

## H.263과 인터넷을 이용한 자율 이동 로봇의 원격 운용

박복만, \*강근택, \*이원창  
부경대학교 전자공학과  
전화 : 051-620-6466 / 핸드폰 : 016-850-9940

### Teleoperation of an Autonomous Mobile Robot Based on H.263 and Internet

Bok Man Park, Geun Taek Kang, Won Chang Lee  
Dept. of Electronic Engineering, Pukyong University  
E-mail : ds5kli@mail1.pknu.ac.kr

#### Abstract

This paper proposes a remote control system that combines computer network and an autonomous mobile robot. We control remotely an autonomous mobile robot with vision via the internet to guide it under unknown environments in the real time. The main feature of this system is that local operators need a World Wide Web browser and a computer connected to the internet communication network and so they can command the robot in a remote location through our Home Page. This system offers an image compression method using motion H.263 concept which reduces large time delay that occurs in network during image transmission.

#### I. 서론

인터넷의 발전과 동반하여 인터넷을 이용한 응용 기술 중에 공간적, 시간적 제약을 벗어나 원격 진료, 원격 영상회의, 오염지역 탐사, 군수산업, 인간의 활동이 불가능한 곳에서의 정보획득 및 특정작업 수행, 수중탐사와 우주탐사 등과 같은 미지의 공간과 환경 속에서의 자료 수집 등 여러 분야에서 활용되고 있는 원격 제어 및 원격 운용시스템은 현재 가장 많은 효율성과 가능성을 기대하는 기술이다. 따라서 이에 관한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 많은 관심이 집중되고 있다[1,2].

본 논문에서는 자율 이동 로봇의 원격 운영 시스템을 서버 시스템, 클라이언트 시스템, 로봇 시스템으로 세 부분으로 나누어 실제로 구현하고 이동 로봇을 원격지에서 운용함으로써 기존의 기능에서 탈피한 능동적인 운용을 하고자 하며, 인터넷을 이용함으로써 운용 공간의 한계를 극복하고자 한다. 또한 인터넷을 이용하여 원격지의 이동로봇과 양방향 통신을 통하여 로봇을 효율적으로 운용함과 동시에 다수의 이동로봇의 독립적인 운용을 위한 시스템의 확장성에 대한 연구도 병행하였다. 이를 바탕으로 원격운용 시스템을 구현하여 원격지의 영상 정보를 실시간으로 공유하고 원격지의 자율이동 로봇을 실시간으로 운용하고 그 가능성을 검증하고자 한다.

#### II. 원격 운용 시스템과 영상 압축

##### 2.1. 시스템 개요

원격 운용 시스템은 인터넷 기반 위에서 서버와 클라이언트로 분리되는 컴퓨터 네트워크와 자율이동 로봇구조를 가지며, 제안된 전체 시스템은 앞에서 기술한 바와 같이 세 부분으로 나누어지며 그림 1과 같다.

제안된 시스템에서 운영자(이하 클라이언트)가 자

을 이동 로봇을 운영하기 위해서는 일반적인 목적의 컴퓨터와 웹 브라우저를 가지고 원거리에서 인터넷을 통하여 웹 서버에 접속함으로써 로봇을 운영할 수 있다. 클라이언트 시스템, 서버 시스템, 로봇 시스템은 TCP / IP기반의 컴퓨터 네트워크를 통하여 통신이 가능하도록 고유한 주소(Ethernet Address)를 가져야 한다. 서버 시스템과 로봇 시스템은 무선 랜(Wireless

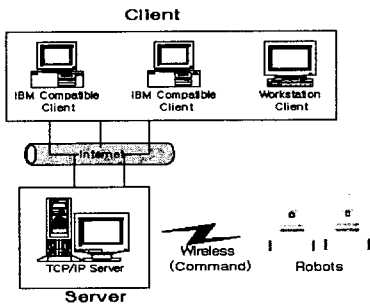


그림 1. 원격 운용 시스템의 전체 구조

LAN)을 통하여 소켓을 생성하고 영상데이터 및 명령을 전송한다. 원격 운용 시스템의 네트워크 구조를 그림 2에 나타내었다.

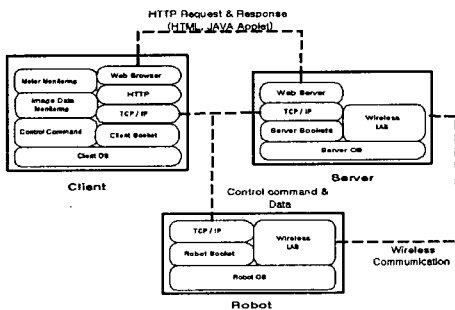


그림 2. 원격 운용 시스템의 네트워크 구조

## 2.2. 서버 시스템

서버 시스템에서 사용된 서버의 하드웨어 사양은 다음과 같다.

- CPU : Ultra SparkII 250MHz
- Memory : 128 Mbyte RAM
- OS : Solaris 6.0

제안된 원격 운용 시스템에서 서버 시스템은 로봇 시스템과 클라이언트 시스템 사이에서 영상 데이터와 명령을 증계해 주어야 하며, 서로 다른 이종 플랫폼들 사이에서의 이식성, 분산성, 안전성을 고려하여야 한

다. 이러한 이유로 서버 시스템은 java 어플리케이션으로 네트워크 프로그램, 모니터링 프로그램을 구현하였다[3].

네트워크 프로그램은 무선랜을 통하여 클라이언트 시스템과 로봇 시스템의 소켓포트를 생성하여 데이터와 명령을 증계해 준다.

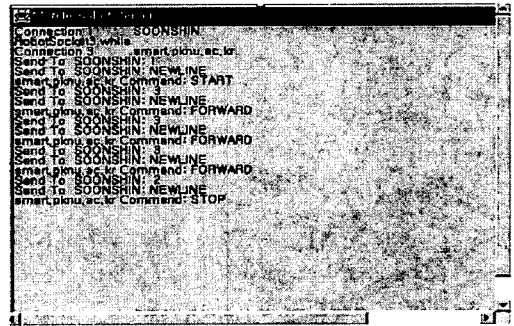


그림 3. 서버 시스템

## 2.3. 클라이언트 시스템

클라이언트 시스템은 서버 시스템이 실행되고 있는 홈페이지에 접속하여 원격지의 로봇을 제어할 수 있다. 즉, 운영자가 웹 브라우저를 통하여 서버 시스템이 실행되고 있는 홈페이지에 접속하면 Java Applet이 다운로드되어 실행되고 실행된 애플릿의 GUI(Graphic User Interface)를 통하여 명령을 내리면 생성된 소켓을 통하여 서버로 전송된다. 클라이언트 시스템을 그림 4에 나타내었다.

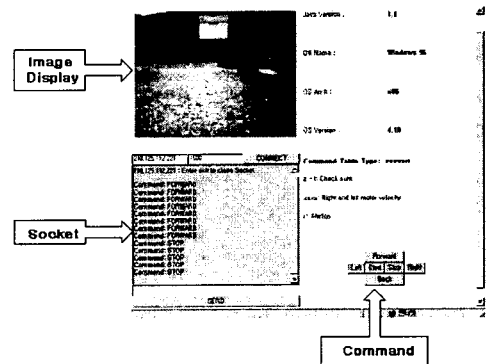


그림 4. 클라이언트 시스템

클라이언트 시스템은 그림 4에서와 같이 영상 디스플레이, 소켓생성, 명령어 처리부로 나누어 진다.

#### 2.4. 로봇 시스템

제안된 원격 운용 시스템에서 로봇 시스템은 자율 이동 로봇을 제어하기 위한 프로그램 부분과 로봇을 구성하는 하드웨어 부분으로 나눌 수 있다.

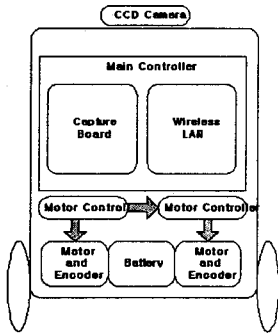


그림 5. 자율 이동 로봇 구조

로봇의 하드웨어는 메인 컨트롤러, 영상처리 시스템, 외장형 무선 랜, 모터 컨트롤 시스템, 전원 부(배터리)로 구성되어진다. 그림 5에 자율 이동 로봇의 구조를 나타냈으며, 전체적인 사양은 다음과 같다

- 메인 컨트롤러
  - CPU : Intel Pentium 4 1.7GHz
  - Memory : 512 Mbyte RAM
- 영상처리 시스템
  - CCD카메라
  - OnAir 16 Channel Capture Board
- 모터 컨트롤 시스템
  - MPU : 8bit ATmega163L Risc Chip
  - 12V 40W DC Motor
  - L298 DC Motor Driver
  - 1024(P/R) E40H Encoder
- 전원부
  - 12V 24Ah Battery
  - DC / AC Inverter

메인 컨트롤러는 PC기반으로 구현하였다. 모든 주변 드라이브와 장치는 메인보드의 CPU에서 관리하게 되며, 영상처리 시스템에서 획득한 영상정보의 압축, 서버와의 데이터 전송을 위한 네트워크 구축, 모터 컨트롤러 시스템과의 UART[4] 통신 역할을 담당한다.

영상처리 시스템은 CCD 카메라로부터 획득한 영상을 메인보드의 PCI 슬롯에 꽂힌 캡처보드를 통해 메인 컨트롤러에 제공한다.

모터 컨트롤러 시스템은 메인 컨트롤러와 UART 통신을 통하여 서버로부터 전송된 명령을 수신하여 모터 드라이버를 구동시켜 DC모터를 제어하고, 엔코더로부터 얻어진 속도정보를 메인 컨트롤러로 송신한다. 그림 6에 구현된 로봇의 구성 모습을 나타내었다.

로봇 시스템에서 사용되어지는 프로그램은 영상처리 시스템에서 획득한 영상정보의 영상압축 프로그램, 서버와의 네트워크 구축을 위한 소켓생성 프로그램, 모터 컨트롤러 시스템과의 UART 통신을 위한 프로그램등을 포함하고 있다. CCD 카메라로부터 입력된 영상은 H.263 영상 압축 알고리즘을 이용하여 서버로 전송되기 전에 그 데이터 양을 감소시킨다. 이렇게 감소된 영상 데이터는 비트 스트림 형태로 생성된 소켓을 통하여 서버에 전달된다.

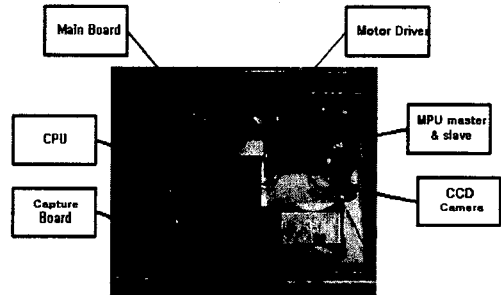


그림 6. 자율 이동 로봇의 구성

#### 2.5. 영상 압축

원격 운용 시스템을 실시간으로 제어하기 위해서는 CCD 카메라로부터 얻어진 영상 데이터를 빠른 시간에 최소의 크기로 압축하는 부호화 알고리즘이 중요한 부분을 차지한다. 전체적인 원격 운용 시스템의 성능은 메인 컨트롤러의 부호화 알고리즘 처리시간과 부호화된 영상 데이터의 네트워크 전송 속도와 클라이언트의 복호화 처리시간을 고려해야한다. 시스템의 성능을 향상시키기 위해서는 이러한 것들을 고려해서 가장 최적의 알고리즘을 적용하여야 한다.

본 논문에서는 1996년에 표준화 작업이 마무리된 ITU-T/LBC 그룹의 64Kbps 이하 초 저저속대에서의 동영상 압축 표준안인 H.263 알고리즘을 이용하여 카메라로부터 얻어진 영상 데이터를 H.263 Source format중 Qcif인 176×144 크기로 변환 후 부호화 및 복호화 하기로 한다[5].

H.263 부호기는 4가지 중복성, 즉 신호 성분들간에 존재하는 신호간 중복성, 데이터의 통계적 발생 확률에 존재하는 통계적 중복성, 프레임간에 존재하는 시

간적 중복성, 그리고 프레임 내에 존재하는 공간적 중복성 등을 효과적으로 제거해야 한다. 신호간 중복성은 휘도신호(Luminance Y)와 색차신호(Chrominance Cb, Cr)의 비율을 2:1로 정의함으로써 제거하며, 통계적 중복성은 데이터의 발생 확률 분포를 활용하여 평균 비트수를 줄이는 가변장 부호화에 의해 제거하고, 시간적 중복성은 움직임예측(ME Motion Estimation), 움직임보상(MC Motion Compensation)에 의해 제거되며, 공간적 중복성은 변환 부호화와 양자화 과정을 통해서 제거하고 있다. 동영상 데이터 가운데 가장 많은 중복성을 가지고 있는 시간적 중복성을 제거하기 위하여 이전 프레임의 데이터를 이용하여 ME/MC를 수행하고, 이 때 추정된 움직임 벡터(MV Motion Vector)에 의해서 보상된 영상과 원 영상과의 차 신호를 부호화하여 전송한다[5].

그림 7은 H.263 부호기에 대한 블록도를 나타낸 것으로 주요 부분으로는 ME/MC, 변환 부호화, 양자화, 버퍼 제어 부 등으로 구성되어 있다.

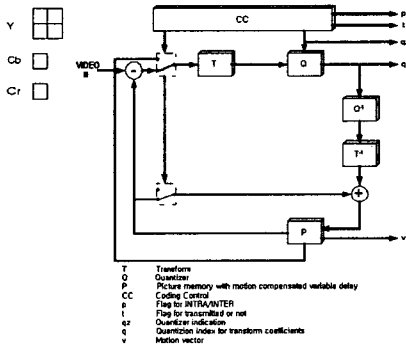


그림 7. H.263 부호기

### III. 실험 및 고찰

제안된 로봇은 그림 8과 같으며 크기는 55cm × 35cm × 35cm 이며 로봇의 동작은 전진, 후진, 방향 전환(좌,우), 정지로 제한하고, 속도는 기본 25cm / sec로 정하고 최고 1m / sec로 정하였다.

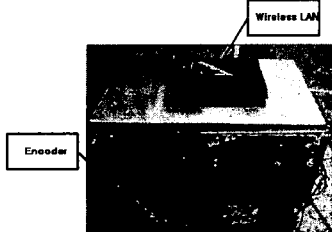


그림 8. 자율 이동 로봇

176 × 144의 원 11,138 kbyte의 자율 이동 로봇의 주행 동영상 일부분을 압축한 결과 압축된 영상의 크기가 10Kbyte로 압축 됨을 확인할 수 있었다.



그림 9. (좌) 압축 전, (우) 압축 후

### IV. 결론

본 논문은 인터넷과 영상처리 기술의 발전과 더불어 새로운 분야로 부각되고있는 원격 운용시스템을 H.263을 이용한 영상의 부호화, 복호화와 Java를 사용한 설계모델을 제시하였고, 기존의 웹 브라우저를 통하여 원격지의 로봇을 효율적으로 운용하였다. 인터넷과 무선 랜을 이용함으로써 운영공간의 한계를 극복할 수 있으며, 영상압축 알고리즘을 적용함으로써 운영자에게 원격지의 영상정보를 실시간으로 제공할 수 있었다. 이러한 원격 운용시스템은 다양한 분야에서 적용 및 활용이 가능하다고 생각되며 보다 정확하고 실시간 적인 운용을 위해서 다각적인 연구가 필요하다고 생각한다. 향후 연구 과제로서 로봇의 자율 운영능력을 향상시키는 경로학습, 장애물 회피, 싱글 카메라 거리 측정 등 보다 우수한 알고리즘의 구현과 개발, 또한 다수의 이동 로봇을 동시에 운용하기 위한 시스템의 확장성에 대해서도 연구 개발 하고자 한다.

### 참고문헌

- [1] Dirk Schulz, Wolfram Burgard, Dieter Fox, Sebastian Thrun, Armin B. Cremers, "Web Interfaces for Mobile Robots in Public Places", IEEE Robotics & Automation Magazine, 48-56, March 2000
- [2] A. Bejczy, G. Bekey, R. Taylor, and S. Rovetta, "A research methodology for tele-surgery with time delay", in Proc. First Int. Sym. Medical Robotics and Computer Assisted Surgery, Sept. 1994
- [3] <http://java.sun.com>
- [4] ATmel, "8bit AVR Microcontroller with 16K Bytes In-system Programmable Flash", ATmega 163L User Manual
- [5] DRAFT ITU-T Recommendation H.263, "Video Codec for Low Bit Rate Communication," 2 May, 1996

- [4] F. Monteiro, P. Rocha, P. Menezes, A.Silva, J. Dias, "Teleoperating a Mobile Robot A Solution Based on JAVA Language", ISIE'97 - Guimaraes, Portugal, SS263 - SS267