

인터넷 기반의 이동 로봇과 조종 단말기를 위한 공용 플랫폼 개발

A Common Platform for An Internet-Based Mobile Robot and Its Operator Terminal

김 천 수*, 전 재 욱**
Chun Soo Kim*, Jae Wook Jeon**

Abstract - This paper proposes a common platform for an internet-based mobile robot and its operator terminal. The common platform can reduce the cost and time to develop an internet-based robot and its operator terminal. The robot performs the role of a server and its terminal a client. One operator can use this terminal to make a command and this command can be sent to the robot through a wireless network. According to given commands, the robot moves a point and sends an image by using a camera or desired information by using other sensors. The information sent from the robot can help an operator to control the robot. The mobile robot consists of two modules, main module and motion module. Main module can exchange information with the operator terminal, process information, and send a command to motion module. Each application program for one internet-based mobile robot and its operator terminal will be developed to show that the same platform can be used for them. Also, it will be shown that the robot can be controlled easily by using its operator terminal

Key Words : Windows CE, Embedded Linux, XScale, Mobile Robot, Wireless network

1. 서론

오늘날 로봇 시스템은 공장 자동화, 군사, 우주탐사, 의료 등의 특수 목적을 위한 산업용 분야에서뿐만 아니라 청소, 교육, 엔터테인먼트 등의 인간 생활을 편리하고 운택하게 도와 주는 가정용 분야에서도 많은 개발이 활발히 이루어지고 있다.

현재 가정용 서비스 로봇은 “집에서 사용 가능한 로봇”이라는 정의 외에는 아직 구체화 된 디자인 구성이 나와 있지 않은 상태이다. 현재 가정용 로봇의 개발 방향은 집이라는 공간의 특성을 기반으로 가정에서 인간과 같이 생활하며 업무를 보조할 수 있고, 나아가 독립적으로 업무를 수행 할 수 있는 능력을 갖추는 것이다.

다양한 요구를 충족시키기 위해 가정용 서비스 로봇은 여러 가지 기능을 복합적으로 수행하여야 한다. 로봇에게 필요한 기능을 적절하게 구현하기 위해 현재 개발된 대부분의 가정용 서비스 로봇은 x86 플랫폼을 기반으로 제작되었다. x86 플랫폼 기반으로 제작된 로봇은 x86 계열 프로세서의 뛰어난 성능과 구체화 된 여러 주변 장치 인터페이스를 이용해 고성능의 로봇을 쉽고 빠르게 제작할 수 있는 장점을 가지고 있다. 그러나 x86 기반의 플랫폼은 성능은 뛰어난 반면 소형화가 어렵고 많은 전력을 필요로 하기 때문에 이동성, 휴대성

에 많은 제약이 따르게 된다. 이에 본 논문에서는 다양한 주변장치를 지원하며 최고 400MHz의 빠른 처리 능력을 가지고 있는 ARM 기반의 XScale PXA255 프로세서를 이용하여 이동성, 휴대성을 개선한 플랫폼을 개발하여 이동 로봇과 이를 조종하기 위한 조종 단말기를 구현하였다. 하나의 플랫폼을 이용하여 이동 로봇과 조종 단말기를 구현함으로써 비용과 시간을 절감하고 같은 플랫폼을 사용함으로써 프로그램을 좀 더 쉽고 편하게 할 수 있는 장점도 더불어 얻을 수 있다.

2. 하드웨어

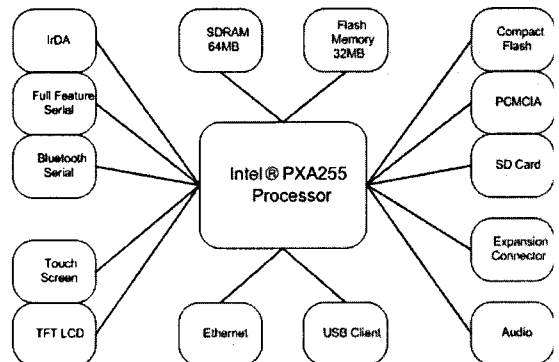


그림 1. 공용 플랫폼의 하드웨어 구성도

그림 1은 이동 로봇과 제어 단말기를 위한 공용 플랫폼의 하드웨어 구성도이다. 공용 플랫폼은 최대 400MHz로 동작하

저자 소개

* 金 泉 洙 : 成均館大學校 電子電氣工學科 碩士課程

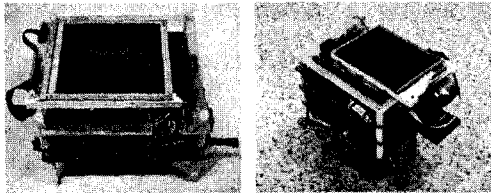
** 全 在 昱 : 成均館大學校 電子電氣工學科 教授 · 工博

는 32비트 RISC CPU인 XScale PXA255를 사용하였으며, 32MB의 플래시 메모리와 64MB의 SDRAM을 이용하여 전체 메모리를 구성하였다. 또한 외부와의 통신을 위해 RS232C, IrDA, Ethernet 등을 지원하고 PCMCIA(Personal Computer Memory Card International Association), CF(Compact Flash), SD(Secure Digital), USB Client등의 외부 인터페이스를 제공하여 다양한 I/O, 메모리 등에 대한 확장성을 넓혔다. 또한 사용자의 편리한 입출력 인터페이스를 위한 장치로서 640x480의 해상도를 지원하는 4" TFT LCD와 Touch Panel이 장착되었다.



(a) (b)
그림2. 공용 플랫폼의 외형

그림 2는 이동 로봇과 조종 단말기를 위한 공용 플랫폼의 외형으로 두 부분으로 나뉘어져있다. 그림 2-a는 프로세서와 메모리 그리고 통신 인터페이스를 포함하는 메인 보드, 그림 2-b는 PCMCIA, CF, SD 인터페이스를 위한 확장 보드를 나타내고 있다.



(a) (b)
그림3. 조종 단말기와 이동 로봇의 외형

그림 3은 조종 단말기와 이동 로봇의 외형을 나타내고 있다. 그림 3-a는 조종 단말기로 메인 보드와 확장 보드로 구성되어 있으며 GUI 환경에서 보다 편리한 인터페이스 제공을 위해 640x480의 해상도를 지원하는 4" TFT LCD와 Touch Panel을 장착하고 있다. 그림 3-b는 이동 로봇의 외형으로 조종 단말기와 기본적으로 같은 하드웨어 구성을 가지고 있으며, 모터를 제어하기 위한 모터 제어 보드와 한 쌍의 스텝 모터가 아래쪽에 추가로 부착되어 있다. 모터 제어 보드는 8비트 RISC CPU인 AT90S2313을 사용하여 제작되었다. 메인 보드와 모터 제어 보드간의 연결은 PXA255의 GPIO(General Purpose I/O)를 이용하였다. 스텝 모터의 움직임과 관련된 모든 처리는 AT90S2313에서 하며, 메인 보드는 단순히 조종 단말기로부터 전달 받은 명령을 모터 제어 보드 쪽으로 전달하는 역할만 하게 된다.

3. 소프트웨어

특정 용도의 디바이스 개발은 펌웨어 레벨의 소프트웨어를

이용하여 해당 용도에 맞는 최적화된 동작을 하도록 설계할 수 있다. 그러나 본 논문에서 다루고 있는 다양한 주변 장치를 포함하는 플랫폼의 경우에는 주변 장치들을 쉽게 제어하고, 사용 용도에 따라 쉽게 프로그램을 변경할 수 있어야 한다. 따라서 이동 로봇과 조종 단말기를 위한 공용 플랫폼을 위해 두 종류의 Embedded OS가 사용되었다. 하나는 Windows CE .NET이고 또 다른 하나는 Embedded Linux이다. 조종 단말기는 Embedded Linux가 탑재되어 있다. 여기에 이동 로봇 제어를 위한 인터페이스 프로그램을 위해 QT가 사용되었다. 이동 로봇은 Windows CE .NET이 탑재되어 있다. 여기에 Embedded Visual C++를 이용하여 조종 단말기로부터 받은 명령을 모터 제어 보드 쪽으로 전달해주는 역할을 하는 MFC(Microsoft Foundation Class) 기반의 프로그램을 만들었다.

4. 전체 시스템의 구성

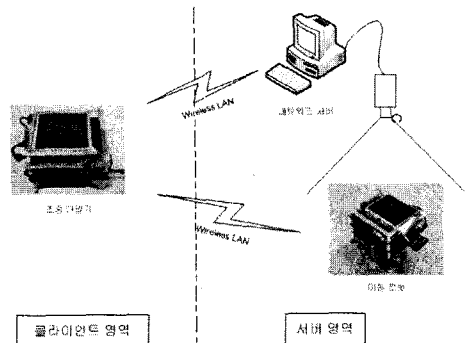


그림4. 인터넷 기반의 이동 로봇과 제어

그림 4는 본 논문에서 제안하는 이동 로봇과 조종 단말기를 이용한 전체 시스템의 구성을 나타내고 있다. 본 논문에서 설명하는 인터넷 기반의 이동 로봇 시스템은 크게 두 부분으로 나뉘는데, 이는 사용자가 이동 로봇을 제어하도록 하기 위한 클라이언트 영역과 이동 로봇의 주변 환경에 대한 정보를 전달하는 네트워크 서버와 이동 명령을 전달받아 움직이는 이동 로봇으로 구성된 서버 영역이다. 클라이언트 영역과 서버 영역의 연결은 Wireless LAN을 통해 이뤄지며, TCP/IP 소켓 통신을 이용하였다.

2.1 클라이언트 영역

클라이언트 영역의 사용자는 조종 단말기를 이용하여 TCP/IP 소켓 통신을 기반으로 무선 랜을 통해 원격지에서 이동 로봇에게 명령을 전달한다. 이때 사용자는 이동 로봇을 조종하기 위해서는 이동 로봇에 접속해야 한다. 또한 서버 영역의 네트워크 서버로부터 획득된 이미지 정보를 전달 받아 현재 로봇의 움직임과 주변 상태를 확인 할 수 있다.

2.1 서버 영역

서버 영역의 이동 로봇은 클라이언트 영역의 사용자로부터 명령을 전달받게 되며, 그에 따라 적절한 이동을 하게 된다. 그리고 네트워크 서버는 USB 카메라로부터 획득한 로봇과 그의 주변 정보에 대한 이미지를 클라이언트 영역의 사용자

에게 전달하게 된다.

5. 실험

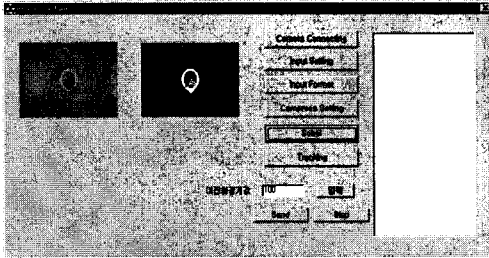


그림 5. 네트워크 서버의 프로그램 실행 모습

그림 5는 네트워크 서버의 프로그램 실행 모습을 나타낸다. "Camera Connecting" 버튼을 이용하여 USB 카메라와 연결을 한 후에 "Sobel" 버튼을 눌러 이동 로봇의 움직임을 감지할 준비를 한다.

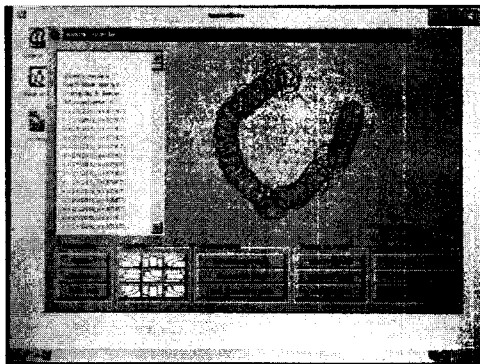


그림 6. 조종 단말기의 프로그램 실행 모습

그림 6은 조종 단말기의 프로그램 실행 모습을 나타낸다. "Connect" 버튼을 누르면 이동 로봇과 네트워크 서버에 연결되며, 데이터를 주고받을 준비를 한다. "Touch Control Mode" 버튼을 이용하여 제어 모드를 선택하면, 웹 서버는 피드백 정보로서 실제 이미지가 아닌 이동 로봇의 위치 정보만 2차원의 좌표 형태로 보내온다. 그러면 조종 단말기는 이 좌표 값을 해석하여 이동 로봇의 위치를 빨간색 원으로 이미지 뷰어 부분에 표시해 준다. 사용자는 원으로 표시된 모바일 로봇의 위치를 확인하고 로봇을 이동 시키고자 하는 목적지를 이미지 뷰어 내에서 스타일러스 펜으로 누르면 로봇이 이동하는 모습을 볼 수 있었다.

5. 결론 및 향후 과제

인터넷이란 LAN등 소규모 통신망을 상호 접속하는 형태에서 점차 발전하여 현재는 전 세계를 망라하는 거대한 통신망의 집합체가 되었다. 인터넷상의 모든 서비스를 제공하는 중심이 되는 호스트 컴퓨터도 없고, 이를 관리하는 조직이나 단체도 없지만, 인터넷상의 어떤 컴퓨터 또는 통신망에 이상

이 발생하더라도 통신망 전체에는 영향을 주지 않도록 관리와 접속은 세계 각지에서 분산적으로 행해지고 있다. 이러한 인터넷을 통해 원격지의 제어 대상물을 거리에 제약 없이 원거리에서도 제어 하는 일이 가능하지만, 데이터 전송 속도에 한계가 있었다. Direct control mode에서는 피드백 이미지 정보의 전송 지연으로 인해 실제 모바일 로봇의 움직임과 원격 제어기에서 보여주는 이미지 사이에는 약간의 시간차가 생기고, Touch control mode에서는 로봇의 이동 방향을 수시로 계산하면서 계속 바꿔주어야 하기 때문에 로봇의 이동 경로가 직선으로 나타나지 않았다. 그러나 하나의 문자로 이루어진 제어 명령어 들은 원격 제어기로부터 원격지의 제어 대상물까지 정확히 전달되었다.

인터넷 기반의 원격 제어 시스템을 위해서는 인터넷을 통한 데이터의 전송 지연을 줄일 수 있는 연구가 선행되어야 하고 기술적인 요소들이 더 많이 충족되어야 할 것이다. 원격지의 제어 대상물을 제어 하는 방법에 있어서도 PDA와 같은 소형의 임베디드 시스템의 특성에 맞고 작은 디스플레이에서도 사용자가 편리하게 사용할 수 있는 제어 방법 또한 더 많은 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] 홍길동, 김유신, "2상8극형 HB형 리니어 펄스 모터의 자속분포와 정특성해석", 대한 전기학회 논문지, 9호, 제 42권, pp. 9-18, 1993. 9.
- [2] Hayes, J.P., "Pseudo-Boolean Logic Circuits", IEEE Trans. Computers, vol. C-35, no. 7, pp. 602-612, July 1988.
- [1] Kanthapanit and Chanitnan, "Internet-based control," *The university of texas at Arlington*, May, 2002.
- [2] Liu Yan, "A Study of teleoperation of robotic system via the Internet," *University of Alberta at Canada*, 2001.
- [3] Carl Lundberg, Carl Barck-Holst, John Folkesson & Henrik I.Christensen, "PDA interface for a field robot," *International Conference on Intelligent Robots and Systems*, Oct. 27-31, 2003.
- [4] T. Fong, C. Thorpe and C. Baur. "Advanced Interfaces for Vehicle Teleoperation. Collaborative Control, Sensor Fusion Displays, and Remote Driving Tools," *Autonomous Robots*, 11, 77-85, 2001.
- [5] "Intel," <http://www.intel.com>
- [6] "Standard Microsystems corporation," <http://www.smsc.com>
- [7] "Free On-Line Dictionary of Computing," <http://foldoc.doc.ic.ac.uk/foldoc>
- [8] 이민석, "모바일 기기를 위한 임베디드 리눅스," 한국정보처리학회지, 제9권, 제1호, pp. 112-119, 1. 2002.
- [9] "Linux Online," <http://www.linux.org>
- [10] Free software Foundation, "GNU General Public License," <http://www.gnu.org/copyleft/gpl.html>, 1991.
- [11] "Qt Center," <http://www.qtcenter.co.kr>
- [12] "TROLLTECH," <http://www.trolltech.com>