

# 가상현실과 모바일 환경 기반의 통합 에이전트 제어 시스템

박준홍, 변광호, 석정호, 안현식  
동명정보대학교 로봇시스템공학과  
e-mail:hsahn@tmc.tit.ac.kr

## An Integrated Agent Control System Based on Virtual Reality and Mobile Environment

Joon-Hong Park, Kwang-Ho Byoun, Jung-Ho Seok, and Hyunsik Ahn  
Dept. of Robot System Engineering, Tongmyung Univ. of Info. & Tech.

### Abstract

Recently, there are lots of concerning on the control of multi-agent control system and mixed reality integrating real and virtual environments. In this paper, an integrated agent control system based on mixed reality and mobile environment is proposed. The system consists of a manager, agents, a mapping module, a geographic information module, a WAP server, and a mobile manager. The manager has Hybrid Device Manager(HDM) working for revising images and position data of the agents to display that at the 3D virtual and mobile environments respectively. Especially, the images of the agent is translated to LBM format and displayed on the mobile phone, and the current position of the agent is displayed on the display screen, so that a user are able to control the agent when he is moving. Experimental results shows the proposed system lets us control the agents conveniently at a computer and a mobile phone.

### 1. 서론

초고속 인터넷의 보급과 함께 가상의 3차원 공간에서 원격 제어가 가능하고, 현장의 영상을 직접 감시하는 인터넷 기반의 원격 로봇 제어에 대한 관심과 실용화가 진행되고 있다.[1,2] 또한 가상공간과 실제공간을 통합한 혼합 현실(mixed reality)에 대한 관심과 다수의 로봇에 의한 협조 작업에 관한 연구도 고조되고 있다.[3,4] 그런데 다수의 로봇의 협조 작업을 원활히 진행하고 네트워크 상의 지연의 문제를 극복하기 위하여 각각의 로봇을 하나의 에이전트로 두는 것이 필요하다. 에이전트를 보다 다양한 환경 하에서 제어하기 위해서는 유무선 인터넷 뿐 아니라 모바일 환경 하에서의 제어가 요구되어진다. 최근 모바일 서비스와 콘텐츠에 대한 관심이 증대되면서 이동 단말기를 이용한 원격제어의 필요성이 대두되고 있다.[5] 그러나 휴대폰과 같은 모바일 환경의 경우 통신 속도와 하드웨어적 제약으로 인하여 아직은 텍스트 기반의 인터넷환경이 주류를 이루고 있다. 또한 각종 멀티미디어 재생이 가능한 모바일 콘텐츠들이 개발되었지만 산업용으로 사용하기 위한 데이터나 영상의 실시간 전송이 아직 실현되지

못하고 있다.

본 논문에서는 에이전트를 제어하기 위하여 가상 공간과 실제 영상을 이용한 혼합현실 환경과 동시에 모바일 환경에서도 제어가 가능한 통합 에이전트 제어 시스템을 제안한다. 여기서 에이전트는 매니저로부터 지시를 받은 임무를 스스로 해결할 수 있는 이동 로봇으로서, 현재의 위치 정보와 지리정보를 이용하여 목표지점으로 이동할 수 있으며 돌발 상황에서도 대처할 수 있는 복수개의 로봇임을 가정한다. 혼합현실 공간과 모바일 환경에서 에이전트의 정보를 표시하고 사용자의 지시를 전달하여야 한다. 이를 위해 에이전트의 위치 정보나 영상 정보를 혼합현실 공간과 모바일의 화면에 표시하기 위하여 각각의 환경에 적합하도록 변환하여 주는 Hybrid Device Manager (HDM)를 제안하였다. 또한 유무선 인터넷 환경에서는 가상공간에 3D로 이루어진 에이전트의 동작과 실제의 영상을 보여주는 모바일 환경에서는 이 정보를 최소화된 하드웨어 및 소프트웨어 환경에서 적절히 표현함으로써 가정용이나 산업용 로봇이나 자동화 시스템에 적용이 가능하도록 하였다.

본 논문의 구성은 2장에서 통합 에이전트 제어

시스템의 구성을 보여주고, 3장에서는 각각의 디바이스들에게 데이터를 가공하여 전달하는 HDM을 설명한다. 4장에는 모바일 상에서의 영상 및 인터페이스 화면의 구성과 데이터를 송수신 하기위한 방법론을 설명하며, 5장에서는 제안한 시스템을 실제의 혼합현실과 모바일 환경에서의 동작하는 것을 보여주고, 마지막 장에서 결론을 맺는다.

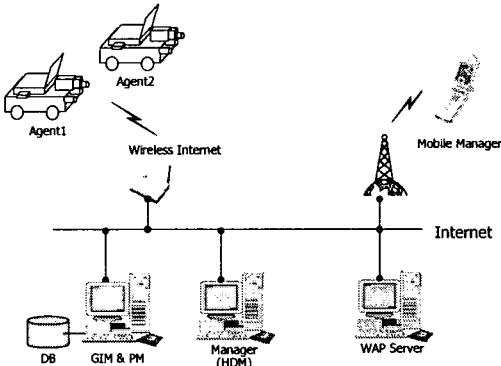


그림 1. 통합 에이전트 제어시스템의 구성

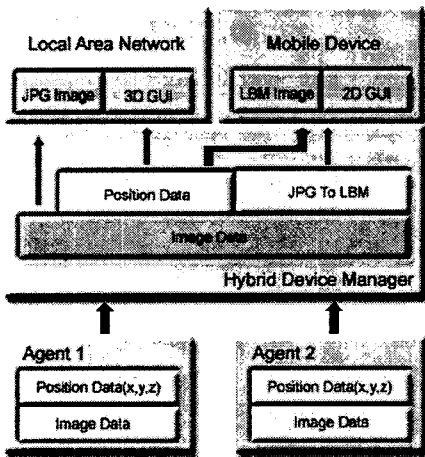


그림 2 HDM (Hybrid Device Manager)

## 2. 통합 에이전트 제어 시스템의 구성

본 논문에서 제안하는 통합 에이전트 제어 시스템은 그림 1과 같이 매니저(Manager), 에이전트(Agent), 위치 검출 모듈(Positioning Module), 지리정보 모듈(Geographic Information Module), WAP 서버, 및 모바일 매니저로 구성된다. 에이전트는 이동 로봇으로서 전방의 영상을 입력하는 영상 입력장치, 방해물 감지를 위한 거리검출기, 구동부, 및

호스트 컴퓨터로 구성이 된다. 에이전트는 매니저로부터 이동과 관련한 임무를 지시 받고, 목표지점을 위한 경로를 결정하고, 스스로 이동하며 장애물을 회피할 수 있는 기능을 가지고 있다. 매니저는 에이전트와 무선 인터넷으로 통신하면서 임무를 전달하고 에이전트의 전방 영상을 수신하며, 위치 검출모듈로부터 에이전트의 위치 정보와 지리정보모듈로부터 현재의 에이전트 위치가 포함된 지도를 DB로부터 얻는다. 매니저에 내장된 HDM은 에이전트와 관련된 정보를 혼합현실과 모바일 환경에 적절한 데이터로 가공하여 전달하는 역할을 수행한다. 매니저 상에는 혼합현실이 구현되어 있어서 3D 가상공간에서 명령을 전달하고 이동에 따른 에이전트의 동작을 표시함과 동시에 현재의 에이전트의 전방영상을 표시하여 실시간의 감시가 가능하다. 위치검출모듈은 에이전트의 현재의 위치를 검출하는 모듈로서 본 논문에서는 천장에 위치한 카메라를 이용하여 에이전트의 상위에 있는 LED 영상을 입력하여 이로부터 위치 데이터(x, y,  $\theta$ )를 실시간으로 검출하여 전송한다. 지리정보 모듈은 에이전트가 임의의 위치로 이동할 때 이동과 관련된 지도정보를 제공하는 기능을 한다. WAP 서버는 WML을 이용하여 모바일 서비스를 받을 수 있는 페이지를 구성하고 에이전트의 전방의 영상 정보나 에이전트의 위치 정보를 실시간으로 전송한다. 또한 HTTP서비스를 위한 Apache 2.0을 설치하고, Jakarta-Tomcat 4.01을 설치하여 DB 연동함으로써 Servlet과 Jsp서비스를 위한 엔진으로서 동작하게 한다. 일반적인 HTTP서비스라면 Apache설치후 기본적인 설정만 변경하면 가능하나 WAP 서비스에 접속하기 위하여 mine.type의 설정에서 .wml 파일을 읽을 수 있도록 설정을 추가한다. 모바일 매니저는 모바일 폰으로서 WAP 서버에 저장된 모바일 애플리케이션을 다운받아서 실행하게 된다. 애플리케이션은 모바일 매니저에서 에이전트 전방의 영상과 현재의 위치를 표현해 준다.

에이전트의 전방에 설치된 카메라로부터 입력된 영상을 압축된 상태로 매니저에게 전송하고, 매니저의 HDM을 거쳐 3D 인터페이스 화면의 영상 표시부에 표시된다. 또한 모바일 디바이스로 전송되기 위해 영상데이터가 가공이 된 후 이를 WAP 서버를 이용하여 모바일 폰에 전송이 된다. 위치 검출모듈로부터 얻어진 에이전트의 위치정보는 에이전트 자체로 보내짐과 동시에 매니저로 전송이 된다. 이 데이터는 3D 가상공간에 3차원으로 에이전트의 현재 위치를 표시하게 하며 가상공간에서 마우스 등으로 임무를 지시하거나 에이전트 자체를 온라인으로 제어할 수 있게 한다. 위치 데이터는 매니저의 HDM 상에서 가공되어 2차원 영상으로 표시되고 이 영상을 WAP 서버로 통해 모바일 폰에 전달 되도록 한다. 따라서 에이전트의 현재위치나 전방의 영상이

가상공간과 모바일 폰 화면에 동시에 표시가 된다. 또한 에이전트를 직접 제어 할 경우 3D 가상공간에서는 마우스를 이용하여 제어 데이터를 입력하고 모바일 폰에서는 버튼을 사용하여 입력하게 되며 이 정보는 각각 HDM에서 처리되어 에이전트로 전달된다.

### 3. Hybrid Device Manager(HDM)

본 논문에서는 유무선 LAN 환경이나 모바일 환경에서 어느 곳이든 에이전트의 제어가 가능하도록 시스템을 구성하였다. HDM은 각각의 에이전트로부터 들어오는 데이터를 매니저의 환경에 적합하도록 변환하여 정보를 제공하는 역할을 한다. 그림 3에서 보는 것과 같이 에이전트로부터 위치 데이터와 영상을 HDM으로 전송하면 영상 데이터의 경우 jpg형식과 LBM형식으로 각각 변환되어 장치에 따라 다른 형식의 정보를 제공한다. 유무선 LAN 환경의 경우는 PC 환경으로서 하드웨어적인 자원이 풍부하고 고속의 데이터 전송이 가능하므로 가상의 3D 공간에 지도정보 모듈로부터 얻어진 정보를 이용하여 지도데이터로부터 3D 환경을 구성한다. 따라서 HDM은 에이전트의 실제 영상과 위치 정보를 전달해 주면 가상현실 인터페이스로서의 역할을 하게 된다. 그러나 모바일 환경의 경우는 하드웨어 자원과 통신 속도의 한계로 인하여 2D GUI 환경을 구성하고 영상 정보도 LBM 형식으로 전달해 준다. 모바일 폰의 경우 서비스 제공회사마다 LBM 또는 MBMP 등으로 지원하는 포맷이 다르기 때문에 에이전트로부터 받은 이미지를 변환시킨 후 전송한다.

### 4. 모바일 환경에서의 데이터 송수신 및 제어

#### 4.1 영상 송수신

Java 환경에서는 CLDC라고 하는 Configuration을 가지고 있다. 이것은 Java 언어의 기본적인 특성 외에도 네트워킹을 위한 J2ME의 패키지들을 가지고 있다. CLDC를 기본으로 하여 J2ME의 Profile인 MIDP를 확장함으로써 모바일 애플리케이션을 위한 플랫폼을 만들고 있다.

MIDP 네트워크 상에서 Connection은 최상위 인터페이스로서 가장 기본적인 Connection 클래스의 open() 메서드를 이용하여 Connection형의 객체를 얻은 후 다시 이 객체를 통해 OutputStream과 InputStream 얻어 데이터의 입출력을 할 수가 있다. Interface들은 최상위의 Connection 인터페이스를 상속하고 있으므로 Httpcon-Connection을 얻든지 또는 Socket이나 Datagram Connection을 얻기 위해서 모두 Connection.open() 메서드를 사용하여 Connection을 얻을 수 있다. MIDlet 작성자는 서버

와 접속하기 위해 일단 Connection.open() 메서드의 인자를 적절히 바꾼 후 이 메서드를 호출하면 Connection인터페이스를 구현한 StreamConnection이나 HttpConnection등의 객체를 얻을 수 있다. 이러한 방식으로 MIDlet을 작성하여 서버에 접속하여 LBM 포맷의 영상을 연속적으로 호출하게 된다. 따라서 현재의 영상을 실시간으로 연속적으로 수신하여 통신 트래픽에 따라 일정한 프레임 수의 동영상을 볼수 있게 된다.

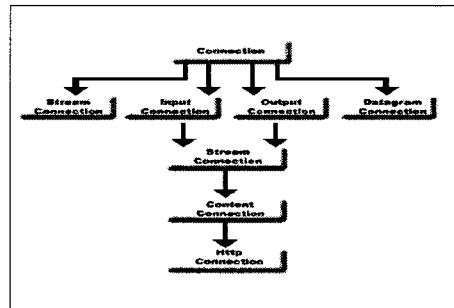


그림 3 General Connection Framework

#### 4.2 제어 데이터 송수신

긴급 상황이 발생할 경우 에이전트를 직접 제어할 필요가 있으며 이때도 역시 모바일 상에서 제어가 가능하여야 한다. 모바일 매니저를 이용하여 에이전트를 제어하기 위해서는 모바일 폰의 버튼을 KeyPress 값에 각각 연결한다. 모바일 폰은 제한적 자원을 가지고 있으므로 각각의 움직임은 WAP Server의 데이터 베이스상에 구축하고 에이전트의 동작 즉 좌우를 미리 설정해 놓고 모바일 매니저로부터 받은 KeyPress 값을 연결하여 움직임을 제어 한다.

#### 4.3 에이전트의 위치표시

모바일 매니저를 이용하여 에이전트의 위치를 모니터링하기 위해서는 현재의 위치를 보여줘야 한다. 이를 위해 위치 검출모듈로부터 얻어진 위치 데이터(x, y,  $\Theta$ )를 매니저 상에서 HDM을 통하여 모바일 매니저로 전송한다. 이때 배경화면은 지도정보 모듈로부터 얻어진 데이터를 2차원적으로 표현하고 여기에 에이전트의 위치 데이터를 실시간으로 연속으로 받아서 배경 상에 사각형으로 표현한다.

### 5. 실험 및 고찰

본 논문에서 제안한 통합 에이전트 제어 시스템을 구성하고 자체 제작한 이동 로봇 시뮬레이터를 에이전트로 설정하고 실험하였다. 그림 4는 출발점에 위치한 로봇 에이전트이며 전방에 임의의 지형을 보여

주고 있다. 로봇 에이전트와 매니저 사이어 통신을 위해 무선 Hub와 무선 Lan을 이용하였다. 이동 로봇의 전방에 USB카메라와 레이저를 이용한 거리 검출기를 장착하였고 입력영상이 동시에 전송이 될 수 있도록 하였다. 본 논문에서 구성한 매니저의 3D GUI 화면의 원격 감시용 화면을 그림 5에서 보여주고 있다. 좌편에는 3차원적인 가상공간이며 우측 상부에는 작업상황을 감시하기 위한 동영상 표시 공간이다. 모바일 매니저는 삼성전자의 SCH-X430 컬러 모바일 폰을 이용하여 실험하였다. 최초의 접속 시에는 SK-VM 마법사가 실행되어 해당 Midlet 애플리케이션을 다운받게 된다. 애플리케이션이 실행되면 네트워크를 통하여 데이터를 송수신하게 된다. 먼저 모바일 폰의 영상을 설정하면 에이전트 전방의 영상은 매니저의 HDM에서 LBM 포맷의 영상 데이터로 변환되어 그림 6과 같이 모바일 폰의 화면에 표시하여 준다. 현재의 에이전트의 위치를 확인할 경우는 모바일 폰의 위치를 설정하면 그림 7과 같이 현재의 에이전트의 위치를 2차원 지도상에 표시하여 준다. 실험 결과 초당 1 프레임 이상의 실시간 동영상 이미지를 표시하였다.



그림 4 에이전트와 이동환경

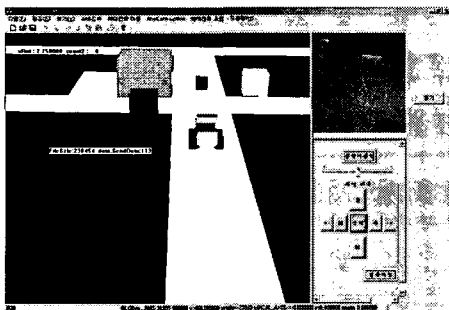


그림 5 매니저의 혼합현실 인터페이스

## 6. 결 론

본 논문에서는 모바일 로봇을 제어하기 위한 3D 가상공간과 동시에 모바일 환경에서도 제어가 가능한 통합 에이전트 제어 시스템을 제안하였다. 동일한 에이전트의 정보를 가상공간과 모바일 환경에서 표

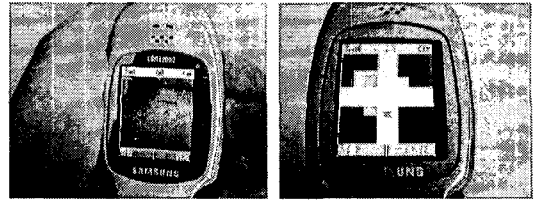


그림 6 영상 실행화면      그림 7 위치 실행화면

시하거나 사용자와 인터페이스하기 위하여 에이전트의 위치 정보나 영상 정보를 HDM을 이용하여 각각의 정보를 가상공간과 모바일 환경에 적합하게 변환하여 주었다. 또한 유무선 인터넷 환경에서는 3D 가상의 공간을 구성하여 에이전트의 제어와 감시가 가능하도록 하였으며 모바일 환경에서는 최소화된 하드웨어 및 소프트웨어 환경에서 영상과 에이전트의 위치를 2D 화면에 표시하였다. 실험결과 모바일 환경에서 LAN 환경과 동일하게 제어가 가능하게 됨으로서 사용자가 이동 중에서도 로봇이나 자동화시스템의 제어가 가능함을 보였다. 아직은 속도가 제한되고 있으나 새로이 등장하는 모바일 API나 IMT2000 등의 환경에서는 보다 양질의 모바일 제어가 가능할 것이다. 제안한 시스템은 가정용 및 산업용 로봇의 제어 및 게임 및 국방 원격 의료분야에 널리 쓰여질 수 있을 것으로 기대된다.

## 참고문헌

- [1] R. Cipolla and N. J. Hollinghurst, "Human-robot Interface by Pointing with Uncalibrated Stereo Vision," *Image and Vision Computing*, vol. 14, no.3, pp.171-178, 1996.
- [2] S. Moorehead, R. Simmons, D. Apostolopoulos, and W. L. Whittaker, "Autonomous Navigation Field Results of Planetary Analog Robot in Antarctica", *International Symposium on Artificial Intelligence, Robotics and Automation in Space*, June, 1999.
- [3] YuichiOhta and Hideyuki Tamura, *Mixed Reality*, Ohmsha, Tokyo, 1999
- [4] P. Milgram and J Ballaantyne, "Real World Teleoperation via Virtual Enviroment Modeling," *Proc. 7th Int'l Conf. on Artificial Reality and TelepExistance*, pp.1-9,1997
- [5] E Kaasinen et. al., *Two Approach to bringing Internet Services to WAP devices*, "Computer Network", no. 33, pp.231-246, 2000.