

침수형 컴퓨팅 환경을 위한 이동 에이전트 플랫폼 설계

김구수^o, 엄영익
성균관대학교 정보통신공학부 분산시스템연구실
email : {gusukim, yieom}@ece.skku.ac.kr

Design of a Mobile Agent Platform for Pervasive Computing Environments

Gu Su Kim^o, Young Ik Eom
Distributed System Lab., School of Information and Communication Engineering, Sungkyunkwan University

요약

이동 에이전트란 컴퓨터 네트워크 상에서 사용자를 대신하여 특정 작업을 수행하는 프로그램이 독자적으로 여러 노드들을 이동하면서 필요한 작업을 수행하고 그 결과를 사용자에게 전달하도록 작성된 프로그램을 말하며, 이런 이동 에이전트를 수행할 수 있도록 컴퓨팅 환경을 제공하는 것을 이동 에이전트 컴퓨팅 환경이라고 한다. 본 연구에서는 이동 에이전트 운영에 필요한 모든 기능을 제공하는 풀버전의 이동 에이전트 플랫폼과 이동 에이전트 운영의 최소 기능만을 가지고 휴대용 기기나 홈 네트워크를 구성하는 디지털 가전 기기에 장착될 수 있는 경량 이동 에이전트 플랫폼을 설계하고 그 결과를 보인다. 이 두 버전의 상호 연동을 통해 홈 네트워크 기기들의 임베디드 소프트웨어를 이동 에이전트로 대체 가능하도록 설계하였다.

1. 서론

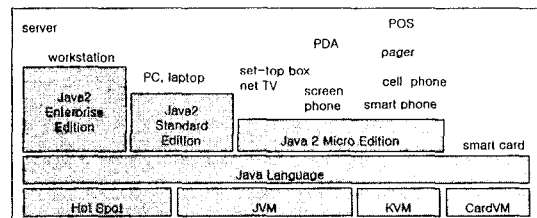
이동 에이전트란 컴퓨터 네트워크 상에서 사용자를 대신하여 특정 작업을 수행하는 프로그램이 독자적으로 여러 노드들을 이동하면서 필요한 작업을 수행하고 그 결과를 사용자에게 전달하도록 구성된 프로그램을 말한다[1]. 이동 에이전트 컴퓨팅 환경이란 이동 에이전트들이 각 노드들을 이주하면서 필요한 작업을 수행할 수 있도록 지원하는 프레임워크를 구성, 운영하고 있는 컴퓨팅 환경을 말한다. 현재, 이동 에이전트들을 실행할 수 있는 환경을 구축하기 위해 여러 종류의 이동 에이전트 플랫폼(mobile agent platform)들이 연구, 개발되고 있다. 대표적인 이동 에이전트 플랫폼으로는 Aglets, D'Agent, Tacoma, Voyager, Odyssey, Mole, Concordia, Ajanta 등이 있다[2]. 이들 플랫폼 개발은 크게 자바 기반의 플랫폼과 비자바 기반의 플랫폼으로 나눌 수 있는데, 이질적인 네트워크 환경과 보안을 고려하여 많은 플랫폼들이 자바 기반으로 개발되고 있다[3].

기존의 플랫폼 개발은 일반 컴퓨터를 위한 이동 에이전트 플랫폼이었다. 현대의 컴퓨팅 환경은 각종 이동 단말기(hand phone, PDA 등)와 디지털 가전기기들이 네트워크를 형성하고 인터넷에 연결되는 환경으로 발전해 가고 있다[4]. 이런 환경에서의 컴퓨팅 환경은 메모리나 CPU가 제한적이며 이에 맞는 이동 에이전트 플랫폼이 필요하다. 본 연구에서는 이러한 컴퓨팅 환경 변화에 적합한 자바 기반의 이동 에이전트 플랫폼을 설계하였다.

2. 관련 연구

Sun에서는 단일 자바 플랫폼으로 모든 컴퓨팅 환경을 지원하기 보다는 각각의 컴퓨팅 환경에 적합한 다양한 자바 플랫폼을 제공하고 있다. 현재 배포되고 있는 자바 플랫폼은 크게 3가지로 나누어진다. 서버급을 지원하는 EE(Enterprise Edition)와 일반 PC급을 지원하는 SE(Standard Edition), 그리고 휴대용 기기나 임베디드 장비를 위한 ME(Micro Edition)이 있다[5]. EE는 서버급 이상의 환경을 고려한 플랫폼으로서 자바가 제공하는 모든 기능을 포함하고 있다. SE는 PC급 이상의 컴퓨팅

환경을 위한 플랫폼으로 일반적인 자바 기능을 포함하고 있다. ME는 각종 휴대용 기기(handheld devices)나 임베디드 장비용 위한 플랫폼을 지원하는 자바의 기능을 포함하고 있다. 각 플랫폼 별로 이를 위한 자바 가상 머신의 종류도 나누어진다. EE나 일부 SE를 위한 HotSpot, SE나 상대적으로 많은 자원을 제공하는 ME 환경을 위한 JVM, 그리고 몇 백 K 정도의 메모리만을 가지는 환경을 위한 KVM, 그리고 스마트 카드와 같은 카드에 들어가는 CardVM으로 나누어진다. 이들 자바 플랫폼들은 컴퓨팅 파워와 자원의 한계에 따라 나누어지며, 각각의 목적에 맞는 시스템을 그림 1과 같이 구분할 수 있다.



[그림 1] 자바 플랫폼 구성

기존 이동 에이전트 플랫폼 연구 및 개발은 이들 중 HotSpot과 JVM에서 동작하는 이동 에이전트 플랫폼이었다. POS나 핸드폰, 디지털 가전 기기와 같은 장비의 컴퓨팅 환경을 지원하는 KVM에서의 이동 에이전트 플랫폼 연구는 거의 이루어지지 않고 있다.

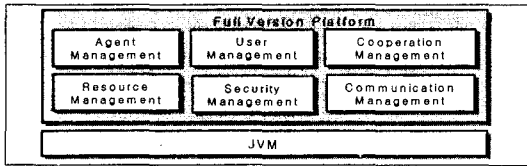
3. 설계

본 연구에서 설계한 이동 에이전트 플랫폼은 두가지 버전으로 구성된다. 하나는 이동 에이전트 플랫폼으로서 추가해야 할 모든 기능을 지원하는 풀버전 이동 에이전트 플랫폼이고 다른 하나는 홈네트워크를 구성하는 가전 기기 및 휴대용 기기에 탑재 될 수 있는 경량 이동 에이전트 플랫폼(lightweight mobile agent platform)이다. 이들은 모두 자바 가상 머신을 기반으로 하고 있으며, 특히

경량 이동 에이전트 플랫폼은 각종 휴대용 기기들과 디지털 가전 기기 등 향후 자바 가상 머신을 탑재할 수 있는 모든 기기들에 포팅(porting)될 수 있도록 저전력 소비, 모듈의 간소화 등을 고려하여 가볍게 설계하였다.

3.1 풀버전 이동 에이전트 플랫폼

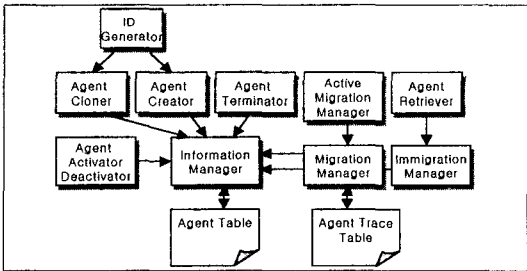
풀버전 이동 에이전트 플랫폼은 PC나 노트북 이상의 컴퓨팅 환경에 탑재시키기 위한 플랫폼으로서 이동 에이전트 운영에 필요한 모든 기능을 갖도록 설계하였다. 그림 2에서 풀버전 이동 에이전트 플랫폼의 구성 요소를 보여주고 있다.



[그림 2] 풀버전 이동 에이전트 플랫폼 구성 요소

풀버전 이동 에이전트 플랫폼은 각 기능의 특성 별로 에이전트 관리, 사용자 관리, 자원 관리, 협업 관리, 통신 관리로 구성된다.

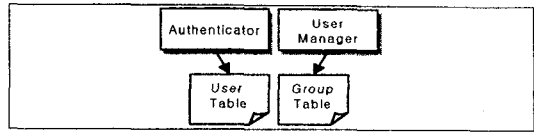
에이전트 관리는 이동 에이전트의 필수 기능인 에이전트 생성, 복제, 이주, 활성화/비활성화, 에이전트 ID 생성, 에이전트 복구 기능을 제공한다(그림 3).



[그림 3] 에이전트 관리

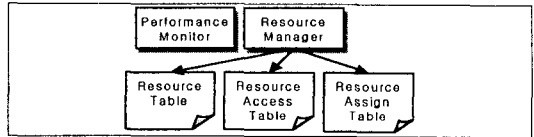
에이전트 이주는 다시 수동적 이주와 능동적 이주로 구분하는데, 수동적 이주는 에이전트의 요청에 의해서 이루어지는 이주를 말하며, 능동적 이주는 자원 관리의 성능 감시자가 호스트의 부하를 감시하여 과부하 상태라고 판단되면 플랫폼이 에이전트를 강제로 이주시키는 이주 기법이다. 능동적 이주를 지원하기 위해서 이주 시킬 상황을 판단하는 모듈과 어느 에이전트를 이주 시킬 것인지 결정하는 결정 모듈, 어디로 이주시킬 것인지 판단할 목적지 결정 모듈을 능동적 이주 관리자(active migration manager)가 가지고 있다. 이 기능을 활용하여 플랫폼은 부하 분산을 능동적으로 수행하도록 설계하였다. 이주 관리자는 다른 플랫폼으로 이주해간 에이전트의 이동 경로를 관리하고 에이전트 복귀자를 통해 강제로 홈으로 복귀시킬 수 있다. 에이전트 복제기(agent cloner)는 에이전트의 요청에 의해 복제를 수행하며, 협업 관리자가 협업에 필요한 에이전트를 추가로 요구할 때 에이전트를 복제한다. 현재 수행될 필요가 없는 에이전트를 비활성화 시켜 부하를 감소시키고, 전력을 소비하지 않도록 설계하였다.

사용자 관리는 플랫폼의 사용자와 사용자 그룹을 관리한다. 인증기(authenticator)는 플랫폼의 사용권한을 인증을 통해 허용하고, 사용자 관리자는 각 사용자 별로 사용 권한 레벨을 두어 플랫폼 사용에 있어 차등을 두도록 하였다(그림 4).



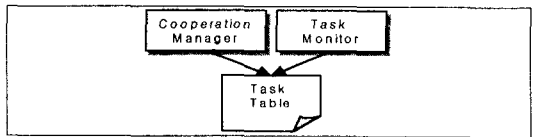
[그림 4] 사용자 관리

자원 관리에서 자원 관리자는 에이전트의 자원 할당 요청과 해제 요청을 수행하면서 자원의 부적절한 사용을 막는다. 또한 자원 별로 사용자의 접근 권한을 두어 자원의 접근을 제어한다. 성능 감시자는 호스트의 부하를 정기적으로 검사하여 과부하로 판단될 시에 능동적 이주 관리자에게 이를 통보하여 능동적 이주가 수행되도록하여 부하를 조절한다(그림 5).



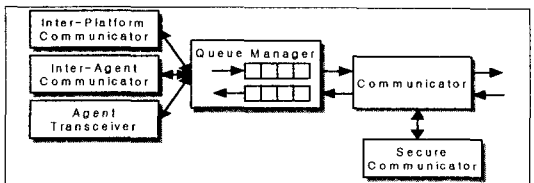
[그림 5] 자원 관리

협업 관리에서 협업 관리자는 협업이 필요한 작업을 등록하고, 협업 작업을 수행하기 위해 필요한 에이전트의 종류, 에이전트 수, 자원의 종류와 수량과 같은 여러 조건들을 등록한다. 작업 감시자는 등록된 작업의 진행 상황을 감시하여 협업 관리자가 필요한 에이전트를 생성하거나 복제를 통하여 에이전트 수를 조절하도록 한다. 만약 협업 작업 수행에 필요한 에이전트가 없다면 다른 플랫폼에 해당 작업을 수행할 수 있는 에이전트를 이주해줄 것을 요청한다(그림 6).



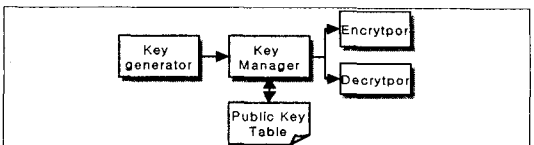
[그림 6] 협업 관리

통신 관리에서는 에이전트 대 에이전트 통신, 플랫폼 대 플랫폼 통신을 지원하고 에이전트 트랜시버는 데이터화된 에이전트의 전송 및 수신을 수행한다. 통신 형태로는 동기식 통신과 비동기식 통신을 지원한다. 안전한 통신이 필요한 경우 보안 통신자(secure communicator)는 보안 관리의 보안 관리자와 연계하여 메시지의 암호화/복호화를 수행한다(그림 7).



[그림 7] 통신 관리

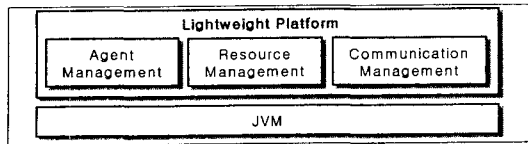
보안 관리는 키 생성자, 키 관리자, 암호화기, 복호기 구성된다. 키 생성기는 비밀키와 공개키를 생성하며 키 관리자는 통신에 필요한 공개키를 관리한다. 암호화기, 복호화기가 실제 메시지의 암호화/복호화를 수행한다(그림 8).



[그림 8] 보안 관리

3.2 경량 이동 에이전트 플랫폼

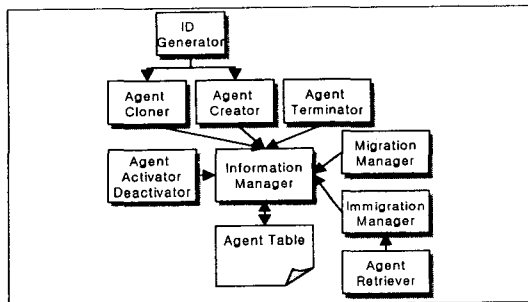
경량 이동 에이전트 플랫폼은 휴대용 기기, 디지털 가전 기기 등 메모리나 CPU 자원이 제한적인 컴퓨팅 환경에 탑재될 수 있도록 최소 기능만을 가지며 저전력 소비를 고려하여 설계하였다. 그림 9에서 경량 이동 에이전트 플랫폼의 구성요소를 보여주고 있다.



[그림 9] 경량 이동 에이전트 플랫폼 구성 요소

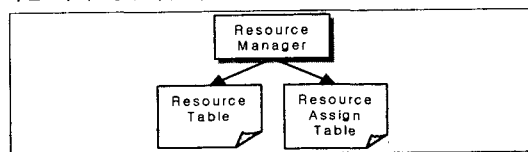
경량 이동 에이전트 플랫폼은 이동 에이전트 플랫폼 기능 중 필수적인 기능인 에이전트 관리, 자원 관리, 통신 관리 세가지만을 가진다. 앞에서 언급한 기기들은 사용자 인터페이스가 부족하거나 없고, 낮은 컴퓨팅 파워 때문에 사용자 관리, 협업 관리, 보안 관리는 없다.

에이전트 관리는 에이전트 생성, 복제, 수동적 이주, 활성화/비활성화, 에이전트 ID 생성 기능을 제공한다. 능동적 에이전트 이주는 자원이 제한적인 컴퓨팅 환경에서는 오히려 부하를 증가시킬 수 있으므로 제외한다(그림 10).



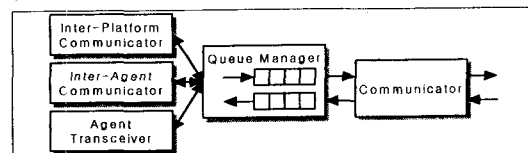
[그림 10] 에이전트 관리

자원 관리는 자원에 대한 할당 요청과 해제만을 지원하며 사용자 관리 기능이 없으므로 사용자별 접근 권한 관리하는 하지 않는다(그림 11).



[그림 11] 자원 관리

통신 관리는 플랫폼 대 플랫폼 통신, 에이전트 대 에이전트 통신을 지원한다. 통신 형태는 동기식과 비동기식을 지원하도록 한다. 에이전트 트랜시버가 데이터화된 에이전트 전송과 수신을 수행한다. 보안관리가 없기 때문에 안전한 통신은 지원하지 않는다(그림 12).

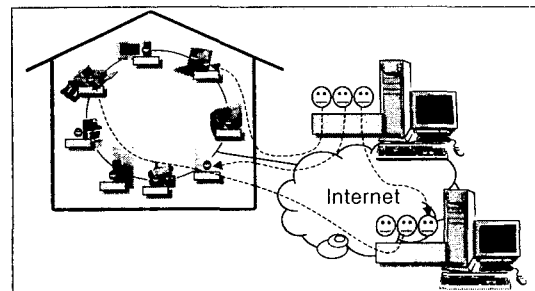


[그림 12] 통신 관리

경량 이동 에이전트 플랫폼은 컴퓨팅 자원이 제한적인 환경에서도 동작되도록 모듈의 간소화와 저전력 소비를 고려하여 설계하였다.

3.3 플랫폼간 상호 연동

홈 네트워크와 같이 컴퓨팅 파워의 부족, 자원의 부족 등 여러 가지 제약을 가지는 컴퓨팅 환경에서 동작하는 경량 이동 에이전트 플랫폼은 단독으로 동작되기 보다는 풀버전의 플랫폼과 연동하여 동작하도록 하였다. 풀버전의 이동 에이전트 플랫폼은 경량 이동 에이전트 플랫폼에서 필요로 하는 에이전트들을 이주시켜 서비스를 제공하는 ASP (Application Service Provider) 역할을 하도록 하여, 한번 임베딩되면 수정하거나 교체가 힘든 임베디드 소프트웨어를 대체할 수 있다(그림 13). 풀버전 에이전트 플랫폼들은 서로 연계하여 정보 검색 및 협업 등 완전한 이동 에이전트 시스템을 구축한다.



[그림 13] 홈 네트워크에서의 이동 에이전트 활동

4. 결론 및 향후 과제

본 연구에서는 인터넷상의 PC, 서버(server) 뿐만 아니라 홈 게이트웨이(home gateway), 디지털 가전기기, 휴대용(handheld) 컴퓨팅 장비 등 자바 가상 머신을 장착한 장비라면 어디에나 탑재 가능하도록 경량 이동 에이전트 플랫폼을 설계하였으며, 경량 이동 에이전트 플랫폼에게 필요한 서비스를 지원할 수 있는 능동적 복제/이주 개념을 가지는 풀 버전의 이동 에이전트 플랫폼을 설계하였다. 지금까지의 설계를 바탕으로 두 버전의 플랫폼 개발을 진행할 예정이다.

참고문헌

- [1] V. A. Pham and A. Karmouch, "Mobile Software Agents: An Overview," IEEE Communications Magazine, Jul. 1998.
- [2] N. M. Karnik and A. R. Tripathi, "Design Issues in Mobile-Agent Programming Systems", IEEE Concurrency, Jul.-Sep. 1998.
- [3] R. Broos, B. Dillenseger, P. Dini, T. Hong, A. Leichsenring, M. Leith, E. Malville, M. Nietfeld, K. Sadi, and M. Zell, "Mobile Agent Platform Assessment Report" MIAMI Project, <http://www.fokus.gmd.de/research/cc/ecco/climate/ap-documents/miami-agplatf.pdf>
- [4] M. Satyanarayanan, "Pervasive Computing: Vision and Challenges," IEEE Personal Communications, Aug. 2001.
- [5] "Connected Device Configuration (CDC) and the Foundation Profile," Sun Microsystems, Technical White Paper, <http://java.sun.com/products/cdc/wp/CDCwp.pdf>