

# 웹 브라우저를 이용한 원거리 로봇 조작 시스템 구현

## Implementation of Remote Control System of Robot using Web Browser

\*선상준, 이동욱, 심귀보  
중앙대학교 전자전기공학부

Tel : 02-820-5319; Fax : 02-817-0553 ; E-mail : kbsim@cau.ac.kr

Sang-Joon Sun, Dong-Wook Lee, Kwee-Bo Sim

School of Electrical and Electronic Engineering, Chung-Ang University

Tel : 02-820-5319; Fax : 02-817-0553 ; E-mail : kbsim@cau.ac.kr

### Abstract

In this paper we implement a robot system consisted of mobile tele robot to be controlled by client through web browser. Newly Internet is connected to all network of the whole world. If client uses the network like this, client can control direction of a robot that is selected in free place. In this study, system is embodied in using robot that can move freely in plan place and ccd camera that can grab robot image. System transmit image data of ccd camera to java server that is placed in web server of internet that is used by client. Java server display incoming data in home page using java applet. Then web browser offer robot image to client and client send remote control signal to robot. Control signal is transmitted to robot by java server and robot receiving signal moves toward direction wanted by client.

### 1. 서론

현재 TCP/IP 프로토콜을 이용한 인터넷은 많은 발전과 확장으로 정보화 사회로 전진하는 첨병으로 일컬을 만큼 많은 정보 교류의 장으로 이용되고 있다. TCP/IP라는 단일한 프로토콜로 연결되어 있기 때문에 동일한 서비스에 의해 어디서나 누구든지 인터넷을 통하면 같은 정보를 공유할 수 있다.

인터넷에서 제공하는 정보 서비스의 한 형태인 웹 브라우저를 이용한 인터넷 통신망의 특징은 기존의 통신망과 달리 투명성과 범용성을 가진다는 것이다. 즉, 웹 브

라우저를 통해 정보를 제공하기 때문에 보는 방법과 형식이 어느 곳에서나 동일한 형태를 유지하는 투명성을 제공하며, 또한 특정한 개인을 상대로 한 기존의 통신망과는 달리 누구든지 사용이 가능한 범용성을 가지고 있다. 따라서 인터넷 통신망을 이용하면 누구든지 어디서든 원하는 정보의 검색과 이용이 가능하다. 최근 이와 같은 인터넷 통신망의 이점을 이용한 원격조작 로봇에 대한 관심이 높아지고 있다[1-4]. 본 논문에서는 웹 브라우저를 통하여 원거리에서 있는 로봇을 사용자의 조작으로 이동하는 시스템을 구현하였다.

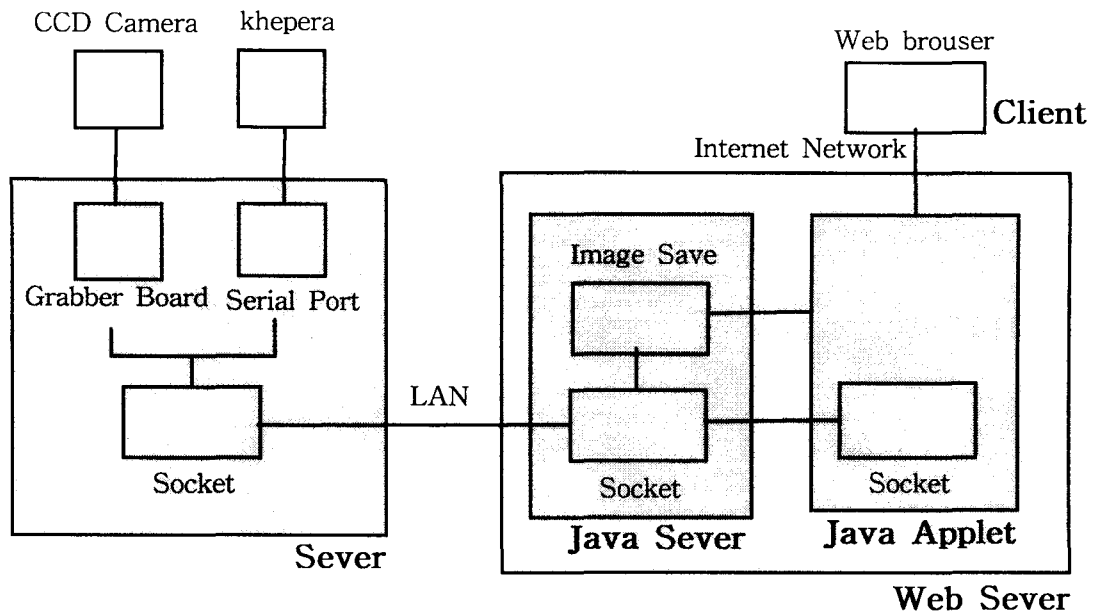


그림 1. 전체 시스템 구성도

## 2. 원격 시스템 구성

웹 브라우저를 이용한 원격 로봇 조작 시스템은 3부분으로 구성되어 있다. 로봇과 연결되어 있는 로봇 서버, 웹 서버에서 로봇 서버와 자바 애플릿을 연결해 주고 영상 신호를 저장하는 역할을 하는 자바 서버, 웹 브라우저에 영상 정보와 원격조작 인터페이스를 제공하는 자바 애플릿으로 구성되었다.

로봇 서버는 서버에서 신호를 받아들여 평면 공간에서 자유롭게 이동할 수 있는 로봇과 로봇의 이동모습을 보여주는 CCD 카메라, 영상 정보와 로봇제어 신호를 중계해주는 소켓으로 구성되었다. 자바 서버는 웹 서버 내부에 존재하여 로봇 서버에서 보내오는 영상 정보를 저장하는 저장 부분과 애플릿의 로봇 제어신호를 로봇 서버에 보내주는 신호 중계부분으로 구성되었다. 자바 애플릿은 사용자가 웹 브라우저를 사용하여 로봇을 제어하는 인터페이스 부분을 갖추고 있다. 그림 1은 웹 브라우저를 이용한 원격 로봇 조작 시스템의 전체 구성도이다.

### 2.1 이동 로봇

원격조작의 대상이 되는 하드웨어는 자율이동로봇이다. 본 연구에서는 연구용으로 많이

활용되고 있는 Khepera 로봇을 이용하여 원격조작시스템을 구성하였다. Khepera 로봇은 기본 이동로봇 본체에 카메라나 gripper와 같은 추가적인 옵션 터릿(turret)을 장착할 수 있어서 원격조작 로봇 시스템에 매우 적합하다. 그림 2는 Khepera 로봇의 본체에 CCD 카메라 터릿을 장착한 모습이다.

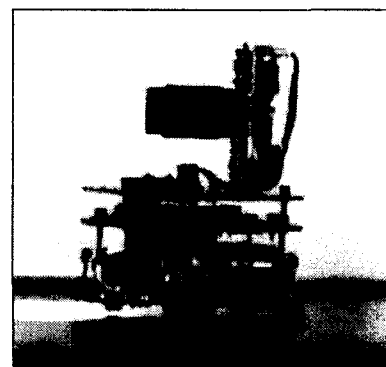


그림 2. CCD 카메라를 장착한 Khepera 로봇

Khepera는 serial port를 이용하여 컴퓨터와 통신한다. 즉 serial line을 통하여 영상 신호와 로봇의 센서정보를 컴퓨터로 전달해 주고 컴퓨터로부터 오는 제어신호를 받아들인다.

평면공간에서 자유롭게 움직임이 가능한 khepera는 자신의 위치를 확인하고 움직임이 가능한 성능을 가지고 있으며 터릿을 장착하지 않은 상태에서의 크기는 지름 55mm, 높이 33mm

이다. 움직임 제어는 각 바퀴에 두 개의 다른 모터를 이용하여 전진과 후진 및 제자리에서의 회전이 가능하며 자신의 주변 환경을 인식할 수 있는 빛 감지 센서와 거리 측정 센서가 전 방향으로 6개 장착 되어있다. Khepera는 자체 적으로 서버에서 원격조작이 가능한 프로토콜 을 내장하고 있어서 RS232 serial line을 통한 제어가 가능하다[5].

## 2.2 영상처리

원거리 조작을 위해선 로봇의 위치와 물체와 의 거리등을 센서를 통해 사용자에게 알려주어 야 한다. 환경 정보를 제공하는 센서의 역할은 중요하다. 정보의 형태가 단순히 수치 형태이면 사용자가 인지하고 판단을 내리기엔 부적합 한 정보가 될 것이다. 사용자가 컴퓨터가 아닌 사람인 것을 감안하면 원격조작의 센서 정보형 태는 영상신호가 가장 빠르게 인식될 것이다.

CCD 카메라 터킷은 Khepera에 직접 부착하 기 때문에 Khepera의 움직임을 쉽게 감지할 수 있고, 주변 환경의 상태를 비교적 자세히 전송 하기 때문에 원격 조작을 통하여 환경의 변화 에 능동적으로 대처할 수 있다. Khepera CCD 카메라는 NTSC방식의 신호를 전송하며 이 신호 를 서버에서 Display 가능한 신호로 전환하기 위해 한 화면으로 잡아주는 Grab Image Board 를 사용하였다. 이 Board는 Khepera CCD 카메 라로부터 오는 Component Color 형태의 신호를 640×480 pixel의 크기의 12.27MHz로 sampling 하여 Image Low Data Format을 만들어 준다 [6]. 이 과정을 거친 후에 CCD 카메라 신호를 컴퓨터에서 이미지 화면으로 Display 할 수 있게 된다. 이 신호를 웹 브라우저에서 보기 위 한 데이터로 압축 및 전송을 하는 데 이는 로 봇 서버에서 담당한다.

## 2.3 로봇 서버

Khepera 조작과 영상정보의 압축 및 전송을 하는 역할은 로봇 서버에서 맡는다. 전송을 위 해 사용한 것은 서버 운영체제에서 사용하는 윈소켓(win socket)을 사용하였다. 이 소켓은 TCP/IP 프로토콜을 이용하는 네트워크 프로그 램을 개발하기 위한 인터페이스이다. 소켓을

이용하면 어플리케이션 프로그램은 트랜스포트 계층 이하의 통신기능을 사용할 수 있다. 로봇 서버는 윈소켓을 이용하여 TCP/IP 프로토콜에 의해 자바 서버와의 연결을 설정해 주어 쌍방 향 통신을 가능하게 한다. 또한 자바 서버로 들어오는 로봇 조작 명령을 받아 Khepera의 원 거리 조작을 위한 Serial 통신을 설정하고, Khepera가 움직여 변환하는 환경을 Khepera CCD 카메라가 잡은 영상 정보로 압축하여 자바 서버측으로 보내 영상에 의한 환경변화 및 Khepera 움직임의 방향 등을 알려준다. 하드웨 어 설정과 window에서의 호환성을 위해 WIN32API를 이용한 C 언어로 어플리케이션을 프로그래밍 하였다. 그림 3은 로봇 서버를 실행한 모습이다. 보이는 화면은 미로상에서 로 봇이 잡은 영상을 보여준다.

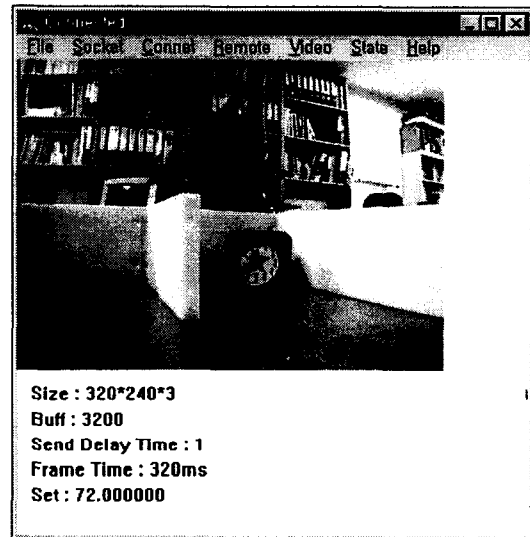


그림 3 로봇 서버

## 2.4 자바 서버

웹 서버에서 구동되는 자바 서버는 자바 애플릿과 연결되어 사용자의 로봇 조작 신호를 로 봇 서버에 전달한다. 또한 로봇 서버에서 제공 하는 영상 정보를 저장하고 자바 애플릿으로 연결해주는 역할을 한다. 중간 단계로서의 자 바 서버가 존재함으로써 로봇과 카메라가 웹 서버에 존재하지 않아도 다른 공간에서의 컴퓨 터와 연결된 로봇과 카메라의 조종과 정보를 연결할 수 있어 공간상의 확대가 가능하다.

자바 서버의 중추적 역할을 맡는 자바 소켓은

자바언어를 이용하여 만들어 졌다. 자바언어는 어떤 플랫폼에서도 동일하게 작동한다. 따라서 자바 프로그램은 네트워크를 통해서 쉽게 연동할 수 있고 기본적으로 강력한 보안 시스템으로 구축된다.

## 2.5 자바 애플릿

자바 애플릿은 사용자의 원거리 로봇 조작용을 위한 인터페이스를 가지고 웹 브라우저에서 구현된다. 따라서 웹 브라우저를 사용하는 곳이면 어디서나 사용이 가능하다. 또한 언제나 같은 모양으로 구현되므로 투명성이 제공된다.

자바 애플릿은 조작 신호의 전송을 위해 자바 소켓을 이용하여 웹 서버에 있는 자바 서버와 연결을 한다. 또한 자바 서버에서 보내주는 영상 정보를 사용자에게 보여주는 역할을 한다. 그림 4는 자바 애플릿을 실행한 모습이다.

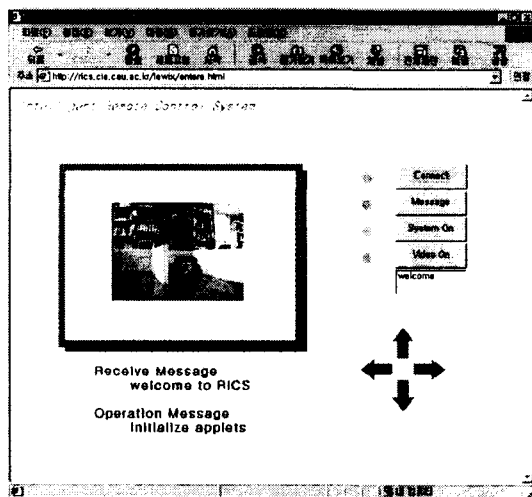


그림 4. 자바 애플릿

## 3. 결론

인터넷 통신망은 전 세계의 모든 장소와 연결되어 있기 때문에 그 응용에 무한한 가능성을 가지고 있다고 할 수 있다. 이러한 인터넷 통신망을 이용한 원거리 조작은 어느 곳에서도 누구든지 접근 가능한 시스템 형성을 목표로 하고 있다. 그렇지만 인터넷 통신망을 이용한 원격조작을 구현함에 있어 가장 큰 문제는 시간 지연과 전송과정 중에 생기는 패킷분실에 따른 정보손실에 있다. 전송망의 속도는 한계

가 있으며 보내는 데이터의 크기로 인하여 데이터를 보내는 시간과 양의 한계가 생긴다. 결국 이러한 한계로 보낸 시간과 받는 시간 사이에 시간 지연(delay)이 발생하게 된다. 이러한 시간 지연은 실시간 제어를 불가능하게 한다. 또한 전송망의 패킷분실로 인하여 정확한 정보의 전송이 이루어지지 않을 수 있는데, 이에 따라 영상정보와 같이 큰 데이터를 보낼 때는 네트워크의 속도와 시간지연을 염두에 두어야 한다.

본 연구에서는 인터넷을 통한 원거리 로봇 조작 시스템의 구현을 목표로 하여 웹 브라우저를 이용한 시스템을 구성하여 실험하였다. 앞으로 시간지연 문제와 실시간 제어문제를 해결하기 위한 방법에 대하여 더 깊은 연구를 수행할 예정이다.

## 감사의 글

본 연구는 정보통신 우수시범학교 지원사업(98-144)에 의해 수행되었음

## 참고 문헌

- [1] K. Tanaka, E. Nakagawa, M. Itou, N. Mizuno, T. Yamada, E. Shimizu, K. Kagayama, "An Internet-based Tele-robot Environment for A Time Critical Task," *Proc. of IEEE International Conference on System, Man, and Cybernetics*, pp. 1106-1110, 1999
- [2] T. Sekine, T. Suzuki, K. Kawabata, T. Fujii, H. Asama, K. Sato, I. Endo, "Mobile Robot Teleoperation System Utilizing Virtual World," *Proc. of IROS '99*, vol. 3, pp. 1727-1730, 1999.
- [3] I. Hara, "인터넷을 이용한 원격 조작 시스템," *일본로봇학회誌*, vol. 17, no. 4, pp 477-480, 1999.
- [4] T. Matsumaru, "통신회선 ISDN을介した로봇의 원격 조작," *일본로봇학회誌*, vol. 17, no. 4, pp. 481-485, 1999.
- [5] *Khepera User Manual*, 1998.
- [6] *Matrox Corona Installation and Hardware Reference*, 1998.