원격 가정 관리용 텔레로봇 시스템 구현

윤 창 배, 김 형 석,*채 희 성
전북대학교 제어계측공학과,*한국전자통신연구원
전화 : 063-270-2477 / 핸드폰 : 011-9436-3256

Implementation of Tele-Robot System for Remote Home-Management

Chang-Bae Yoon, Hyong-Suk Kim, Hee-Sung Chae
Dept. of Control and Instrumentation Engineering, Chonbuk National University
E-mail : guboon@mail.chonbuk.ac.kr

Abstract

A tele-robot system for remote home-management has been developed. The tele-robot system is composed of a mobile robot system, server-computers and client-computers. The robot system is equipped with wireless camera and wireless controller so that the robot system captures the image remotely. User makes the robot control command referring to the image feedback through internet. With such tele-robot system, the user can monitor and watch the inside of home by remotely maneuvering the mobile robot. The user can also save the received image of suspected scene on the client computer. Utilizing such function of tele-robot system, remote home-management and possible crime avoidance could be achieved.

I. 서론

정보화 사회의 발전으로 일반 가정에서도 인터넷을 손쉽게 이용할 수 있게 되었고 그 활용 분야 또한 점차 넓어지고 있다. 이러한 정보기술의 발전과 함께 로봇기술 또한 많은 발전이 이루어져 구조가 간단한 로봇 시스템이 많이 개발되었고 이를 가정에서도 손쉽게 구비할 수 있게 되었다. 본 논문은 이와 같이 성숙된 정보 통신환경을 바탕으로 최근 증가하고 있는 단독주택이나 저층 아파트의 도난 문제를 해결하고, 여성 인력의 사회 진출 증가로 인한 자녀들이나 집안 상황의 감시 및 관리 문제를 해결하고자 하는 연구에 관한 것이다.

본 연구에서는 정보통신 기술과 로봇기술을 접목하여, 방범기능과 가정관리 기능을 한꺼번에 수행할 수 있는 인터넷 기반의 로봇 시스템을 설계하였다. 원거리에 있는 사용자는 Java 응용프로그램을 이용하여 인터넷을 통해 가정에 있는 로봇을 컨트롤하고, 로봇을 통하여 획득한 영상 정보를 기반으로 방범 기능 및 가정 관리 기능을 수행할 수 있다.

본 연구에서 사용한 로봇은 기존 텔레로봇 연구와는 달리 구동 장치와 RF-receiver만을 갖춘 소형 로봇 시스템을 이용하였고, 로봇 컨트롤을 일반 데스크탑 컴퓨터를 사용하여 제어함으로서 가정에서 구현하기 쉽도록 하였다. 또한 인터넷을 통한 영상 전송과 로봇 컨트롤 기능을 하나의 프로그램으로 구현하여 작성된 프로그램만으로 모든 기능을 수행할 수 있다.

II. 인터넷 기반 로봇 시스템 구조

2.1 가정용 방범 로봇 시스템의 기본 구조

가정용 텔레로봇 시스템은 그림 1과 같이 무선으로 컨트롤되는 이동 로봇 시스템과 인터넷을 통해 서로 연결된 컴퓨터들로 구성된다 [1].

로봇은 서버 컴퓨터에 연결된 무선 컨트롤러를 통하여 제어되며 로봇에 설치된 무선 카메라를 이용해서 로봇 주변의 영상 및 음향신호를 원격으로 얻는다. 서버 컴퓨터 프로그램은 로봇의 주행을 컨트롤하는 부분과 로봇으로부터 획득한 영상 및 음향신호를 서버 컴퓨터에 디스플레이 및 클라이언트에 전송하는 부분으로 구성되며 Java를 이용하여 구현하였다 [2].

서버 컴퓨터와 클라이언트 컴퓨터가 서로 연결되면 서버 사용자와 클라이언트 사용자간에는 서로 메시지를 주고받을 수 있다. 클라이언트 사용자는 메시지 전송 기능을 이용하여 로봇 컨트롤 데이터를 서버에 전송할 수 있고, 서버 프로그램은 클라이언트 사용자로부터 도착한 메시지를 분석하여 일반 메시지와 로봇 컨트롤 데이터를 분별하여 처리한다.

클라이언트 사용자는 서버 컴퓨터로부터 전송 받은 영상이나 음향신호를 통해 원거리에서도 가정 내 상황을 파악할 수 있고, 영상을 기반으로 하여 로봇을 컨트롤할 수 있다. 또한 클라이언트에서는 수신된 영상을 저장할 수 있어 전송된 데이터의 보존이 가능하다.

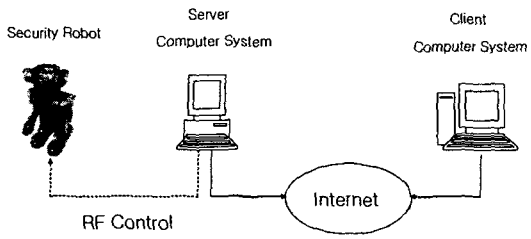

그림 1. 방범 로봇 시스템의 기본 구조

III. 가정 관리용 텔레로봇 시스템 구현

3.1 로봇의 하드웨어 시스템 구조

(1) 로봇 시스템 구조

본 논문에서는 가정에서 운용하기 위한 로봇 시스템을 구축하는데 그 목적이 있으므로, 일반 가정에서 쉽게 구입 가능한 소형 로봇 시스템을 기본으로 설계하였다. 로봇 시스템에는 RF-Receiver 회로와 2개의 모터로 구성된 모터 구동 장치가 구성되어 있어 전·후진 동작과 회전 동작을 할 수 있다. 로봇의 주행 컨트롤은 수동 리모트 컨트롤러를 통해 무선으로 로봇에 전달된다. 본 연구에서는 이러한 로봇 몸체는 그대로 활용하고 리모트 컨트롤러만을 컴퓨터로 제어할 수 있도록 개조하였다. 따라서 로봇은 수동 제어가 아닌 서버 컴퓨터에 의해 무선으로 전송된 신호에 따라 구동된다. 로봇 상단에는 소형 무선 카메라를 장치하여 로봇 주변의 영상을 서버 컴퓨터에서 원격 캡처한다.

(2) 무선 컨트롤러

수동으로 컨트롤해야 하는 로봇의 리모트 컨트롤러를 컴퓨터가 제어할 수 있도록 하기 위하여 RF-Controller와 서버 컴퓨터는 마이크로프로세서를 통하여 연결하였다. 본 연구에서는 Intel 8031 마이크로프로세서를 사용하였고 256K ROM을 이용하여 컴퓨터로부터 수신한 컨트롤 데이터에 따라 I/O 포트 출력을 결정하는 프로그램을 내장하였다. RF-controller의 스위치 단자는 포토커플러를 통하여 마이크로프로세서의 I/O 포트에 연결되어 있어, 마이크로프로세서의 포트 출력에 해당하는 로봇의 주행 신호가 발생하게 된다. 이 포토커플러는 RF-controller와 마이크로프로세서간의 전류 누설을 방지하고, 잡음을 차단하는 역할을 하며, 마이크로프로세서의 LED를 통해 데이터 출력 상황을 사용자가 알 수 있다. 마이크로프로세서와 서버 컴퓨터가 서로 데이터를 주고받기 위해 마이크로프로세서의 RX/TX 단자는 서버 컴퓨터의 COM포트와 연결된다. 이때 마이크로프로세서와 서버 컴퓨터 COM포트간의 사용 전압차이로 인해 연결 단 사이에는 MAX 칩이 사용된다. 서버 컴퓨터와 마이크로프로세서 사이의 데이터 송/수신은 COM 포트를 이용한 RS-232 시리얼 통신 방식으로 이루어짐에 따라 서버 컴퓨터 프로그램은 OS상에서 별다른 장비 인식 없이 RF-Controller를 제어할 수 있어 일반 가정에서도 쉽게 컨트롤러를 컴퓨터와 연결할 수 있다.

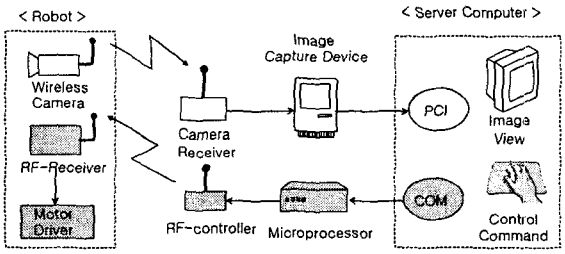

그림 2. 하드웨어 시스템 구조

3.2 서버 기능 구현

(1) 로봇 컨트롤 프로그램

서버 프로그램이 실행되면 메시지 서버는 그림 3과 같이 클라이언트의 접속을 기다린다. 서버 프로그램은 접속을 시도하는 클라이언트의 ID를 받아 등록된 사용자의 경우 접속을 허용하고 화면에 접속자의 정보를 출력한다. 서버와 클라이언트가 서로 연결되면 두 시

스템간에는 메시지 송/수신이 가능하게 된다. 서버 컴퓨터와 연결된 로봇의 컨트롤은 사용자가 서버 컴퓨터에서 직접 로봇의 주행을 컨트롤하는 경우와, 클라이언트에서 서버 컴퓨터로 컨트롤 메시지를 전송하여 서버가 로봇 시스템에 메시지를 중계하는 두 가지 경우로 나뉜다. 서버 컴퓨터에서 로봇을 컨트롤하는 경우, 사용자는 서버 프로그램의 주행 버튼을 클릭 하여 로봇의 주행 방향을 결정하고, 서버 프로그램은 마우스 이벤트를 해석하여 클릭 한 버튼에 해당하는 주행 컨트롤 데이터를 COM 포트에 전달한다.

클라이언트에서의 로봇 컨트롤은 서버-클라이언트 사이의 메시지 송/수신 기능을 통해 메시지 형태로 서버에 전달된다. 서버 컴퓨터는 클라이언트로부터 들어오는 메시지를 해석하여 일반적인 메시지는 화면에 디스플레이 하여 서버 사용자와 클라이언트 사용자간에 의사소통을 할 수 있도록 하며, 로봇 컨트롤 메시지가 수신되면 그에 해당하는 데이터를 COM 포트에 전달한다.

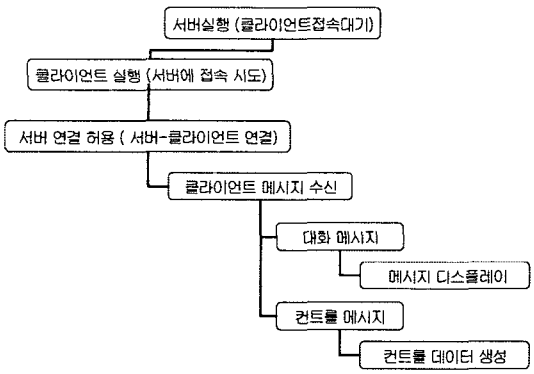

그림. 3 서버에서의 메시지 처리

(2) 영상 캡쳐 및 전송 프로그램

사용자가 캡쳐 버튼을 클릭 하면 서버 컴퓨터 프로그램은 컴퓨터에 설치된 미디어 캡쳐 장치를 검색하고, 등록된 장치를 통하여 로봇으로부터 영상 데이터를 전송 받는다. 캡쳐된 영상 데이터는 서버 컴퓨터에 디스플레이 되며, 사용자가 전송 버튼을 클릭하면 데이터 복제를 통하여 다시 인터넷에 연결된 사용자가 지정한 IP의 클라이언트 컴퓨터로 전송된다.

서버에서 전송된 영상을 바탕으로 클라이언트 사용자가 로봇을 컨트롤하기 위해서는 서버에서 클라이언트로의 영상 전송이 실시간으로 이루어져야 한다. 따라서 본 논문에서는 RTP 프로토콜을 기반으로 하여 영상의 전송을 구현하였다 [3].

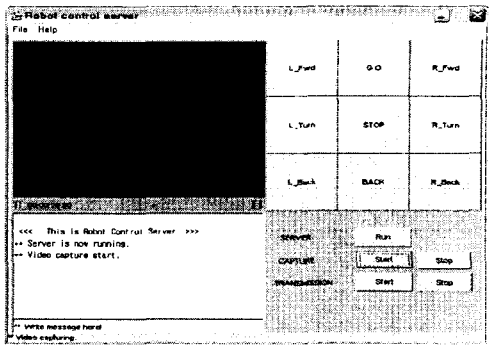

그림. 4 서버 프로그램 실행

3.3 클라이언트 기능 구현

(1) 로봇 컨트롤 및 영상 수신

클라이언트 시스템에서는 원격지에 있는 사용자가 가정에 있는 로봇을 사용할 수 있도록 사용자와 서버 컴퓨터를 연결해 주는 프로그램이 수행된다. 클라이언트 프로그램이 실행되면 메시지 클라이언트는 설정된 IP에 해당하는 메시지 서버에 접속을 시도하게 된다. 서버와 클라이언트가 연결되면 프로그램은 서버ID를 반환을 통해 사용자에게 연결을 알린다. 서버와 클라이언트가 연결되면 클라이언트 사용자는 서버 사용자와 메시지를 송/수신을 할 수 있으며, 이를 통해 로봇 컨트롤 메시지를 서버에 전달할 수 있다.

사용자가 "Receive"버튼을 클릭하면 클라이언트 프로그램은 인터넷을 통해 서버에서 전송된 영상을 보여주기 위해 인터넷 포트를 확인한다. 만약 포트에 설정된 IP로부터 자신에게 전송된 RTP Stream이 있으면 프로그램은 영상 데이터를 획득하여 클라이언트 사용자에게 디스플레이 한다. 사용자는 이렇게 획득한 영상을 통해 원격지의 영상을 살펴볼 수 있고, 영상 정보를 바탕으로 하여 로봇 주행 버튼을 클릭하면 그에 해당하는 컨트롤 메시지가 서버에 전달된다.

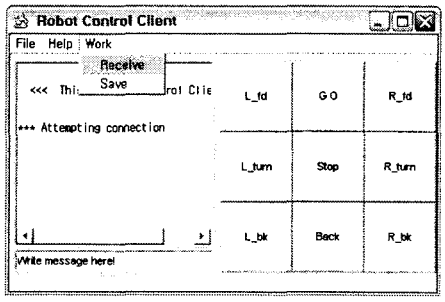

그림 5. 클라이언트 프로그램 실행

인터넷을 통해 서버에서 전송된 영상을 보여주기 위해 클라이언트 프로그램은 사용자가 설정한 IP로부터 전송된 RTP 세션을 받아 영상 데이터를 모니터에 디스플레이 하게 된다. 사용자는 수신된 영상을 통해 로봇 주변 상황을 파악할 수 있고, 원하는 방향으로 로봇을 컨트롤함으로서 웹 카메라와는 달리 사용자가 원하는 지역의 영상을 확인 할 수 있다.

그림 6. 영상 수신

(2) 수신된 영상 저장

개발한 텔레로봇을 통하여 방범 기능을 수행하기 위해 수신된 영상을 사용자에게 디스플레이 하면서 동시에 클라이언트 컴퓨터 상에 영상을 저장하는 기능을 갖게 하였다. 심야나 부재 시 로봇을 방범모드로 전환해 두면, 로봇은 영상변화나 음향의 인식을 통하여 의심되는 장면을 포착하고, 원격지의 지정된 위치의 저장용 서버에 즉시 전송하여 원격 저장하는 기능을 구현하였다. 이 기능은 범행 장면에 관한 영상이 원격지에 안전하게 보관되므로 사후 범인의 검거에 중요한 자료를 제공할 뿐 아니라, 이 로봇이 설치되어 있는 곳에 대한 범행을 피하게 하는 예방 기능을 갖는다.

이러한 저장 기능을 통하여 가정에서 발생한 범죄행위로 인하여 로봇 시스템이나 서버 시스템이 파괴되어 더 이상 영상 정보를 얻지 못하는 문제가 발생하여도, 원격 저장된 영상은 안전하게 보존될 수 있다.

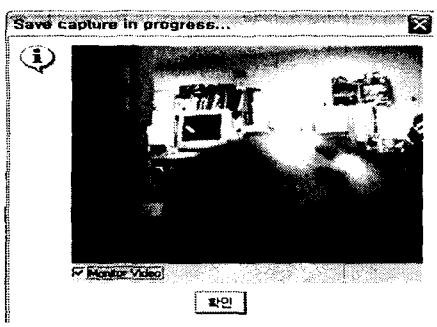

그림 7. 수신된 영상 저장 및 모니터링

IV. 결론

복잡한 현대 사회에서 부모의 근로활동에 따른 자녀 관리와 가정관리 문제가 점차 커지고 있으므로 각 가정마다 널리 보급된 인터넷을 통해 해결할 수 있는 시스템을 개발하였다. 이를 위해서 원거리에 있는 사용자가 인터넷을 통하여 로봇 제어신호와 영상 및 음향 신호를 송수신 할 수 있는 텔레로봇 시스템을 구현하였다. 로봇의 이동은 서버 컴퓨터를 통하여 무선으로 제어되며, 로봇에 부착된 무선 카메라를 통하여 로봇 주위의 영상이나 음향신호는 서버 컴퓨터로 전송된다. 또, 이 신호들은 원격지의 사용자나 저장용 서버와 인터넷을 통해 긴밀히 교류됨으로써 가정의 원격관리를 가능하게 하였다.

본 텔레로봇 시스템을 이용하면, 사용자는 메시지 송/수신을 통해 가정에 있는 자녀들과 대화를 할 수 있으며, 로봇에 부착된 카메라를 통하여 가정 내의 모습을 살펴볼 수 있고 이 영상을 통해 로봇의 주행을 제어함으로서 임의의 원하는 곳도 주시할 수 있다. 또한 영상이나 음향 신호의 변화를 자동 인식하여 수상한 상황에 대한 영상 및 음향을 원격 저장함으로써 범죄를 사전에 예방할 수 있는 기능도 보유하고 있다.

이러한 로봇의 주행 컨트롤과 실시간 영상 정보 송신 및 저장 기능은 기본적인 가정관리 와 방범 기능이 수행될 수 있게 하며, 추가적인 여러 가지 방범 기능을 위해 확장 설치 할 수 있게 하였다.

참고문헌

[1] R.L.Alves, R. F. Vassallo, E. O. Freire, T. F. Bastos-Filho, "Teleoperation of a mobile robot through the Internet", Circuits and Systems, 2000. Proceedings of the 43rd IEEE Midwest Symposium on, Vol. 2 , 2000 pp.930-933

[2] F. Monteiro, P. Rocha, P. Menezes, "Teleoperating a mobile robot. A solution based on JAVA language", IEEE International Symposium on, Vol. 1, 7-11 Jul 1997

[3] R.El-Marakby, D.Hutchison, "Delivery of real-time continuous media over the Internet" Computers and Communications, 1997. Proceedings., Second IEEE Symposium on , 1-3 Jul 1997 pp.22-26