

H.263 영상압축 방식을 이용한 인터넷 기반 탐사로봇의 원격 운용 시스템

최 준 영, 김 재 훈, 강 근 택, 이 원 창
부경대학교 전자공학과
전화 : 051-620-6466 / 핸드폰 : 019-590-8121

Teleoperation System of a Networked Mobile Robot Based on H.263 Video Codec

Abstract

In this paper we present a teleoperation system of an internet-based mobile robot based on H.263 image compression algorithm. We control remotely the networked mobile robot with vision over the internet under unknown environments in the real time. The main feature of this system is that local operators need to download and install a client program and so they can command the robot in a remote location. Image information of remote location is compressed by H.263 video codec algorithm and then transmitted to a local operator. We constructed and tested a networked autonomous mobile robot in the real field. The experimental results show the usefulness of the robot under test.

I. 서론

현대에 이르러 기술적, 과학적 혁명이라고 할 수 있는 인터넷의 발달은 인간의 정보 수집능력과 정보의 처리, 가공, 분배, 활용에 있어 공간적, 시간적 제약을 극복하는 통신 수단으로 이용되고 있다. 또한 인터넷의 발전과 동반하여 인터넷을 이용한 많은 응용 기술들이 발전을 거듭해 왔다. 원격 진료 및 영상회의, 오

염지역 탐사, 인간의 활동이 불가능한 곳에서의 정보 획득 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.

본 논문에서는 탐사로봇을 원격지에서 운용함으로써 기존의 기능에서 탈피한 능동적인 운용을 하고자 하며, 인터넷을 이용함으로써 운용 공간의 한계를 극복하고, 원격지의 탐사 로봇과 양방향 통신을 통하여 로봇을 효율적으로 운용하고자 한다. 원격지의 영상 정보를 실시간으로 획득하기 위해 영상 테이타의 압축은 H.263 프로토콜을 이용하고, 원격지의 영상정보를 사용자가 보는데까지 걸리는 시간차를 계산하여 원격에서의 로봇의 실시간적인 제어의 가능성을 검증하고 구현해보고자 한다.

II. 원격제어 시스템

2.1 시스템 전체 구조

원격제어 시스템은 그림 1과 같이 서버 시스템, 클라이언트 시스템, 로봇 시스템으로 나누어진다. 사용자가 탐사로봇을 이용하기 위해서는 인터넷이 연결된 컴퓨터에서 웹서버에 접속함으로써 원격지에서 탐사로봇

을 운용할 수 있다. 서버 시스템과 로봇 시스템은 무선랜을 사용하여 영상 정보와 명령을 교환한다. 로봇 시스템은 영상 데이터를 서버 시스템으로 전송하고 클라이언트 시스템은 서버에 접속하여 원격지의 영상 데이터를 받고 로봇 제어 명령을 내릴 수 있다.

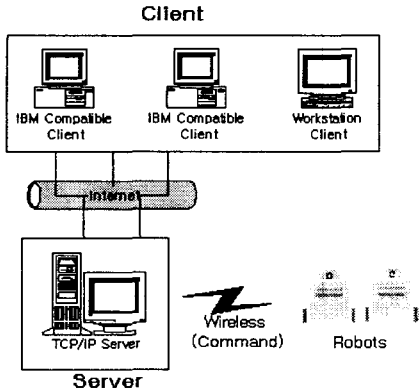


그림 1. 시스템의 전체 구조

2.2 서버 시스템

서버 시스템은 연구실에서 보유하고 있는 워크스테이션을 사용하였다. 서버 시스템은 TCP/IP 기반의 소켓을 생성하여 로봇 시스템과 클라이언트 시스템 사이에서 영상 데이터와 제어 명령 전송을 중계하는 역할을 한다. 그리고 서버의 과부하를 막기 위해 클라이언트의 접속자수를 제한하고 스레드를 이용하여 클라이언트들에게 영상 데이터를 전송한다.

2.3 로봇 시스템

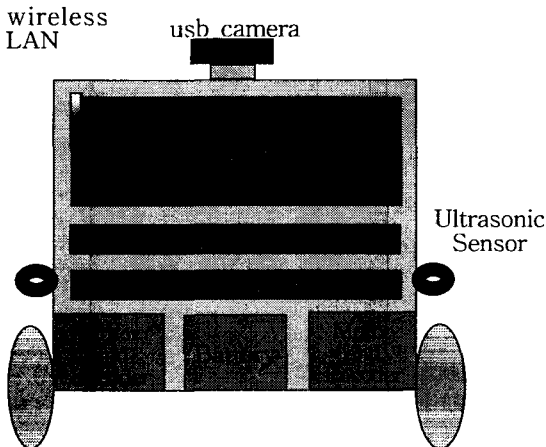


그림 2. 탐사로봇 시스템의 구조

로봇 시스템은 탐사로봇을 제어하기 위한 프로그램 부분과 로봇을 구성하는 하드웨어 부분으로 나눌 수 있다. 로봇 시스템의 하드웨어 구조는 그림 2와 같이 메인컨트롤러, 센서 데이터 처리 보드, 모터 드라이버 보드, 초음파 센서, DC 모터, 충전지, 무선랜, usb 카메라로 구성된다. 초음파 센서는 탐사로봇이 주행중에 usb 카메라의 사각지대를 검색하여 장애물이 있을 경우 탐사 로봇이 충돌하지 않게 하기 위해 부착하였다.

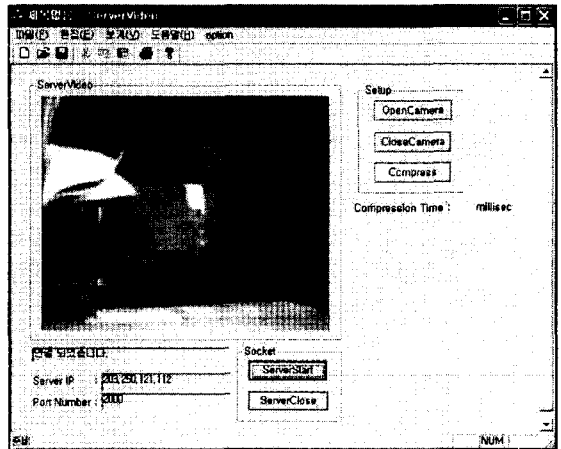


그림 3. 로봇 시스템

로봇 시스템에서 사용되는 프로그램은 그림 3과 같다. 프로그램에는 uab camera에서 받은 영상 데이터를 압축 및 전송하는 프로그램, 네트워크 통신을 위한 소켓 생성 프로그램, 모터 컨트롤러 시스템과 UART통신을 위한 프로그램 등이 포함되어 있다.

2.4 클라이언트 시스템

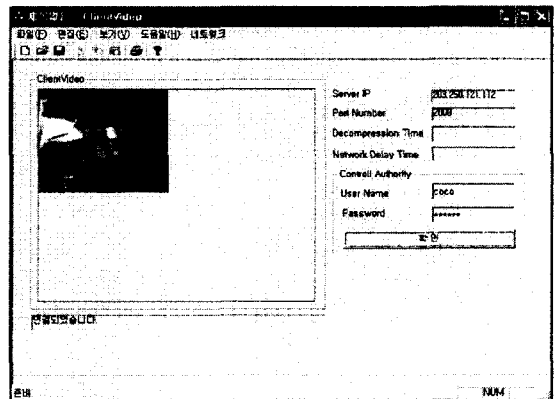


그림 4. 클라이언트 시스템

클라이언트 시스템은 웹서버에서 클라이언트 프로그

램을 다운로드하여 실행한다. 클라이언트 시스템은 클라이언트 소켓 생성, 명령어 처리 부, 영상 데이터의 디코더 및 디스플레이로 구분되어지며 원격 지의 로봇으로부터 전송된 영상정보와 데이터를 운영자가 획득함으로써 원격 지의 환경정보를 얻을 수 있다. 생성된 클라이언트 소켓을 통하여 서버로 명령을 전송 최종적으로 원격 지의 로봇에 명령을 내릴 수 있게 구현하였다. 다수의 클라이언트들이 서버로 접속할 경우 로봇 시스템의 제어권한은 접속자중 한 사람만이 가질수 있도록 하였다.

III. 영상 압축

탐사로봇의 원격 운용을 실시간으로 제어하기 위해 usb 카메라로부터 받은 영상 데이터의 양을 줄이는 알고리즘이 필요하다. 본 논문에서는 초저속 망에서 사용되어지는 H.263 알고리즘을 이용하여 카메라로부터 얻어진 영상 데이터를 압축하고자 한다.

3.1 H.263 개요

1996년에 표준화 작업이 마무리된 ITU-T/LBC 그룹의 H.263은 64Kbps 이하의 전송 속도를 갖는 동영상 압축 표준안으로서 공중전화망이나 이동통신망과 같은 초 저속 망에서의 영상 전화, 영상 회의등의 실현을 그 목적으로 하고 있다.

3.2 H.263 압축 방식

H.263은 화면의 크기에 따라 표 1과 같이 5개의 표준 picture format을 지원하고 있다. 이 format에 맞추어서 영상 신호를 YCbCr로 변환 할 경우 Y값은 밝기(luminance)를 나타내는 값으로 사람의 눈이 그 변화를 잘 인식한다. 하지만,CbCr값은 색차정보를 담고 있는데 사람의 눈은 그 변화를 잘 인식하지 못한다. 그래

표 1. H.263 picture format

Picture Format	lum. pixel (dx)	lum. pixel (dy)	chrom. pixel (dx/2)	chrom. pixel (dy/2)
sub-QCIF	128	96	64	48
QCIF	176	144	88	72
CIF	352	288	176	144
4CIF	707	576	352	288
16찰	1408	1152	704	576

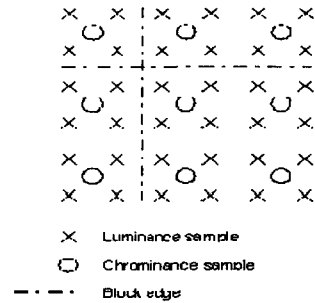


그림 5. 휘도와 색차의 위치

서 그림 5와 같이 4개의 휘도신호당 1개의 색차신호를 저장하고 나머지 색차신호는 버려도 사람의 눈은 거의 차이를 느끼지 못한다. H.263의 비디오 스트림 구조는 그림 6과 같이 Picture, GOB(Group of Blocks), MB(Macroblock), Block 4개의 계층 구조로 되어 있다. 1개의 QCIF 포맷에는 9개의 GOB가 있고 1개의 GOB에는 11개의 MB가 있다. 1개의 MB에는 4개의 Y값과 1개의 Cb값, 1개의 Cr값으로 구성된다. 각각의 YCbCr은 8 x 8 pixel의 Block으로 되어 있다.

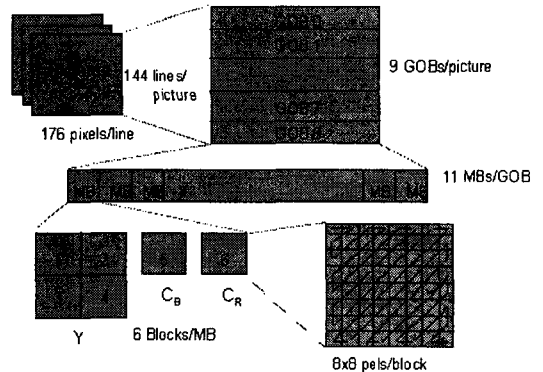


그림 6. H.263 비디오 스트림 구조

영상 압축 과정은 현재 이미지를 MB(Macro Block : 16 x 16 pixel)단위로 나누어서 이전 프레임의 MB와 가장 일치되는 MB를 찾고 난 다음 두 MB의 차를 block(8 x 8 pixel) 단위로 나누고 DCT(Discrete Cosine Transform)을 한다. DCT를 적용하게 되면 저주파성분에는 많은 정보를 가지게 되고 고주파 성분에는 적은 양의 정보를 가지게 된다. 그후 양자화 과정을 거치면 저주파 성분의 DCT계수는 조밀하게 양자화하고, 고주파 성분의 DCT계수는 넓게 양자화 하면서 전체적으로 영상의 손실을 최소화하면서 데이터량

을 감소시킨다. 그리고 VLC(Variable Length Coding)을 사용하여 부호값의 발생확률에 따라 Huffman coding을 수행하여 VLC테이블을 만들어 그 테이블에 따라 coding하여 압축한다. 그림 6은 압축하기 전의 영상이고 그림 7은 압축하고 난후의 영상이다..

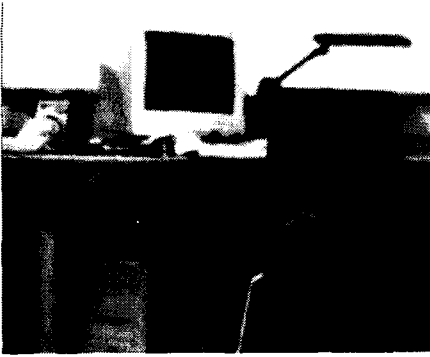


그림 7. 원 영상

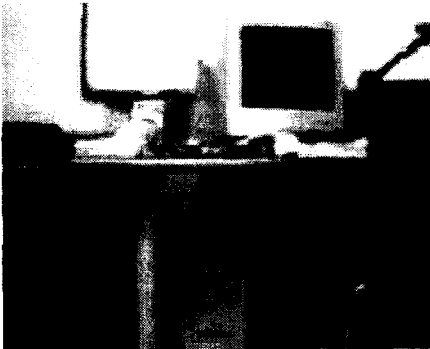


그림 8. 압축된 영상

IV. 실험 및 검토

실험에 사용된 로봇 시스템은 CPU가 Celeron 850MHz인 PC기반으로 설계하였다. USB 카메라에서 받은 176 x 144 크기의 원영상을 압축하는데는 평균 300ms정도 걸렸고 네트워크를 통해서 클라이언트로 전송하는데는 13ms, 클라이언트에서 압축된 영상을 디코더하여 디스플레이하는데는 16ms정도 걸렸다. 자세한 데이터는 그림 9에 나와있다. 실험은 연구실 안에서 학교의 빠른 네트워크를 이용해서 네트워크 지연 시간은 크게 문제가 되지 않았다. 그리고 클라이언트가 여러명 접속을 해도 속도는 거의 변함이 없고 만족할 만한 결과가 나왔다.

인코더 시간	디코더 시간	네트워크 지연 시간
16ms	277ms	10ms
14ms	265ms	10ms
16ms	282ms	23ms
16ms	298ms	89ms
15ms	354ms	14ms
27ms	324ms	25ms
16ms	291ms	16ms
16ms	298ms	13ms
16ms	301ms	12ms
15ms	285ms	12ms
16ms	317ms	25ms
42ms	394ms	21ms
43ms	364ms	10ms
16ms	305ms	12ms
2ms	807ms	13ms
21ms	294ms	13ms
16ms	279ms	15ms

그림 9. 인코더 시간, 디코더 시간과 네트워크 지연 시간 비교

V. 결론

본 논문에서는 인터넷을 이용한 탐사로봇의 원격 운용 시스템을 제시하였고 탐사로봇의 실시간 제어 가능성을 검증하였다. 하지만 이러한 시스템은 네트워크 상에서 예측할 수 없는 지연이 발생할 수 있음을 항상 인지해야한다. 이 시스템을 더욱 발전시키기 위해서 장애물 회피, 탐사로봇의 위치 인식에 대한 연구가 진행 중이고 압축알고리즘의 최적화와 영상 압축을 소프트웨어가 아닌 하드웨어적으로 압축하여 압축시간을 더욱 단축 시킬 수 있다.

참고문헌(또는 Reference)

- [1] T. Takahashi and S. Tadokoro, "Working with Robots in Disasters," IEEE Robotics and Automation Magazine, September 2002
- [2] Dirk Schulz, Wolfram Burgard, Dieter Fox, Sebastian Thrun, Armin B. Cremers, "Web Interfaces for Mobile Robots in Public Places", IEEE Robotics & Automation Magazine, March 2000
- [3] DRAFT ITU-T Recommendation H.263, "Video Coding for Low Bit Rate Communication," 2 May, 1996.
- [4] ITU-T SG 15, Working Party 15/1 Expert's Group on Very Low Bitrate Visual Telephony, "Video Codec Test Model TMN5," Jun 1995
- [6] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Wood, "Digital Image Processing", Prentice Hall Publishing Company, September 1993