

CAN 통신기반 분산제어를 이용한 이동로봇 설계

추연규* · 김봉기* · 장주환**

*경남과학기술대학교 · **(주)나래에프에이씨

Design on a Mobile Robot with Distributed Control based on CAN Protocol

Yeon-Gyu Choo* · Bong-Gi Kim* · Ju-Han Jang*

Gyeongnam National University of Science and Technology*, Nare FAC Co., Ltd.

E-mail : ygchoo@gntech.ac.kr

요 약

이동로봇은 동작 특성상 다수의 하드웨어로 구성되기 때문에 분산제어 방식으로 동작하는 것이 필수적이므로 네트워크 기반의 인터페이스 설계가 중요하다. 다양한 네트워크 중 전장에서 산업현장에 이르기까지 여러 분야에 적용중인 CAN 버스 통신을 적용하여 이동로봇을 구성하는 각 하드웨어의 독립성과 장애물 판단, 모터 구동 등을 정확하게 제어함으로써 자율주행에 따른 이동로봇의 성능을 향상시키고 하드웨어 추가에도 대응이 가능하도록 설계하였다.

키워드

이동로봇(mobile robot), 분산제어(distributed control), CAN(Controller Area Network), DC 모터(DC Motpr), CAN 프로토콜(CAN protocol)

1. 서 론

이동로봇은 최근 산업계의 자동화, 무인화 추세와 더불어 산업현장의 무인 창고 시스템이나 물자운반용으로, 그리고 서비스로봇으로 청소용이나 경비용, 안내용으로 각 분야에서 그 활용성과 필요성이 높아지고 있다. 또한 고정된 작업공간을 갖는 고정 매니플레이터에 비해 이동로봇의 작업 영역이 자유로우므로 이동 능력에 작업능력을 부여하여 응용할 수 있는 분야는 매우 다양하다. 원자로 내부와 같은 극한 작업환경에서의 검사, 고장수리작업이나 해저, 달, 혹성 탐사등과 같이 위험한 환경에서의 작업이나 사람이 작업하기 어려운 극한 상황에서 사람을 대신하여 로봇이 작업을 수행하는 경우에 이는 더욱 유용할 것이다.

자율이동로봇은 공장, 원자력 발전소, 우주 탐사 및 기타 인간이 작업하기에 위험한 지역에서 이동하면서 주어진 작업을 수행하는 지각, 지능 및 작업능력을 가진 로봇이다. 로봇이 불확실한 환경에 지능적으로 대처하면서 빠른 응답특성을 가지기 위해서는 지각을 위한 센서정보와 방향인지와 자세 및 속도제어를 위한 정보로부터 계획 및 동작계획의 추론과정과 그 출력이 실시간으로 이루어져야 한다.

본 논문은 공간상의 물체를 인식하고 그에 따른 계획된 동작을 하도록 이동로봇을 설계 및 제작하고자 한다. CAN 통신 프로토콜을 이용한 분산제어방식을 도입하여 로봇운동에 요구되는 많은 제어 작업들을 실시간으로 효율성 있게 수행할 수 있는 시스템을 설계하고 하드웨어를 제작한 후 시스템의 성능을 평가한다.

본 논문에서는 주변 환경을 고려하여 자율적으로 이동하기 위한 이동로봇의 주요 기술에 대해 알아보고, 개별적인 기술을 통합하여 자율주행이 가능한 이동로봇을 설계 제작하는데 목표를 두었다. 이동로봇의 실시간 데이터 처리기술, 주변환경 정보를 다양한 센서로부터 획득하고 가공하는 비전기술, 목표위치로 이동하기 위한 이동체 구동 기술, 장애물을 회피하기 위한 인식 및 회피 기술, CAN 통신 프로토콜을 이용한 이동로봇 구성 모듈간의 실시간 인터페이스 기술 등 이동로봇의 용도에 따라 사양 설계, 동작 방법, 인터페이스 조건 등을 검토 후에 설계하고 이를 바탕으로 이동로봇의 하드웨어를 제작한다. 제작된 이동로봇을 장애물을 포함하는 특정 공간에 위치시켜 이동 성능, 장애물 인식 성능, 이동속도 등 다양한 파라미터를 이용하여 설계 이동로봇의 성능을 평가한다.

II. 이동로봇 통신 프로토콜 설계

로봇 성능은 앞서 설명한 것과 같이 컴퓨터 기반의 실시간 데이터 처리기술, 주변의 다양한 파라미터를 수집하기 위한 센서 관련 기술, 이동을 위한 구동기 관련 기술등 다양한 분야의 기술적인 접목을 필요로 하는 분야이다. 따라서 설계 제작하고자 하는 로봇의 용도에 따라서 사양 설계, 동작 방법, 인터페이스 기술 등을 먼저 검토한 후에 설계를 진행하는 것이 바람직하다.

이동체 로봇은 다른 시스템의 구성과 달리 이동체를 이동시키기 위한 모터 구동부, 주변 장애물을 검출하기 위한 센서부, CCD 카메라로부터 동영상상을 캡처하는 동영상 캡처부, CCD 카메라의 회전각을 제어하는 카메라 틸트부, 각종 구동 및 동영상 데이터를 전송하기 위한 무선송수신부 등으로 구성되는데 모두 독립적인 임베디드 시스템으로 구분된다. 독립된 시스템을 구동시키는 것은 큰 문제가 되지 않지만 모든 시스템을 단일 시스템에 종속된 형태로 운영하기 위해서는 각 서브 시스템들간의 원활한 인터페이스를 필요로 하게 된다. 이러한 인터페이스를 통해서 이동체 로봇의 목표에 맞는 동작을 정상적으로 수행하게 되며 실시간 시스템으로의 운영도 가능하게 된다.

실시간으로 각 부품들간의 원활한 인터페이스를 위해서 고려되어야 하는 사항은 바로 통신 프로토콜이다. 앞서 설명한 것과 같이 무선 송수신 부라는 별도의 통신 서브 시스템이 구축되어 사용하고 있으나 이는 사용목적이 동영상과 같은 데이터 전송에 주된 목적을 두고 있기 때문에 각 서브시스템간의 통신에는 큰 의미를 부여하지 않는다. 즉, 부품들 간에 정해진 프로토콜에 의거 데이터를 주고 받음으로써 통신시 발생할 수 있는 다양한 문제점을 사전에 방지하고자 원 목적에 부합된 통신 프로토콜을 선택하고 설계 개발에 적용하고자 한다.

AT90CAN128 마이크로컨트롤러의 내장된 CAN Controller를 효과적으로 사용하기 위해서는 PCA82C250과 같은 CAN Transceiver를 필요로 한다. 이 디바이스는 CAN 버스와 Controller간 상이한 데이터 레벨간 호환이 가능하도록 해주고 배터리 양극성의 회로 쇼트를 방지하여 송신기 출력 단계를 보호하는 전류제한회로를 제공해준다. 이런 오동작으로 인하여 전류소비가 급격하게 증가하더라도 전류제한회로를 통해서 송신기 출력 단계의 파괴를 방지해준다. 또한 온도가 160°C 이상이 되면 송신기 출력 모두의 전류제한이 감소하는데, 이는 송신기가 전류 소비의 주요 요소이기 때문에 전력 소비가 감소하면 디바이스의 온도 또한 감소하게 되는 원리로 동작한다. CAN 버스 라인의 회로가 단락되면 열 보호가 부분적으로 필요하기도 한다. 이러한 방식으로 CANH와 CANL 라인은 자동차와 같은 전장시스템에서 가끔 발생하는 과도전류에 대해서도 보호

된다.

CAN에 의해 데이터 교환시 Station이 주소화가 되는 게 아니라 메시지의 내용(속도, 센서 Data등)에 따라 주소 부여한다. ID 값 중 가장 낮은 이진수를 가지는 ID가 높은 우선순위 가진다. CAN2.0A를 사용하여 11bit의 주소번호를 가진다. 그림 1은 메시지 프레임의 구조와 기능에 대해서 정리한 것으로 이동형 로봇과 같은 특수한 환경에 맞도록 설계된 메시지 프레임의 일부이다.

송신 UNIT	Left Motor Controller	Arbitration ID	DBH	전송방식	event	periodic	
						condition	always
수신 UNIT	PC2 CAN to RC232 Interface Module)						
전송데이터 내용	byte7 byte6 byte5 byte4 byte3 byte2 byte1 byte0 Motor PWM Velocity) Data ※ PWM Data 값을 처리하여 전송						
송신 UNIT	Right Motor Controller	Arbitration ID	DBH	전송방식	event	periodic	
						condition	always
수신 UNIT	PC2 CAN to RC232 Interface Module)						
전송데이터 내용	byte7 byte6 byte5 byte4 byte3 byte2 byte1 byte0 Motor PWM Velocity) Data ※ PWM Data 값을 처리하여 전송						
송신 UNIT	PC (CAN to RC232 Interface Module)	Arbitration ID	DBH	전송방식	event	periodic	
						condition	always
수신 UNIT	Left Motor Controller						
전송데이터 내용	byte7 byte6 byte5 byte4 byte3 byte2 byte1 byte0 Motor Control Data ※ PC에서 제어 Data 값을 처리하여 전송						

그림 1. 설계된 CAN 메시지 프레임

III. 이동로봇 설계

로봇 구동방식에 의해 구성된 로봇의 예를 나타낸 것으로 원격제어 이동로봇, 장애물 회피 이동로봇, 목표물 추적 이동로봇 모두 적용이 가능한 형태로 구성되어 있으며, 그림 2와 그림 3은 설계된 이동로봇의 전체 구성도와 실제 제작된 이동로봇의 사진이다.

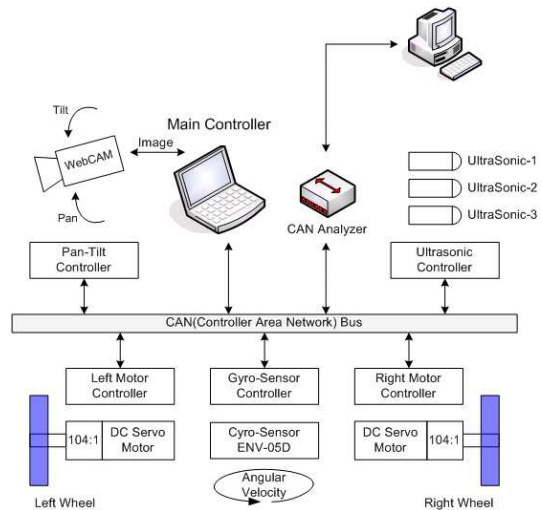


그림 2. 이동로봇 시스템 구성도

이동로봇은 2륜구동에 의한 방식으로 로봇의 이동속도는 전·후진 방향으로 제어되며, 각 축의

속도제어에 의한 회전 각속도 제어를 수행한다. 그리고 목표지점까지 최단시간내 이동시키기 위해서 속도는 PID 알고리즘에 의해서 제어한다.



그림 3. 제작된 이동로봇

그림 4는 로봇의 이동부 구조를 나타낸 것으로 AT90 CAN128 마이크로컨트롤러가 속도제어 기능을 담당하고 있으며 속도는 DC 서보 모터의 인코더에 의해 피드백 된 데이터를 기초로 하여 제어를 수행하고, 모터는 PWM 신호에 의해서 구동된다.

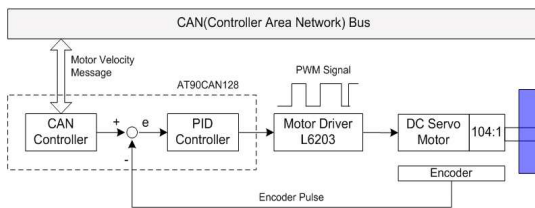


그림 7. 로봇의 이동부 구조

IV. 결 론

본 논문에서는 정해진 공간에서 임의의 경로로 자율적으로 이동하는 이동로봇을 설계하는데 있어 필요로 하는 각종 하드웨어가 효율적으로 동작하기 위한 인터페이스 및 관련 설계기술을 소개하고 자율이동 시스템을 제안하였다. 이동로봇이 다수의 하드웨어로 구성되어 운영되기 때문에 분산제어가 필수적이며 네트워크를 통하여 각종 정보를 송수신해야 하는 특성을 가진다. 전장 분야에서 오래전부터 적용중인 CAN 통신 프로토콜을 도입하여 이동로봇의 각 모듈의 제어기의 독립성과 처리속도를 향상시키고 기능별 확장이 용이하도록 구성하였다.

자율이동시 경로주변의 정보를 초음파센서와 영상이미지를 통해 위치정보화 시키고 이를 바탕으로 이동경로를 결정하는데 선택된 영상인식 알고리즘에 따라서 성능이 달라질 수 있음을 제작된 이동로봇의 현장실험을 통해 확인할 수 있었으며 이동속도 개선을 위해 적용된 이동체 모터 속도제어 알고리즘도 효과적임을 확인하였다.

CAN 통신 프로토콜에 의해 제어되는 각 모듈은 독립적인 작동을 통해 이동로봇의 응답속도를 개선시킴을 확인할 수 있었다.

본 논문에 제안된 이동로봇은 제한된 센서로부터 정보를 수집하여 이동경로를 설정하기 때문에 정확한 정보수집이 중요하다. 최근에 소개된 고성능 센서의 도입도 검토가 필요하며 오차를 개선하고 정확한 이동경로를 제공하기 위해서는 퍼지 및 신경망과 같은 인공지능 알고리즘 도입도 필요한 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] Bray, Jennifer, "Bluetooth Connect Without Cables", Prentice-Hall, 2000.
- [2] Singh, B., Singh, S., "Half Bridge Boost Converter for Power Quality Improvement in PMBLDCM Drive", 2nd International Conference of ICETET, pp.753-758, 2009.
- [3] R. C. Dorf and D. R. Miller, "A method for enhanced PID controller design", Journal of Robotics and Automation, Vol. 6, pp. 41-47, 1991.
- [4] Gerkey, B.P. Vaughan, R.T. Stoy, K.. Howard, A. Sukhatme, G.S. Mataric, MJ, "Most valuable player: a robot device server for distributed control", Proceedings of Intelligent Robots and Systems, pp.1226-1231, 2001.
- [5] Dinesh Nair, Jagdishkumar K. Aggarwal, "Moving Obstacle Detection Form a Navigating," IEEE Transactions on Robotics and Automation, Vol. 14, No 3, June 1998.