

초음파를 활용한 이동로봇의 추적 기법

송병후*, 송준석*, 조영주⁰, 윤희용*

⁰성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과

e-mail: {by911129, alskpo, yjcho1021, youn7147}@skku.edu^{*0}

Tracking techniques of mobile robot using ultra sonic

Byung-Hoo Song*, Jun-Seok Song*, Young-Joo Cho⁰, Hee-Young Youn*

⁰Dept. of Electrical and Computer Engineering, Sungkyunkwan University

● 요약 ●

본 논문은 일체형 플랫폼 디바이스인 ATMEGA-128을 이용하여 추적하는 이동로봇에 대해 서술한다. 최근 하드웨어의 개발로 일체형 플랫폼 디바이스들이 많이 개발되고 있다. 또한 디바이스와 센서 등을 접목한 여러 가지 제품들이 만들어 지고 있다. 본 논문에서는 일체형 플랫폼 디바이스중 하나인 ATMEGA 및 초음파 장비를 활용한 이동로봇의 설계 및 구현에 대해 서술한다. 초음파 장비의 발신부는 마이크론을 이용하여 초음파를 발생시키고 이동로봇에 부착된 수신부에서는 마이크론으로부터 초음파 신호를 수신 대기 한다. 이후, 수신 감도의 정확성 향상을 위해 초음파 신호를 증폭시켜 값을 판단 한다. 해당 신호를 통해 이동로봇은 초음파 신호 발신부와 수신부 사이의 거리 값을 알아낸다. 이후 가장 가까운 거리 값을 나타내는 방향을 로봇의 전면부가 되게 회전하고 직진하여 최종적으로 로봇은 발신부 방향으로 이동하게 된다.

키워드: 이동로봇(Mobile Robot), 초음파(Ultrasonic), ATMEGA-128

I. Introduction

최근 하드웨어의 개발로 라즈베리 파이, 아두이노, ATMEGA 등 일체형 플랫폼 디바이스들이 연구 및 출시되고 있다. 본 논문에서는 일체형 플랫폼 디바이스 중에 하나인 ATMEGA 기반의 이동로봇 및 추적대상을 추적하는 알고리즘의 설계 및 구현에 대해 서술한다. 실내에서 위치 추적은 주로 무선 센서 네트워크, 이동 로봇과 같은 여러분야에 이용되고 있다. 이를 구현하기 위한 기술로는 적외선, 초음파, gps, RFID 등이 이용된다. 이들 중에 전파의 속도가 느린 초음파를 이용하면 높은 수준의 정밀도를 얻을수 있다. 이를 기반으로 추적방식을 초음파를 통해 서술한다.

외부 버스 확장 기능 등을 제공 한다. Fig1은 ATMEGA-128의 모듈인 JMOD128-1이다.

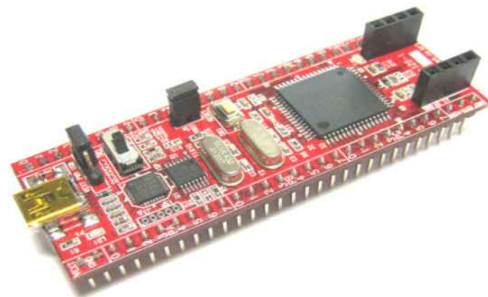


Fig1. ATMEGA-128 Board(JMOD128-1)

II. Preliminaries

1. ATMEGA-128

AVR은 ATMEL사에서 제작된 RISC(Reduced Instruction Set Computer) 구조의 MCU이다. 그중에 하나인 ATMEGA-128은 8-비트 RISC(Reduced Instruction Set Computer)구조로 명령어가 비교적 간단하며, 1MHz당 약 1MIPS(Million Instruction Per Second)의 성능을 보인다. 해당 기기는 향상된 RISC구조, 프로그램과 데이터 메모리, JTAG 인터페이스 제공, 2개의 발전 클럭 입력, ISP,

2. 초음파 (HC-SR04)

초음파란 20kHz이상으로 인간이 들을 수 있는 가청 최대 한계 범위를 넘어서는 주파수를 갖는 주기적인 음압이다. 초음파는 물체 인식[2,3]이나 거리 측정[4] 등 여러 용도로 이용된다. 초음파는 진동수가 커지면 파장이 짧아지는 특성이 있는데, 이를 이용한 초음파 센서는 송신부와 초음파를 수신하는 수신 부 그리고 이들을 제어하는 제어부의 세가지로 구성된다. 초음파를 통한 거리 탐지는 송신부에서 일정시간 간격으로 연속파를 발사하고, 수신될 때까지의 시간을 재며,

연속과가 다 수신 완료 되었을 때까지의 시간들을 평균을 내서 사용한다.[5] 이러한 방식을 TOF(Time of Flight)법이라고 한다.



Fig2. HC-SR04

Fig2는 보편적으로 사용되는 초음파 센서 HC-SR04의 외관이다. 하단의 4핀은 왼쪽기준으로 순서대로 Vcc, Trigger, Echo, GND를 나타낸다.

Table. 1. HC-SR04 specification and limitations

Parameter	Min	Typ	Max	Unit
Operating voltage	4,50	5,5	5,5	V
Quiescent Current	1,5	2	2,5	mA
Working Current	10	15	20	mA
Ultrasonic Frequency		40		kHz

Table1은 HC-SR04의 기본적인 작동 조건들인 전류 및 전압 등을 나타낸다.

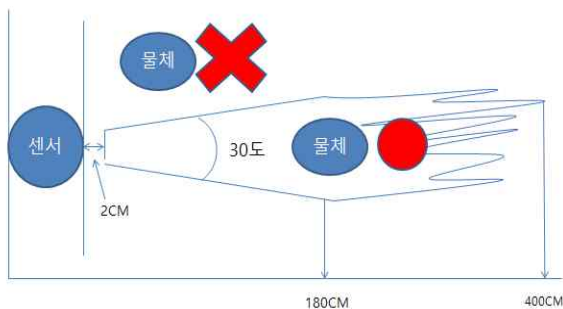


Fig3. HC-SR04 Test of performance

Fig3은 초음파 센서중 하나인 HC-SR04의 성능이 작동되는 한계 각을 알기 위해 테스트에 대한 내용이다. 센서 장비는 중앙을 기준으로 좌 우 15도 반경의 물체에 대해 초음파 신호가 도달 가능한 거리 내에서 감지가 가능하다.

III. The Proposed Scheme

본 논문은 임베디드 플랫폼인 ATMEGA를 이용하여 이동로봇(수신부)과 발신부를 만들고 초음파를 이용하여 발신부를 따라오는 이동로봇의 구현에 대해 서술한다. 초음파 센서인 HC-SR04는 송수신을

동시에 가능하게 해주는 센서이다. 본 논문에서는 해당 센서를 송신부와 수신부를 둘로 나뉘어 장착하였으며, HC-SR04의 센서의 마이크론을 사용한다. 이동로봇은 수신부, 제어부, 구동부로 구성된다.

수신부는 초음파를 이용하는데 초음파와 마이크론의 성능평가 결과에 따르면 그 마이크론의 성능의 한계각은 30도이다. 그에 따라 설정한 거리와 마이크론의 한계각을 그리고 신호의 간섭을 비교해 보았을 때 이동로봇의 모양은 원형으로 만들고 6개의 마이크론을 상판에 설계한다.



Fig4. Mobile Robot Upper appearance

Fig 4는 발신부로부터의 신호를 받기 위한 이동로봇의 상판이다. 수신부의 초음파 인식 한계각과 거리 및 간섭을 고려하여 본 장비는 원형과 6개의 마이크론으로 구성된다.

제어부는 수신한 초음파 신호를 분석하여 거리 및 방향을 판단하는데, 이동로봇이 초음파를 받을 경우 신호 세기가 미세하여 이를 구분하기 어려운 단점이 있다. 때문에 이러한 미세한 신호를 OP-AMP를 통해 증폭시켜주어 그 신호의 레벨을 올려주어 ATMEGA 보드의 adc채널로 입력하여 제어부의 분석을 용이하게 한다. 해당 신호는 아날로그 형태로 입력이 되는데, 전압 값 계산을 위해 디지털 신호로의 변경을 활용한다. 이러한 전압 값은 구동부에서 DC모터의 속도를 제어에 사용되어 최종적으로 이동 로봇을 움직이게 한다.

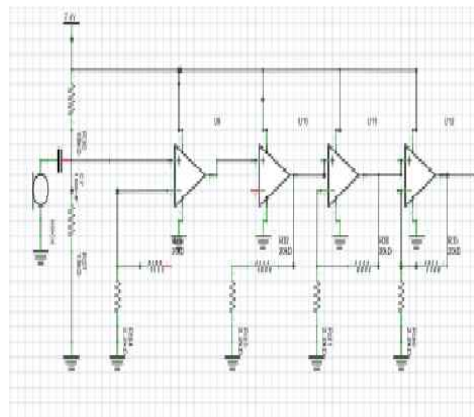


Fig5. Mobile Robot Microphone Design

Fig 5는 신호 증폭 과정을 위한 마이크론의 설계이다. 좌측의 마이크론에서 발신부로부터의 초음파 신호를 받아내고 OP-AMP

4개를 거쳐서 신호가 증폭되어 제어부 방향으로 전달되는 구조를 통해 신호 증폭을 구현하였다.

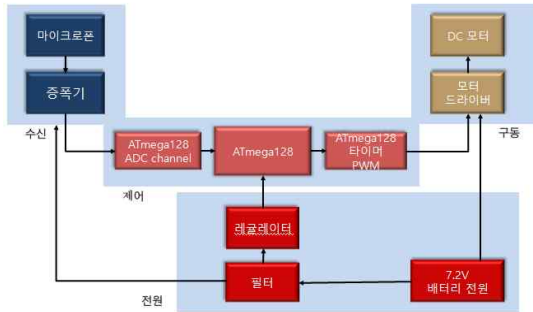


Fig6. Mobile Robot Block diagram

Fig 6은 수신부인 이동로봇의 구성도이다. 이동로봇은 크게 수신부, 제어부, 구동부로 나누어진다.

이동 로봇의 알고리즘은 최초로 6개의 마이크론 중에서 하나를 로봇의 전방으로 설정한다. 로봇이 작동되면 초음파 신호입력의 유무를 판단한다. 판단을 통해 신호가 감지되면, 6개의 마이크론 중에서 신호세기가 가장 강한 방향을 파악한다. 이후, 전방으로 설정한 마이크론이 해당 신호의 방향을 향하도록 로봇을 회전한다. 발신부와와의 거리는 수신한 신호의 분석을 통해 얻은 전압 이용하여 판단한다. 거리의 계산 이후에, 사용자가 정의한 적정 거리를 유지하도록 로봇이 발신 부 방향으로 이동하게 된다. 신호를 수신하지 못할 경우, 이동로봇은 수신부의 센서 감지 범위 변경을 위해 30도를 회전하고, 이후에도 계속 신호를 수신하지 못 할 경우, 360도를 회전하고 알람음을 통해 신호를 수신하지 못했음을 사용자에게 알려주고 작동을 정지한다. Fig 7은 위에서 설명한 이동로봇(수신부)에서의 동작 알고리즘으로, 신호에 따라 이동로봇이 움직이는 동작을 나타낸다.

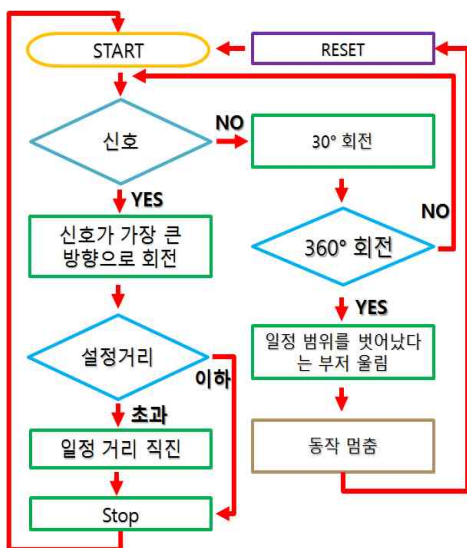


Fig7. Algorithm

발신부는 NE555발진기를 이용하여 나온 40kHz주파수를 이용하여 그 신호를 인버터에 보내고 인버터를 통해 파형의 크기를 한쪽에 전압을 주고 반대는 끊어주거나 반전 신호가 들어갔다다 다시 반전시키는 구조인 하프 브릿지를 이용하여 두 배로 만들어 초음파 40kHz를 만들어낸다. 수신부와 발신부가 일직선이 되어야 초음파의 인식이 가능하기 때문에, 발신부는 벨트형식으로 만들어 다리에 채움으로써 초음파의 인식을 더욱 용이하게 구현하였다.

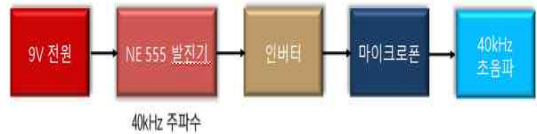


Fig8. Generator Block diagram

Fig. 8은 발신부의 순서도이다. 발진기를 통해 주파수를 만들고 인버터를 거쳐서 원하는 주파수의 초음파를 발신한다. 이 마이크로폰으로부터 발신한 신호는 수신부에서 수신하여 이후 알고리즘에 따라 로봇의 동작을 가능케 한다.

IV. Scenario Test

본 논문에서 제안한 설계 및 구현을 테스트하기 위해 제작한 발신부를 사용자의 다리에 착용하고 이동할 때, 로봇이 정상적으로 초음파 신호를 수신하여 동작 함을 확인하였다.

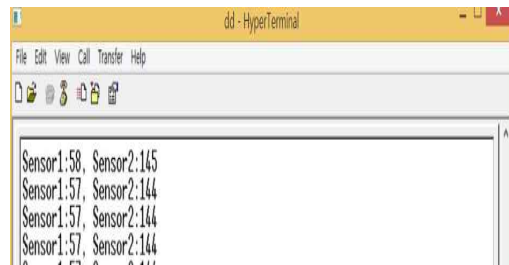


Fig9. Distance check

Fig9는 하이퍼 터미널을 통하여 컴퓨터 ATMEGA128의 기본 모듈인 JMOD128-1을 연결하였을 때에 거리의 따른 초음파의 값이다. 이 값을 통해 실제로 거리에 따른 전압 값이 수신되어 로봇이 동작함을 확인하였다.

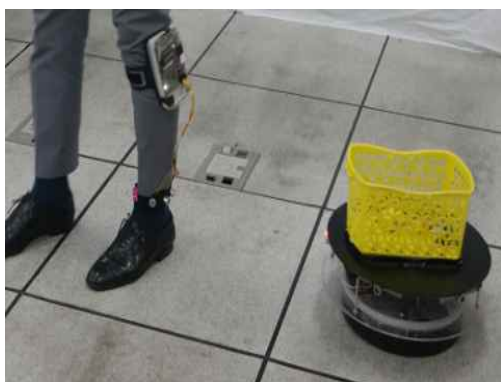


Fig10. Mobile robot demonstration

V. Conclusions

본 논문에서는 초음파 센서 장비의 마이크로폰 장치를 이용한 이동 로봇 및 추적대상을 추적하는 알고리즘의 설계 및 구현에 대해 서술하였다. 신호의 잡음과 신호세기에 대한 문제점을 해결하기 위해 수신부의 신호세기 대책으로 OP-AMP를 통한 증폭기법과 발신부의 히프 브릿지를 사용하여 구현을 진행하였다. 해당 연구는 초음파를 이용한 추적 분야에서 응용 될 수 있다고 판단된다. 향후 연구로는 추적하는 물체에 대해서 자율 주행하는 이동 로봇이 회피하는 알고리즘을 진행할 예정이다.

Acknowledgment

본 연구는 BK21Plus 사업, 한국연구재단 기초연구사업 (2013R1A1A2060398), 삼성전자, 미래창조과학부 및 정보통신 기술연구진흥센터의 정보통신 방송 연구개발사업 (1391105003)의 일환으로 수행하였음.

References

- [1] J. Broadbent and P. Marti, "Location aware mobile interactive guides : Usability issues ,"in Proc. 4th ICHIM, pp.162-172, 1997
- [2] Geun Chul Park and Seung Hee Lee and Chang Soo Park and Dong Won Kim and Won Taek Kim and Gye Rok Jeon, "Study on Development of Sensors for Distance Measure Using Ultrasonic," Journal of Sensor Science and Technology, Vol. 23, No. 1, pp. 46-50, 2014
- [3] J. Borenstein and Y. Koren, "Obstacle avoidance with ultrasonic sensors", IEEE J. Robot. Automat., vol. 4, no. 2, pp.213-218, 1988.
- [4] M. Yang, S. L. Hill, B. Bury, and J. O. Gray, "A multi frequency AM-based ultrasonic system for accuracy distance measurement", IEEE Trans. Instrum. Meas., vol. 43, no. 6, pp. 861-866, 1994
- [5] R. Queirós, F. C. Alegria, P. S. Girão, and A. C. Serra, "Cross-correlation and sine-fitting techniques for high-resolution ultrasonic ranging", IEEE Trans. Instrum. Meas., vol. 59, no. 12, pp. 3227-3236, 2010.