

# 인터넷 기반 이동로봇의 원격제어

## Internet Based Remote Control of a Mobile Robot.

최 미 영\*, 박 장 현\*\*, 김 성 환\*\*\*

(Mi-Young Choi, Jang-Hyun Park, Seong-Hwan Kim)

**Abstract** - With rapidly growing of computer and internet technology, Internet-based tele-operation of robotic systems has created new opportunities in resource sharing, long-distance learning, and remote experimentation. In this paper, remote control system of a mobile robot through the internet has been designed. The internet users can access and command a mobile robot in the real time, receiving the robot's sensor data. The overall system has been tested and its usefulness shown through the experimental results.

**Key Words** : tele-operation, internet, mobile robot, web browser

### 1. 서 론

최근 인터넷의 급속한 발달과 보급에 힘입어, 사용자는 어떤 장소와 어떤 시스템에서든지 WWW(World Wide Web)을 이용하여 원격지의 시스템에 매우 쉽고 경제적으로 접근할 수 있게 되었다. 이러한 인터넷의 발달은 시스템을 원격지에서 접속하여 제어하고 감시할 수 있는 인터넷 기반 원격 제어에 관한 많은 연구와 관심을 증대시키고 있다. 인터넷 기반 원격 제어 시스템은 사용자들이 친숙한 웹 브라우저를 사용함으로써, 특별한 소프트웨어에 대한 지식 없이 쉽게 시스템을 접근할 수 있고, 경제적으로도 별도의 소프트웨어가 필요치 않은 장점을 가지고 있다. 또한 각종 시스템의 작동 상태를 그래픽 인터페이스를 통하여 쉽게 확인하고, 필요시 원격 조작 가능하며 현장에 설치된 센서 등의 매체를 이용하여 상태를 직접 확인할 수 있어, 시간적으로나 공간적으로 많은 효율성을 가지고 있다. 원격제어 시스템의 활용 분야는 오염 지역 탐사, 핵 산업, 군수 산업 등과 같이 인간이 작업할 수 없는 위험한 환경에서의 정보 수집 및 작업 등에 사용될 수 있으며, 이외에도 인터넷 기반 가상 실험실, Home Automation 등의 다양한 분야에 적용될 수 있다.[1]-[3]

지금까지의 로봇 시스템은 단순, 반복적인 일을 수행하는 분야에 주로 사용되었지만, 로봇에 관한 관심의 증대와 많은 연구에 힘입어 인간의 단순한 노동력을 대신해 주는 일 뿐만 아니라, 우주 탐사, 원격 수술과 같은 다양한 분야로 그 응용 분야가 확대되고 있으며, 최근에는 인간의 일상생활에 편의를 제공하는 가정용 로봇이 등장하기까지에 이르렀다.[4]-[5]

본 논문에서는 인터넷을 이용하여 원격지의 이동 로봇을 제어하고, 상태 및 정보를 확인할 수 있는 원격 제어 시스템을 구현하고자 한다. 사용자는 Client의 하드웨어와 상관없이 웹 브라우저를 통하여 서버에 접속하고, 이동 로봇을 원격지에서 직접 제어할 수 있으며, 로봇의 위치 및 상태는 CCD 카메라를 이용하여 영상으로 웹 브라우저 상에 보여 진다.

### 2. 원격제어 시스템

#### 2.1 원격제어 시스템 구성

원격제어 시스템의 하드웨어는 그림 1과 같이 서버 시스템, 클라이언트 시스템, 로봇 제어 시스템으로 구성된다. 서버 시스템과 로봇 제어 시스템은 현대의 PC에 구현되었고, 직렬 통신을 통하여 이동 로봇을 제어한다. 로봇의 위치와 상태는 CCD 카메라와 영상처리 시스템을 사용하여 처리된 이미지를 서버에서 클라이언트로 전송한다. 클라이언트 시스템은 원격지에서 인터넷을 이용하여 웹 서버에 접속하고, Html 과 Active-X를 다운로드하여 웹 브라우저 상에서 로봇을 제어하고 상태를 확인할 수 있다.

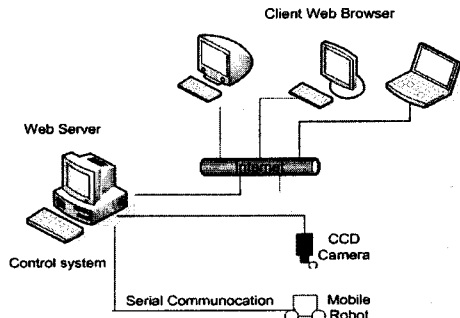


그림 1 원격 제어 시스템 하드웨어 구조

#### 저자 소개

- \* 準 會 員 : 木浦大學 制御시스템工學科 碩士課程
- \*\* 正 會 員 : 木浦大學 制御시스템工學科 專任講師·工博
- \*\*\*正 會 員 : 木浦大學 制御시스템工學科 助教授·工博

그림 2는 원격제어시스템의 소프트웨어 구성을 나타낸다.

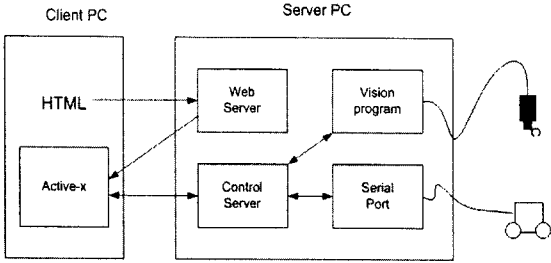


그림 2 원격 제어 시스템 소프트웨어 구성

## 2.2 로봇 제어 시스템

로봇 제어 시스템은 이동로봇을 제어하기 위한 프로그램으로 TCP/IP 소켓 생성, 직렬통신, 영상압축 등으로 이루어졌다. 클라이언트가 서버에 접속하면 소켓을 생성하여 클라이언트의 명령을 로봇에게 전달한다. 그리고 CCD 카메라로부터 넘어오는 영상을 압축하여 클라이언트에게 보여준다. 이 시스템 소프트웨어는 visual C++로 프로그래밍 하였다. 그림 3은 클라이언트의 명령을 로봇에게 전송하고 로봇의 이미지와 정보를 서버로 전달하는 인터페이스 화면이다..

이동로봇은 Micro 386 CPU 보드와 2개의 스텝핑 모터, 초음파센서1개, 적외선센서로 구성되어 있고 제어시스템과 직렬통신을 통하여 명령과 상태를 주고받는다.

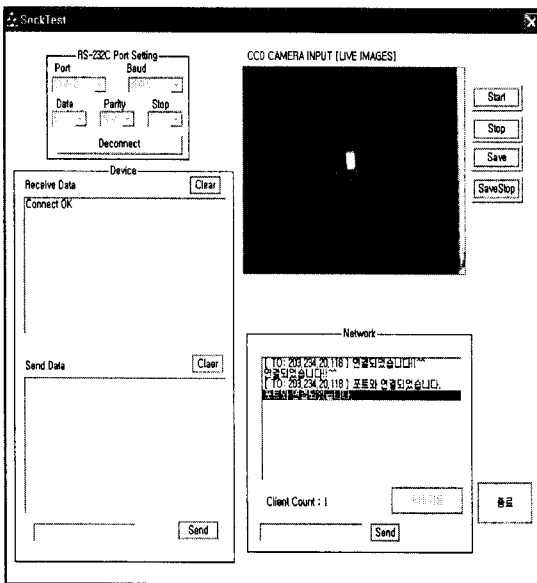


그림 3. 로봇 제어 시스템 인터페이스

## 2.3 서버 제어 시스템

서버 시스템은 네트워크 프로그램을 Active-x로 구현하였다. 클라이언트가 접속을 하였을 때, 클라이언트의 웹 브라우

저로 네트워크 프로그램을 다운로드하여 클라이언트의 웹 브라우저에 사용자 인터페이스를 구성한다. 네트워크 프로그램은 소켓을 생성하여 클라이언트가 로봇에게 명령을 내릴 수 있도록 하였으며, 다수의 클라이언트가 접속하였을 경우 일관성 있는 명령체계를 위해서 첫 번째 접속 클라이언트에게 로봇 제어 권한을 주며, 나머지 접속한 클라이언트는 로봇의 움직임만 볼 수 있도록 하였다. 본 논문에서는 인터넷 웹 서버 중 아파치를 윈도우 환경에 설치하여 웹 서버를 구성하였다.

## 2.4 클라이언트 시스템

클라이언트는 브라우저를 통하여 웹 서버에 접속하면 네트워크 프로그램이 다운로드되어 실행되고 여기서 GUI를 통하여 명령을 내리면 생성된 소켓을 통하여 로봇으로 전송된다. 클라이언트는 웹 서버에 접속하기 위해서 기본적으로 웹 브라우저가 설치되어 있어야하고 인터넷이 가능해야 한다. 그림 4는 클라이언트의 웹 브라우저에 네트워크 프로그램이 실행됨을 보여준다.

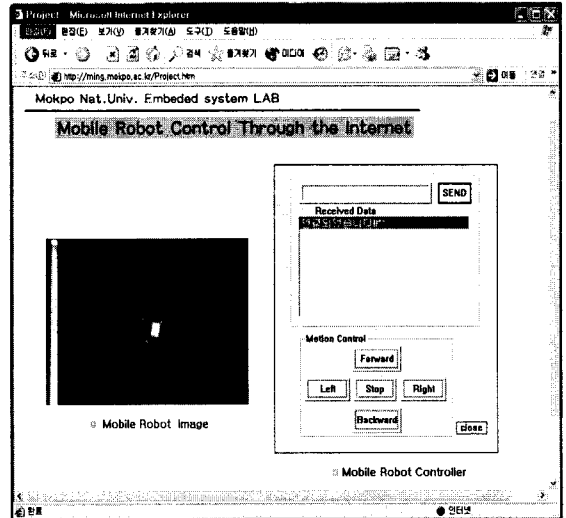
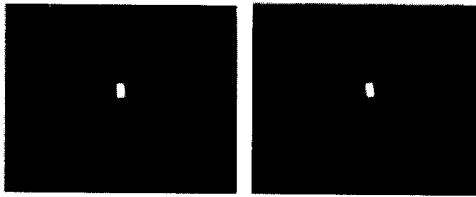


그림 4. 클라이언트 시스템 사용자 인터페이스

## 2.5 영상압축 및 전송

이동로봇의 움직임을 실시간으로 클라이언트에 출력하기 위해서는 CCD카메라로부터 입력된 영상데이터 양을 최소화 하는 압축 알고리즘이 필요하다. 본 논문에서는 CCD카메라에 입력된 영상 정보를 압축하기 위해 정지 영상 압축 알고리즘의 표준인 JPEG을 이용하여 압축 한다[8]. 캡처보드의 영상 데이터는 JPEG 압축을 통하여 압축된 데이터가 클라이언트로 전송된다. 320×240 크기의 원 영상은 225KB이며, 압축시 1/50 이하로 압축이 가능하며 4.22KB까지 압축하였다. 원 영상과 압축 영상의 이미지는 그림 5와 같으며 영상 데이터의 손실을 거의 느낄 수 없었다.



(A) 원 영상 (B) 압축 영상  
그림 5. 원 영상과 압축 영상 비교

### 3. 실험 및 검토

실험은 가로 108cm, 세로 108cm의 경기장을 주변 환경으로 설정하였다. 서버측 PC 사양은 Pentium 4, CPU 2.80GHz 이고 O/S는 Windows XP 이다. 이미지 처리를 위해 CCD 카메라, 320×240 픽셀의 컬러 프레임 그래버(Grabber)를 사용하였다. 로봇의 이동 명령은 클라이언트의 웹 브라우저를 통해 로봇의 움직임을 보면서 F(Foward) → S(Stop) → R(Right) → S(Stop) → L(Left) → S(Stop) 순으로 명령을 내렸다. 그림6은 클라이언트의 명령이 원격지의 로봇제어 시스템에 전달된 결과이다. 그림 7은 명령에 따른 로봇의 움직임을 보여준다.

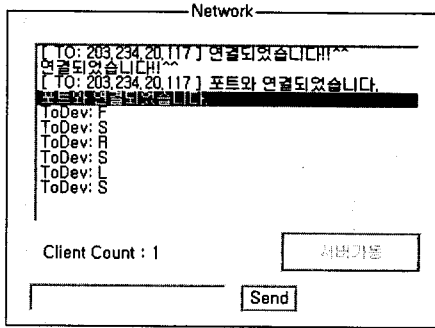


그림 6. 이동 명령 전송

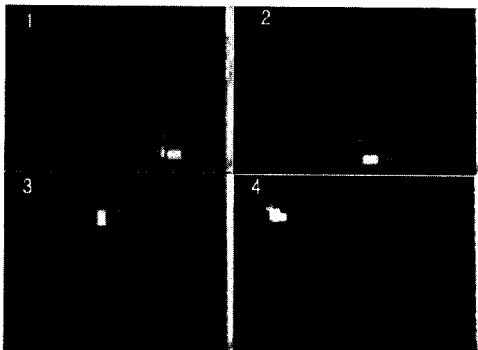


그림 7. 로봇의 이동

### 4. 결론

본 논문에서는 인터넷을 이용하여 웹 브라우저 상에서 이동로봇을 원격제어 하기 위한 시스템을 설계하였다. 사용자는 기존의 웹 브라우저를 이용하여 원격지의 로봇에 손쉽게 접속하여 로봇의 상태를 실시간으로 모니터링하면서 직접 제어할 수 있었다. CCD 카메라를 통해 받은 영상 데이터는 영상 처리 알고리즘을 사용하여 JPEG로 압축하고 클라이언트 PC로 보냄으로써 실시간으로 원격지 로봇에 대한 정보를 처리할 수 있었다. 향후 연구 과제로는 이동 로봇의 경로 생성, 장애물 회피, 이동 로봇의 환경에 대한 보다 정확한 정보 제공을 위하여 실시간 동영상 전송 알고리즘에 대한 연구가 요구된다.

### 참 고 문 헌

- [1] Han, K.-H., S. Kim, Y.-J. Kim, S.-E. Lee, and J.-H. Kim, "Implementation of Internet-based Personal Robot with Internet Control Architecture," in Proc. IEEE Int. conf. Robot. Automat., pp.217-222, May 2001
- [2] K. Brady and T. J. Tarn, "Internet-based Remote Teleoperation," in Proc. IEEE Int. Conf. Robot. Automat., pp. 65-70, May 1998.
- [3] R. Oboe and P. Fiorini, "A Design and Control Environment for Internet-Based Telerobotics," Int. Journal of Robotics Research, vol. 17, no. 4, pp. 433-449, Apr. 1998.
- [4] J. Ota and T. Arai, "A Hybrid Technique to Supply Indoor Service Robots," in Proc. IEEE Int. Conf. Robot. Automat., pp. 89-94, May 1998
- [5] R. Volpe, J. Balam, T. Ohm, and R. Ivlev, "The Rocky 7 Mars Rover Prototype," in Proc. IEEE/RSJ Int. Conf. on Intelligent Robots and Systems, pp. 1558-1564, Nov. 1996
- [6] C. Sutter and J. Wiegley, "Desktop Teleoperation via the World Wide Web," in Proc. IEEE Int. Conf. Robot. automat., pp.654-659, May 1995
- [7] Ho, Y. F.; Masuda, H.; Oda H., Stark L. W.; "Distributed control for teleoperation," IEEE/ASME Transactions on Mechatronics, vol.5, no.2, pp 100-109 June, 2000
- [8] Rafael C. Gonzalez and Richard E. Wood, "Digital Image processing," Addison-Welsley Publishing Company, 1993.