

교육용 로봇 시스템 개발

이경훈*, 전재욱**

* 성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터공학부(Tel: +82-331-290-7237 : Fax: +82-331-290-7237 : E-mail:cafri@micro.skku.ac.kr)

** 성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터공학부(Tel: +82-331-290-7129 : Fax: +82-331-290-7231 :E-mail:jwjeon@yurim.skku.ac.kr)

The Development of An Education Robot System

Lee, Kyoung Hoon*, Jeon, Jae Wook**

* Dept. of Electrical & Computer Engr., Univ. of SungKyunkwan, Korea

** Dept. of Electrical & Computer Engr., Univ. of SungKyunkwan, Korea

Abstract - In this paper, a robot system is proposed to make it easy to learn about microprocessors. The proposed system consists of several subsystems. Since each subsystem can be operated with other subsystems or without other subsystems, many microprocessor courses can be offered depending on the background of students. Also the proposed system can be used in some robotics courses which emphasize sensor and tele-operation because it contains camera, MPEG encoder, IR sensor, and RF communication module.

CCD Camera로 촬영된 영상을 RF로 전송하여 사용자가 원격으로 감시할 수 있게 구성되어 있다.

1. 서론

제어 시스템은 일반적으로 Microprocessor 기반으로 되어있어 학생들은 먼저 Microprocessor의 기초 기능부터 익히기 위해 Evaluation Board나 Training Kit등으로 그 기능을 먼저 익히게 되는데 이러한 기능의 시스템들은 가격도 고가일뿐더러 처음 접하는 사람에게 있어서는 시스템의 응용분야에 대한 방향을 잡기 어렵다는 단점을 지니고 있다.

본 논문에서는 Microprocessor의 기본적인 기능을 익히기 쉽고 Application에 중점을 두어 사용자가 원하는 목적에 사용하기까지의 능력을 기를 수 있는 시스템을 개발한다. 이 시스템은 각각의 기능들이 단계별로 나누어져 있고 완전하게 독립적이어서 사용자가 자신의 능력이나 사용목적에 따라 원하는 대로 이용이 가능하다. 또한 확장성이 뛰어나게 설계하여 다른 연구의 응용분야에서도 사용할 수 있게 한다.

이 시스템의 중요한 목적중의 다른 하나는 로보틱스 과목에서 실습용으로 사용하기 위한 것이다. 근래에 이런 교육적인 목적으로 로봇 시뮬레이터가 연구 발표되고 있다[1]. 그러나 Arm-Type의 로봇은 많이 쓰이지만 이동 로봇의 구조와 기능에 대한 실습용 로봇은 많이 쓰이지 않으므로 이러한 소형의 로봇을 사용하여 실습을 한다면 학생들의 입장에 있어서 이동 로봇 시스템의 구조와 기능에 대해 좀더 이해를 쉽게 할 수 있을 것이다.

2. 시스템의 전체 구성

본 시스템은 32Bit RISC CPU로써 ARM에서 설계된 ARM7TDMI core를 사용하고 Ethernet controller를 내장하고 있는 삼성전자의 KS32C50100 CPU를 사용하였다. 여기에 메모리와 LCD, LED등을 사용하여 메인보드를 설계하였다. 또한 이동 로봇으로써의 기능을 수행할 수 있게 스텝모터 드라이버와 적외선 센서를 장착하였다. 그리고 부가적인 장치로 초소형 CCD camera와 무선통신용 RF module, MPEG board들이 결합되어 있으며

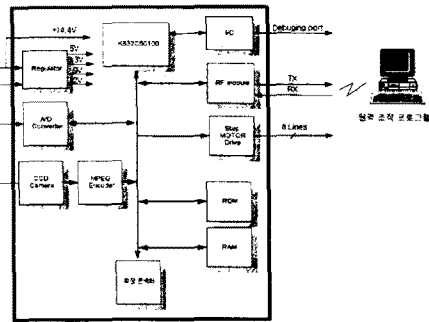


그림 1 System Block Diagram

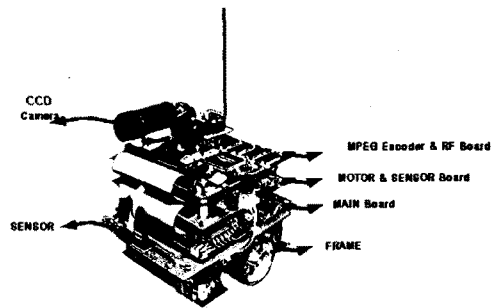


그림 2 이동로봇의 외형

본 시스템은 각각의 보드들로 구성되어 있으며 각각의 보드들은 시스템을 구성하는데 있어서 각 단계별로 나누어 질 수가 있다. 메인 부분은 어떠한 시스템을 다루든 간에 가장 기초가 되므로 1단계로 볼 수 있다. 그리고 간단한 디바이스로 모터와 센서를 2단계로, 좀더 난이도가 높은 MPEG와 RF를 3단계로 볼 수 있다. 그리고 다른 요소로 기계적인 부분을 들 수 있다. 사용자는 자신의 능력에 맞추어 이 시스템을 사용하거나 자신의 필요에 의해서 사용하고 또한 다른 응용요소를 제작하여 추가 할 수 있다.

2-1. 메인 부분

메인 부분은 KS32C50100의 CPU와 메모리, 그리고

I/O와 LCD PC와의 인터페이스를 위한 시리얼 통신 부분으로 구성되어 있다. 메모리 디코딩은 KS32C50100의 내부에서 소프트웨어적으로 처리할 수 있다. 여기서 사용된 KS32C50100은 ARM사의 ARM7TDMI 코어를 사용하고 있다. KS32C50100은 I²C Bus와 Ethernet Controller, HDLC, DMA Controller, UART, Timer, I/O port, Interrupt Controller 등의 제어용 시스템을 원칩에 전부 내장한 집적도가 높은 마이크로 컨트롤러이다. 메모리는 ROM으로는 29C010A, RAM으로 KM416S4030CT-GL인 8Mbyte SDRAM을 사용하였다. KS32C50100은 내부 32Bit, 외부 16Bit로 동작하게 설정하였다.

I/O 포트와 시리얼 포트는 CPU내의 레지스터를 사용하여 컨트롤이 가능하도록 되어있다. 메인 부분에서는 ROM에 들어있는 모니터 프로그램을 이용한 메인 부분의 각 기능들의 테스트 및 시리얼 포트를 이용한 프로그램 로딩이 가능하다. 또한 사용자는 프로그램이 실행되는 동안 LED또는 LCD로 결과를 확인할 수 있다.

메인 부분은 프로세서를 테스트할 수 있도록 최소한의 기능들만을 갖춘 독립적인 보드 형태로 이루어져 있으며 확장 콘넥터를 이용하여 다른 기능들을 추가시킬 수 있게 되어있다.

확장 콘넥터에는 데이터 버스 와 어드레스 버스 I/O 및 IRQ등이 포함되어 있어 어떤 장치라도 연결이 가능하다. 특히 이 보드는 +3V, +5V, +9V, +12V등 다양한 전원이 공급되어 Mobile 형태로 시스템을 꾸미기에 알맞게 설계되어 있다.

2-2. 모터 드라이버

본 시스템에서는 모터 드라이버와 센서 드라이버를 하나의 보드로 설계하였다. 이 보드는 완전한 독립형으로써 굳이 KS32C50100 메인보드를 사용하지 않고 다른 프로세서를 사용하여도 문제가 없다. 시스템을 이렇게 독립적으로 설계한 이유는 시스템 자체가 교육용에 목적을 두었기 때문에 사용자가 기존에 다른 프로세서를 익히고 있던 상황에서 보다 빠르게 이런 어플리케이션 보드를 사용할 수 있게 하기 위해서이다. 앞으로 설명할 다른 보드도 마찬가지로 본 시스템의 목적에 맞게 완전한 독립형 보드로 이루어져 있다. 본 시스템에서는 Mobile의 특성상 구동 전력이 중요하기 때문에 바이폴라 방식을 택하여 설계하였다.

2-3. 센서 부분

이동 로봇의 주요 기능 중에 하나는 스스로 이동하면서 주변의 장애물을 감지하는 것이다. 본 시스템에서는 이러한 기능을 위해 적외선 센서 4조를 컨트롤 할 수 있게 하였다. 사용된 적외선 센서는 적외선을 이용하여 파장의 길이를 재는 방법이 아니라 적외선을 일정 주기마다 짧은 시간으로 발사해서 되돌아오는 빛의 양을 측정하여 장애물의 거리를 재는 방식의 센서이다. 센서 드라이브 부분에서는 이를 위해 일정 주기마다 발광센서를 ON 시켜 적외선을 발사한다. 이때 CPU에 인터럽트 신호를 가해 인터럽트 루틴에서는 A/D converter를 동작시키고 A/D converting이 끝나게 되면 A/D converter에서 다시 CPU에 인터럽트 신호를 보내 센서 값을 읽어가게 된다. 이 센서로 감지할 수 있는 거리는 약 30Cm 내외이다. 이 센서를 부착한 보드는 따로 설계되어 있고 여기서도 다른 적외선 센서를 사용할 수 있는데 그때에는 보드 필러 부의 저항 값을 조절해 주면 된다.

2-4. MPEG Encoder 및 RF

이동 로봇이 작업중이나 이동 중에 사용자가 로봇의 전방을 감시하고 또한 로봇의 명령을 바꾸어 주어야 할 때

가 있다. 이를 위해 본 시스템에서는 로봇에 카메라를 부착하여 사용자에게 영상 정보를 전달할 것이다. 이때 카메라에서의 영상 데이터는 그 양이 너무 커서 전송하는데 상당한 시간을 필요로 하기 때문에 본 시스템에서는 영상 정보를 MPEG Encoder를 이용하여 압축한 후 전송한다. 데이터의 전송은 RF 모듈을 통하여 무선으로 이루어진다. 또한 RF 모듈을 통하여 사용자는 이동 로봇에게 다른 명령도 내릴 수 있다. 이 보드 또한 앞에서 설명한 바와 같이 완전한 독립형으로 설계되어 다른 시스템에도 연결이 가능하도록 설계되어 있다.

MPEG Encoding은 이미 그 알고리즘이 공개되어 소프트웨어적으로나 하드웨어적으로 많이 사용되고 있다. 본 시스템에서는 데이터를 MPEG1으로 압축하는 기능을 가진 PIO SYS사의 VICA1000이라는 디바이스를 사용하였다. VICA1000에서 압축된 데이터는 DRAM에 저장되는데 이때 사용한 DRAM은 KM416C254 4개를 사용하였다. KM416C254는 4MBit이기 때문에 전체 용량을 2MByte가 된다. 이 DRAM을 컨트롤하기 위해 DRAM Controller를 ALTERA사의 FLEX6016 FPGA에 설계하였다. FLEX6016에는 또 VICA1000과 CPU사이의 데이터 인터페이스 회로도 내장되어 있다. 또한 카메라로부터의 아날로그 영상정보를 디지털 값으로 바꾸어 주는 A/D Converter는 BT829를 사용하였다. BT829에서는 카메라로부터의 아날로그 영상정보를 디지털로 바꾸는 기능 및 Sampling Clock과 Vertical Sink 및 Horizontal Sink을 발생하는 A/D Converter이다. 본 부분의 블록도는 다음과 같다.

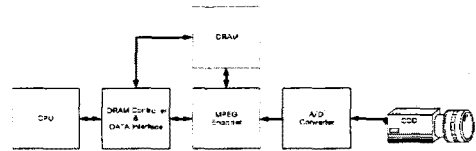


그림 3 MPEG Encoder 블록도

이동 로봇에 부착된 카메라로부터 들어온 정보는 먼저 A/D Converter를 거쳐 MPEG Encoder에 보내어진다. Encoder에서 MPEG으로 압축한 후 그 데이터는 DRAM에 저장이 되는데 CPU에서는 직접 DRAM에서 데이터를 읽어가지 않고 Encoder를 다시 거쳐서 데이터를 읽어가게 된다.

사용자와 이동 로봇은 작업 중에 서로 데이터를 주고받아야 한다. 사용자는 로봇에 명령을 내릴 때 데이터의 이동이 이루어지고 또한 이동 로봇에 있어서는 영상 정보나 센서정보와 같은 값들을 사용자에게 알려줄 필요가 있다. 이때 RF 모듈을 통해서 데이터의 전송이 이루어지는데 본 시스템에서 쓰인 RF 모듈은 Radiometricx사의 BIM-433-F이다. 본 시스템에서는 RS232 시리얼을 이용하여 데이터를 교환하는데 데이터를 전송하는 방법은 다음과 같다.

RS232 시리얼 데이터는 4.8~38.4kbps 속도로 한 쌍의 BIM 트랜시버간에 반 이중식으로 전송되어야 하고 데이터는 바이트 사이에 빈 공간이 없이 패킷화 되어 보내져야 한다. 즉, 데이터는 BIM의 데이터 슬러시기가 settle 되도록 3ms 이상의 프리앰블(55h 또는 AAh)을 선행시키고, 다음에 수신 UART가 lock이 되도록 1 또는 2개의 FFh 바이트를 보낸 후 그 다음에 특유의 시작 메시지 바이트(01h)를 보내야 한다. 이렇게 보낸 후에 데이터를 보내야 하며 마지막으로 CRC또는 checksum으로 종료하여야 한다

본 시스템에서는 로봇과 PC와의 데이터 전송속도를 19200bps를 사용한다. 이때 프리앰블 선행시간이 약 3ms 이므로 약 7개 바이트의 프리앰블이 필요하다. 그리고 UART를 셋 시키기 위해 FFh를 2개 사용하였다. 그리고 이 시스템에서는 CRC나 checksum을 두지 않았

다.

2-5. 기계적 부분

이번 장에서는 본 시스템에서 사용된 프레임의 구조 및 전지에 관하여 간단히 설명하겠다.

이동 로봇에 있어서 제어 시스템 못지 않게 중요한 비중을 차지하는 부분은 바로 기계적인 부분이다. 기계적인 부분이 정밀하지 않으면 그만큼 제어가 힘들어 지기 때문이다. 프레임은 스텝모터를 양쪽으로 고정하였고 바닥의 모퉁이에 볼캐스터를 부착하여 마찰을 최소화하였다. 그리고 중간부분에 전지를 고정할 수 있는 공간을 만들었다.

2-6. 소프트웨어 부분

시스템을 동작시키고 또한 프로그램을 테스트하기 위해 본 시스템은 PC와 RS232 시리얼 라인으로 통신을 한다. 이를 위해 필요한 것이 PC쪽의 소프트웨어인데 이번 장에서는 이 부분에 대해 설명하겠다.

먼저 시스템을 개발하기 위한 기존의 방법은 거의 대부분의 작업들이 DOS 창에서 텍스트로 이루어졌다. Windows 환경에서는 시리얼 프로그램을 통하여 1 바이트 단위의 데이터만을 주고받을 수 있을 뿐 컴파일 작업이나, 연속적인 시리얼 데이터는 DOS 환경 내에서 작업을 해야했다. 물론 Windows에서도 연속적인 데이터를 보내는 프로그램이 있지만 구하기가 힘들고 거의 상용인 프로그램들이다. 본 시스템에서는 개발하기 위하여 좀더 빠르고 편리하게 하기 위해 위의 모든 작업들을 하나의 프로그램에 연결시켜 통합된 작업환경을 만들었다. 사용자 인터페이스는 비주얼 C++에서의 MFC로 작업을 하였고 비주얼 C++에서 작업하기 힘든 컴파일러와 프로그램 다운 부분은 링크를 시켜 실행하게 하였다.

시스템을 먼저 PC와 연결한 상태에서 시스템을 리셋 시키면 시스템의 기본적인 기능을 테스트하거나 프로그램을 다운로드 하는 메뉴들이 나타난다. 그 메뉴들 중 하나를 선택하기 위해 1바이트의 명령을 보내면 시스템은 그 명령에 따라 동작을 하게 된다. 프로그램을 다운하는 작업이라면 작업하기 전 컴파일을 모두 마치고 시스템이 작기 중일 때 프로그램을 전송해야 하는데 이때 쓰이는 것이 디바이스 공급회사에서 주어진 sftp.exe 파일이다[2]. 이 파일은 바이너리 형태의 데이터를 시리얼로 전송하는 기능을 한다. 이렇게 일반적으로 Microcontroller의 개발환경은 통합되어 있지 않았다.

본 논문에서는 사용자의 개발 편리성을 고려하여 통합된 Windows 개발환경을 제공한다. 다음 그림이 Windows 환경에서 시스템을 개발하기 위한 통합환경의 프로그램이다. 표시된 기능들은 살펴보면 다음과 같다.

1. Main window로써 하이퍼터미널의 기능을 한다. serial port로 들어오는 데이터를 화면상에 표시하여 준다.
2. Open and Load로써 프로그램이 Down되는 시작점을 입력하여 준다.
3. Download의 기능으로써 바이너리 파일을 board에 down 하는 기능을 한다.
4. RESET으로써 board의 reset 기능이 아닌 통합프로그램의 Main window를 clear하는 역할을 한다.
5. Go program을 시작하는 기능을 한다. 임의의 키를 누르면 실행이 되므로 임의의 값을 넣어 주었다.
6. Compile은 미리 정해진 프로그램을 컴파일 하는 역할을 한다. 컴파일을 수행한 후 결과를 Main Window에 나타내어 준다. User는 Main Window만을 보고 program이 error 없이 컴파일이 되었는가를 확인할 수 있다.

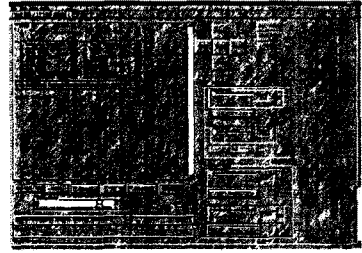


그림 4 개발통합 프로그램

7. 환경설정 메뉴는 현재 serial port의 환경을 설정하는 기능을 한다. 통신속도와 parity, stop bit등을 설정한다.

8. DATA 입력 창으로써 여기에 문자를 찍으면 serial port로 값이 출력된다.

9. 현재 환경설정에 대한 정보를 나타내는 창이다.

10. robot의 조작 window로써 특별히 로봇에 조작 프로그램을 먼저 Download 하여 주어야 한다.

3. 결 론

이동 로봇은 비교적 작은 시스템 안에 여러 가지 기능을 부여할 수 있으므로 교육적으로 훌륭하게 쓰일 수 있을 것으로 기대된다. 본 논문에서는 마이크로프로세서와 로봇을 학습하는데 있어서 사용자에게 경제적인 부담과 시간을 줄이고 흥미를 부여하는 이동로봇 시스템을 구현하였다. 본 시스템은 단계적으로 구성되어 사용자의 능력에 따라 학습이 가능할 것이며, 또한 독립적으로써 사용자의 목적에 따라 다른 용도로도 사용이 가능할 것이다.

이동로봇으로써의 연구로는 micro controller test 및 Trajectory planning, 로봇 명령어 제작 및 실험 등이 가능하며, 초소형 자동화 장치개발, MPEG encoder 개발, 무선통신 탐사로봇 개발, 다기능 embedded controller 등 다른 연구 분야에도 이용이 가능할 것이다.

(참 고 문 헌)

- [1] Soon-Hyuk Hong, "Development of a Realtime Robot Simulator", Proceedings of the 14th KACC, October, pp.409-412, 1999.
- [2] Samsung Electronics, "Microcontroller application notes KS32C50100", 1999.
- [3] Shigeo Hirose, "Design and Implementation of Intelligent Mobile Robots: Practical Aspects", IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation, pp.114-124, 1996.