

동기식 이동로봇을 위한 USB 로봇 제어시스템 설계

남 중 현(南中鉉)^o/권오상(權五常)^{*}/ 이 응 혁(李應赫)^{**}/ 장 원 석(張元碩)
건양대학교 정보전자공학과/(주)한울로보틱스^{*}/한국산업기술대학교 전기전자공학과^{**}
전화 : (042) 868-2743 / 팩스 : (042) 868-4784

The Design of USB Robot Control System for Synchro-drive Mobile Robot

Joong-Hyun Nam^o/ Oh-Sang Kwon^{*}/ Eung-Hyuk Lee^{**}/ Won-Seok Chang
Dept. of Information and Electronics Eng., Konyang Univ.
Hanwool Robotics Corp.^{*}
Dept. of Electrical & Electronics Eng., Korea Polytechnic Univ.^{**}

E-mail : jhnam@mail.robotics.co.kr

Abstract

This paper addresses the design and implementation problem of the mobile robot with the synchronous driving mechanism that consists of modular control systems based on the Universal Serial Bus (USB). Recently, the USB have attracted the hardware developers' interests due to its low cost, compatibility, and extenability. In particular, the USB enables us to organize the whole system in the modular manner very easily, and this property plays a very important role in shortening the developing time in implementing the target system, for example, the mobile robot system.

In this paper, we implement the USB motion controller and the USB ultrasonic sensor system and verified the validity and the effectiveness of the proposed system through the real experiments including the mobile robot navigation and the environment recognition..

1. 서론

로봇 기술은 자동차 공업의 투자 확대에 힘입어 제어기의 고기능화, 다양한 로봇 언어의 개발, 기계구조의 개선, 센서와 액츄에이터 기술 등에서 비약적인 발전을 거듭한 결과, 제조업에서 비 제조업으로 점차 전이되어 가고 있으며, 또한 사람과 같이 협조하여 작업을 하는 등 인간에게 여러 가지 형태로 도움을 제공하는 서비스 로봇의 개발이 활발하게 진행되고 있다.

서비스 로봇과 일반 산업용 로봇을 확연히 구분 짓는 지표는 로봇과 상호 작용하는 환경이 고정되어 있지 않고 변화한다는 점이다. 따라서, 로봇 제어기는 전원과 신호가 외부 환경과 분리되어야 함은 물론이고 로봇에 내장될 수 있도록 이의 소형화가 절실히 요구된다.

이렇듯, 다양한 응용을 갖는 로봇 제어기에 있어서 소형화와 개방화 문제는 제품 자체의 원가 절감뿐만 아니라 설치, 운전, 유지, 보수 등에 수반되는 비용 절감을 가져오는 대책으로 많은 연구가 진행되고 있다. 최신의 산업용 로봇 제어기에 있어서 개방화의 경향은 PC(Personal Computer)를 기반으로 하드웨어 및 소프트웨어

트웨어 그리고 ISA/PCI/VME 등의 표준 인터페이스로 구축하는 방향을 취하고 있다.

그러나 로봇에 장착되는 제어기가 시스템 버스(ISA/PCI/VME)로 인터페이스 되면, 로봇 제어기가 하나의 큰 하드웨어로 통합되는 장점이 있으나 제어기를 위한 모든 전장선들이 모두 로봇 내부로 집중되어 소형화 및 유지 보수의 간편화를 가로막는 요인이 되며 또한 한정된 버스 슬롯 때문에 확장성이 용이하지 않다. 따라서 본 논문에서는 이러한 사항을 극복하기 위해 USB(universal serial bus) 기술을 이용한 로봇제어 시스템을 제안한다.

본 논문에서는 12Mbps의 전송속도를 갖는 고속성, 최대 127개 디바이스가 연결 가능한 확장성, Plug & Play 지원에 의한 모듈화 및 사용 편의성 등의 장점을 가지고 있는 USB(universal serial bus)를 적용하여 USB 모터 제어기와 USB 초음파 거리측정기를 설계하였고, 이를 통하여 로봇제어시스템을 구성하였다. 그리고, 설계된 USB 모터 제어기와 USB 초음파 거리측정기에 대해 각각 PID 제어 실험과 초음파 센서 데이터에 의한 환경인식 실험을 통하여 제어와 환경인식이 가능함을 보였다.

2. 전체 제어 시스템 구성

본 본문에서 제안한 USB 로봇 시스템의 전체 구성은 그림 1과 같다. 이 시스템은 크게 이동 로봇과 이동 로봇을 원격에서 제어할 수 있는 관리 제어부로 구성되어 있는 분산 제어 시스템이다.

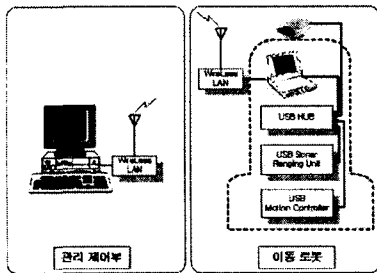


그림 1. USB 로봇 시스템의 구성도
Fig. 1. Configuration of USB mobile robot system.

사용된 이동 로봇의 몸체는 3개의 구동 바퀴를 가진 동기식 구동(Synchro-drive) 방식이다. 동기식 구동 방식은 이동로봇 내에 부착되어 있는 바퀴들의 구동(Driving)과 조향(Steering)이 동시에 이루어지도록 구성된 방식이다.



그림 2. 제작된 이동 로봇 외관
Fig. 2. Photo of developed mobile robot.

이동로봇에 사용된 제어기의 구성은 구동과 조향 그리고 튜렛을 제어하기 위해 2축 USB 모터 제어기 보드 2장과 24개의 초음파를 제어하기 위해 12개를 제어할 수 있는 USB 초음파 거리 측정기 보드 2장을 장착하였다. 또한 로봇의 비전 처리를 위해 USB 카메라를 연결하였다. 이 모두 5개의 제어 장치들을 USB HUB를 통하여 노트북과 연결하였다. 노트북은 USB 초음파 제어기를 통하여 입력된 데이터를 통하여 이동 로봇의 주행이 가능하도록 프로그램을 구현하였고 무선랜을 통하여 관리부에 있는 PC로 로봇의 상태 데이터를 전송한다.

그림 2는 설계된 USB 로봇제어 시스템을 장착한 이동로봇의 외관을 나타낸다.

2.1 모터제어기

이동 로봇에 사용된 USB 모터 제어기는 모터 PID 제어기, 서보앰프, USB Interface, 10bit Absolute Encoder 입력 Port, 5bit Input/Output Port가 일체화된 보드로서 컴퓨터의 USB 단자에 Plug 되면 추가의 Setting 없이 곧바로 모터 제어가 가능하다. 그림 3은 모터 제어기의 구조를 보여준다.

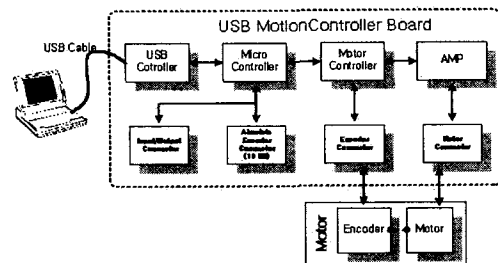


그림 3. USB 모터 제어기의 구성도
Fig. 3. Configuration of USB motor controller.

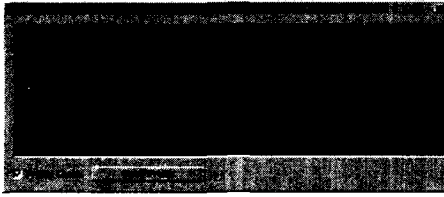


그림 6. 이동 로봇에 적용된 PID 제어
Fig. 6. A applied PID control of mobile robot.

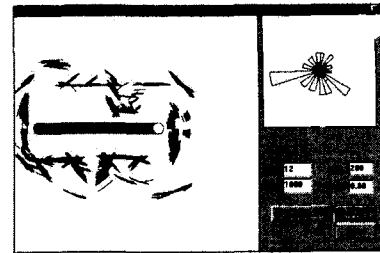


그림 9. 초음파 센서를 이용한 지도 작성 결과
Fig. 9. Result of map making using ultrasonic

3.2 다채널 초음파를 이용한 지도실험

모든 방향의 장애물을 검출하기 위해서는 센서 사이의 각도 차이를 15° 로 하여 이동부의 모든 면에 24개 (360° /15°)의 초음파 센서를 장착하였다. 그림 7은 초음파 센서의 구동 순서와 배열을 나타낸다.

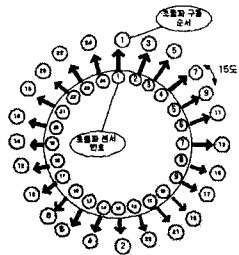


그림 7. 초음파 센서의 배열
Fig. 7. Array of ultrasonic sensors.

이 실험을 수행하기 위해 로봇을 이동하였는데, 이때 이동 속도는 $0.08 \left[\frac{Rev}{sec} \right]$ 로 설정하였고, 초음파의 센서의 감지 특성을 향상시키기 위해 초음파 감지 거리는 최대 1000cm로 설정하여 구동하였다. 전체 초음파 구동 시간은 1392ms이고, 최소 측정거리는 12cm로 설정하였다.

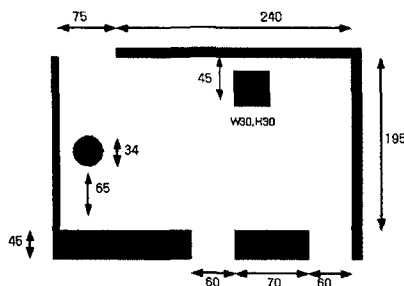


그림 8. 초음파 센서를 위한 지도작성 환경
Fig. 8. Environment of Map making using ultrasonic.

이 실험을 통하여 이동로봇의 이동 중에서 USB 초음파 거리 측정기를 원활하게 제어가 가능함과 신뢰성을 입증하였다.

4. 결론

현재 기술의 발달로 로봇의 성능이 향상됨에 따라 인간이 생활하는 실제 환경에서 인간의 생활을 돕는 로봇을 원하게 되었다. 또한 작업환경이 극한 작업, 재활 로봇, 수술로봇, 집 지키는 로봇, 수리 로봇, 청소 로봇 등과 같이 다양화되고 있다. 이렇게 다양화되고 있는 이동 로봇의 제어 시스템을 설계하기 위해서는 사용상의 용이성 및 확장성, 모듈화 등을 고려해야 한다. 따라서 본 논문에서는 확장성, 모듈화, 유지 보수가 간편한 USB 기술을 통한 로봇 제어 시스템을 제안하였다. 그리고 로봇 제어 시스템에 사용된 USB 모터 제어기를 PID 제어 실험을 통하여 제어가 가능함을 보였고 또한 동기식 이동로봇에 대해 설계된 각 디바이스를 적용하여 주행실험과 이동 로봇의 지도 작성을 한 결과 동기식 이동로봇에 대한 USB 로봇제어기의 타당성이 입증되었다. 이러한 USB 방식의 제어기는 다른 형태의 이동로봇에도 적용이 가능하다.

참고문헌

- [1] 권오상, "로봇 팔이 부착된 재활보조 시스템의 구현과 제어기법에 관한 연구", 인하대학교 박사학위 청구 논문, 1999.2
- [2] Johann Borenstein, H.R. Everett, Liqiang Feng, "Navigating Mobile Robots Systems and Techniques," A K Penters, Ltd., 1996
- [3] 범희락, 조형석, "초음파센서 배열을 이용한 이동로봇의 지도작성", 한국자동제어학술회의논문집, pp.a358-a361, 1999