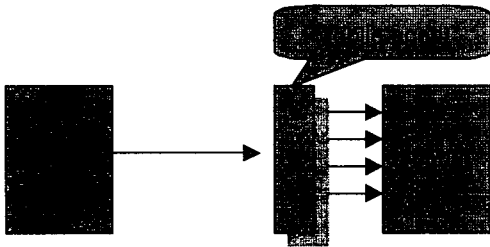
본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 이동 에이전트와 다중 에이전트 시스템의 개념 및 특성, 3 장에서는 다중 이동 에이전트 시스템을 이용한 웹 GIS 모델의 구성요소와 수행절차, 4 장에서는 실험 마지막으로 5 장에서는 결론과 향후 연구계획을 기술할 것이다.

2. 이동 에이전트 및 다중 에이전트 시스템

이 장에서는 인터넷상에서 차세대 인터넷 패러다임인 이동 에이전트와 다중 에이전트 시스템의 기본 개념과 동작 모델을 기술한다.

2.1 이동 에이전트 및 다중 에이전트 시스템

이동 에이전트 (agent)는 사용자를 대신하여 원하는 작업을 자율적으로 수행하는 일련의 소프트웨어를 의미하며 에이전트는 자율성 (autonomy), 지능 (intelligence), 이동성 (mobility), 사교성 (social ability) 등의 특징을 가지고 있다[2]. 자율성은 사용자나 다른 에이전트의 직접적인 지시나 간섭 없이도 스스로 판단하여 행동하는 성질을 의미하며, 지능성은 지식 베이스와 추론 능력을 갖추고 사용자의 의도를 파악하여 계획을 세우고 학습을 통하여 새로운 지식을 스스로 터득하는 성질을 의미하며, 이동성은 사용자가 요구한 작업을 현재의 호스트에서 수행하지 않고 실제 그 작업을 처리하는 호스트로 이동시켜 수행함으로써 수행의 효율을 높이고 네트워크 부하를 줄이는 효과를 가져온다[그림 1].



[그림 1] 이동 에이전트 모델

이동성 확보를 위해서 이동 에이전트는 수행 알고리즘에 대응되는 코드, 실행 쓰레드 그리고 에이전트의 전역변수 값에 해당하는 에이전트 데이터 부분으로 구성되며 에이전트가 이동할 때마다 세 가지 구성요소는 에이전트와 같이 이동한다.

거의 모든 머신에서 수행 가능한 에이전트를 생성하는 자바 가상 머신 (Java virtual machine)에서 이동성과 관련된 중요한 메카니즘은 다음과 같다. 첫째는 코드 이동성 (mobility)과 이식성 (portability)이다. 자바의 중요한 특징 중 하나인 코드 이동성은 이형질적인 머신 사이를 이동할 수 있음을 말하며,

실행 시간에 클래스 이름이 자바 클래스 레퍼런스로 해석되어 실행된다. 이렇게 코드가 이동하기 위해서는 코드의 이식성이 전제되어야 하는데 이는 바이트 코드 (bytecode)에 의해서 가능하다. 둘째는 메소드 발현 (invocation)을 위해 실행시간에 코드를 실행할 지를 결정하는 동적 바인딩 (binding)이다. 자바는 적재된 클래스들을 동적으로 실행하면서 발현 시간까지 코드 바인딩을 연기한다. 셋째는 객체를 네트워크를 통해 메시지로 보내거나 디스크의 파일에 쓰기 가능한 바이트 스트림으로 변환하는 객체 직렬화 (serialization)이다.

다중 에이전트 시스템 (multi-agent system)은 분산 인공지능 (DAI: Distributed Artificial Intelligence)의 한 분야로 여러 개의 에이전트를 사용하여 복잡한 시스템을 구성하는 방법 및 에이전트들 간의 협력 메커니즘을 제시하는 것을 목적으로 한다[3]. 이러한 다중 에이전트 시스템은 정보 처리를 위한 새로운 패러다임으로 인터넷을 이용하는 새로운 유효 방법론으로 연구가 진행되고 있으며, 단일 에이전트가 가지는 특징들을 이용하여 외부 환경과의 상호 작용을 통해서 상황의 변화를 인식하고 다른 시스템 또는 시스템 내의 다른 에이전트와 협력하면서 목표 지향적으로 문제를 해결해 나갈 수 있다는 장점을 가진다.

다중 에이전트 시스템 기반 구조에 관한 연구는 에이전트 표준화 단체인 FIPA (Foundation for Intelligent Physical Agents)에서 제시하고 있는 FIPA AP [4]와 IBM Tokyo Research Lab.에서 진행하고 있는 Aglet [5,6], 독일 Stuttgart 대학에서 연구하고 있는 Mole [7]등이 대표적인 예이다.

4. 다중 이동 에이전트 시스템 모델링

이 장에서는 서버에 과중한 부하가 있는 서버 중심의 웹 GIS와 사용자에게 다양한 서비스를 제공하지 못하는 클라이언트 중심의 웹 GIS의 문제점을 보완하는 다중 이동 에이전트 시스템을 사용한 웹 GIS 모델의 구성요소와 시스템간의 상호협력과 수행절차에 대해서 기술한다.

3.1 다중 에이전트의 구성

[그림 2]와 같이 제안하는 웹 GIS 시스템은 클라이언트 역할을 하는 HAP (home agent platform)과 서버 역할을 하는 iMAP (internet mobile agent platform)으로 구성된다.

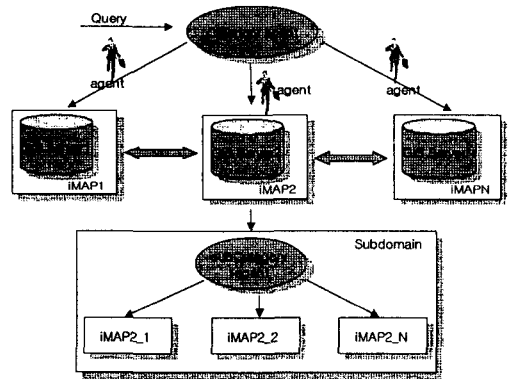
HAP 은 웹 브라우저에 플러그 인 되어 사용자의 질의를 받아들여 이동 에이전트를 생성하여 iMAP 으로 에이전트를 이주시킨다. 인터페이스 관리자는 사용자의 질의를 받아들이는 부분으로써 사용자의 관심분야, 검색패턴 등을 프로 파일로 유지한다. 분류 에이전트 (Category Agent)는 질의어를 분석하여 분류한다.

즉 사용자가 경부 고속도로라는 질의어를 입력했다면 분류 에이전트는 이를 도로라는 항목으로 분류하게 된다. AF(Agent Forge)에서는 분류항목에 의해서 에이전트가 저장된 클래스 라이브러리에서 에이전트를 적재한다. 에이전트 클래스 라이브러리는 도로, 항만, 산, 강 등 의미론적으로 분류된 지리정보의 항목에 수행되도록 잘 프로그램된 에이전트들을 저장하고 있으며 AF의 요구가 있으면 해당하는 에이전트를 플랫폼에 적재 시킨다. 중재자 (Mediator)는 iMAP의 상태를 체크하여 활성화된 iMAP으로 에이전트를 이주시킨다. 지리객체 수집기 (Geo-object collector)는 검색된 지리 객체를 사용자의 요구사항에 따라 지도 객체를 생성한다.

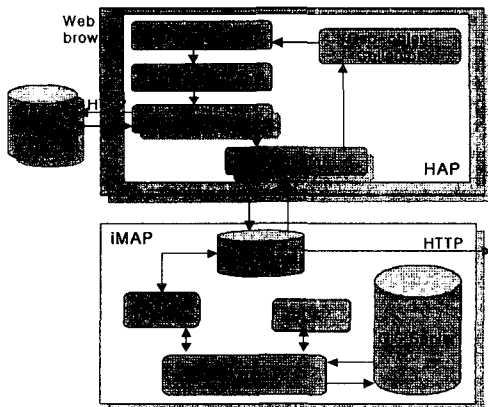
iMAP은 GIS 서버로부터 지리 정보를 실제적으로 검색한다. AMS (Agent Management Platform)는 에이전트의 생명주기를 관리한다. 에이전트를 생성, 복제, 발송 (dispatch), 철회 (retract), 중지 (suspend), 소멸 (destroy)시킬 수가 있다. 에이전트는 플랫폼 이름과 포트 번호로 이루어진 유일한 식별자를 가지고 있다. 생성된 에이전트에 관한 정보를 프로파일 (profile) 형태로 유지하며 지리 정보 검색 정책을 가지고 있다. ACC (Agent Communication Channel)은 플랫폼내의 트랜스포트 계층에 해당한다. 에이전트 통신에 사용되는 메시지는 XML (eXtensible Markup Language) 타입으로 정의된다. DF (Directory Facilitator)는 에이전트 옐로우 페이지 (Yellowpage) 기능을 한다. AMS에서 생성된 모든 에이전트는 DF에 등록이 되며 외부에서 이주한 에이전트 또한 등록이 되어야 한다. 그래서 DF는 플랫폼 내에 있는 모든 에이전트에 대한 위치정보를 가지고 있다. ACC를 통한 에이전트 간의 통신은 우선 DF에 의해서 에이전트의 위치 정보를 얻은 다음 이루어진다.

는 iMAP 간의 상호협력을 통해서 중복성 문제를 해결할 수 있다[그림 3]. HAP의 분류 에이전트에 의해서 분류되어 AF에서 생성된 에이전트는 인터넷 상에서 동일한 작업을 수행하는 다른 에이전트와 상호협력 (intercooperation)을 통하여 중복된 작업을 수행중인 에이전트는 그 작업을 회피하게 된다.

그리고 분류 에이전트에 의해서 생성된 에이전트가 GIS 서버에서 지리객체에 대한 검색 작업을 수행할 때 분류된 항목에 대한 작업량이 많은 경우에는 iMAP을 다시 논리적으로 분류하여 서브 도메인(subdomain)을 형성하는 서브클래싱 (subclassing) 방법을 사용하여 하위 계층구조를 동적으로 생성할 수 있다[그림 3]. 예를 들어 도로에 대한 방대한 지리 정보에 대한 질의에 대해서 행정 구역별로 도로에 대한 지리객체에 대한 정보를 분산 병렬처리 함으로써 검색 작업의 효율적으로 수행할 수 있다.



[그림 3] 에이전트 상호협력과 서브클래싱



[그림 2] 다중 이동 에이전트 시스템

3.2 상호협력과 서브클래싱

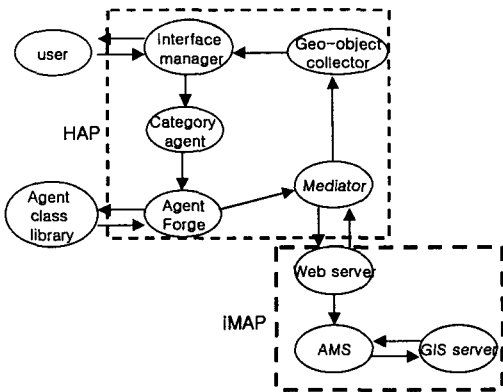
방대한 지리객체 정보량과 수많은 웹 GIS 시스템에서는 정보의 중복성 문제가 야기된다. 본 모델에서

3.3 지리 정보 검색 수행 절차

다중 이동 에이전트 시스템을 이용한 웹 GIS 모델에서의 지리 정보 검색 절차는 다음과 같다.

인터넷 상에 산재해 있는 GIS 서버는 웹 서버를 통해서 HAP에 등록이 된다. 사용자가 질의어를 입력시키면 인터페이스 관리자는 사용자 프로파일과 질의어를 분류 에이전트에게 보낸다. 분류 에이전트는 의미론적으로 분류되어 있는 항목에서 요구된 질의와 가장 적합한 항목을 선택한다. 그런 다음 AF에서는 해당 에이전트를 에이전트 클래스 라이브러리에서 적재함으로써 에이전트를 생성한다. 생성된 에이전트는 중재자에 의해서 활성화된 GIS 서버로 이주(migration)하게 된다. 웹 서버를 통해서 iMAP에 이주한 에이전트는 우선 DF에게 등록을 한 다음 AMS에게 GIS 서버 검색을 명령하게 된다. AMS는 HAP에서 이주한 에이전트가 가지고 있는 정보를 이용하여 에이전트를 생성하여 GIS 서버를 검색하게 된다. 필요에 따라서는 다른 iMAP의 AMS와의 통신을 통해서 상호협력 (intercooperation)을 수행하거나 iMAP을 다시 논리

적으로 작은 분류로 나눈 다음 검색작업을 수행하게 된다. 검색작업이 완료되면 AMS는 검색결과를 HAP에서 이주한 에이전트에게 전달하여 지리 객체 수집자에게 보내지게 된다. 지리 객체 수집자는 각 iMAP에서 전달된 지리 정보 검색결과를 수집하여 지도 객체를 생성하여 최종적으로 인터페이스 관리자에게 전달하여 사용자에게 보여주게 된다.

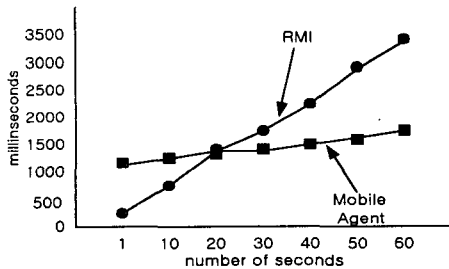


[그림 4] 검색 수행 절차

4. 실험

본 논문은 시스템 구현의 초기 연구 과정으로 인터넷 상에서 클라이언트/서버 모델의 RMI를 사용하는 방법과 이동 에이전트를 사용한 모델간의 성능비교를 통해서 다중 이동 에이전트를 이용한 웹 GIS 효율이 기대된다.

윈도우 2000을 운영체제로 하는 머신 2대와 jdk1.2.2로 구현된 각 모델은 단위 레코드의 크기를 80 바이트로 하여 레코드의 양을 증가시키면서 실험하였다.



[그림 5] RMI와 이동 에이전트의 성능비교

레코드의 수가 20 이하 일 때는 RMI 방법이 이동 에이전트를 사용하였을 때보다 나은 효율을 보여준다. 이는 에이전트의 이주비용 (migration cost)가 비싸기 때문이다. 그러나 레코드가 20에서 계속 증가하면 할수록 이동 에이전트의 통신비용이 월등히 좋아짐을 볼 수 있다[그림 5].

결과는 방대한 양의 지리 정보를 인터넷에 의해서 제공하는 웹 GIS에서 이동 에이전트의 사용이 통신 비용을 탁월하게 줄일 수 있다는 것을 보여주고 있다.

5. 결론 및 향후 연구계획

본 논문에서는 플랫폼 독립적이고 이식성이 뛰어난 특성을 가지는 Java 언어로 구현하는 다중 이동 에이전트 시스템을 이용한 웹 GIS 모델을 제안했다. 본 모델은 서버 중심의 웹 GIS과 클라이언트 중심의 웹 GIS보다 네트워크 통신 비용을 줄이고 사용자에게 다양한 지리 정보를 제공해 줄 수 있다. 또한 방대한 iMAP 간의 상호협력과 서버 클래스싱으로 효율적이고 양질의 지리 정보의 제공이 가능하다.

본 논문은 아직 제한단계이기 때문에 다중 이동 에이전트 시스템을 사용하여 웹 GIS 구현하는 것이 향후 연구 계획이라 하겠다.

참고문헌

- [1] 조영섭, 김홍연, "WWW 환경을 지원하는 GIS Solutions," 정보과학회지, 16 권 3 호, pp.28-32, 1998
- [2] M. Genesereth and S. Ketchpel, "Software agents," *Communication of the ACM*, Vol.37, No.7, pp.48-53, 1994.
- [3] P. Stone and M. Veloso, "Multiagent Systems: A Survey from a Machine Learning Perspective," *IEEE TKDE*, 1996.
- [4] FIPA, "Agent Management," FIPA '98 version 1.0, <http://www.fipa.org/spect/fipa98.html>, 1998.
- [5] D. B. Lange and D. T. Chang, "IBM Aglets Workbench: Programming Mobile Agents in Java," *IBM White paper*, <http://www.trl.ibm.co.jp/aglets/whitepaper.html>, Sep.1996.
- [6] D. B. Lange and M. Oshima, *Programming and Deploying Java Mobile Agents with Aglets*, Addison Wesley, 1998.
- [7] M. Straber, J. Baumann, and F. Hohl, "Mole-A Java Based Mobile Agent System," *Proc. of the 2nd ECOOP Workshop on Mobile Object Systems*, dpunkt, pp. 301-308, Jul. 1996.