

모빌 로봇의 초음파

센서열에 관한 연구

윤영배, 이상민, 최용호, 홍승용

인하대학교 전자공학과

A Study on the Ultrasonic Sensor Array for the Mobile Robot

Y. B. Yoon, S. M. Lee, H. H. Choi, S. H. Hong

Department of Electronic Eng. INHA University

ABSTRACT

This paper gives a new SRF (Sonic Range Finder) Array formation on the mobile robot.

This SRF Array formation obtains the mobile robot's environmental information wider and faster than the other systems and detects the obstacles in the robot's path.

It is processed and controlled by 8031, on-chip micro-computer. SRF Array sensors are driven by the LM1812 transceiver and selected by the 8-channel channel multiplexer.

In this paper, it detects the obstacles in wider range and gives them to the MAIN to design the shortest modify path.

1. 서론

로봇이라는 단어가 체코의 극작가인 Karel Capek 에 의하여 사용된 후 여러 공상 과학 소설의 소재가 되어왔다.

이러한 공상속의 로봇이 컴퓨터의 출현과 놀라운 발달, 각종 센서의 개발 그리고 과학의 전 분야에 걸친 급격한 발달로 인하여 실현이되어 점차 진보 되어 가고 있으며 현재는 산업용과 의료용 (간호용, 장애인 안내용) 그리고 가정용 등 여러 분야에 걸쳐 이용 개발이 되고 있다.

이 중에서도 지능을 지닌 모빌 로봇이라는 것은 MAP 상에 기억된 경로를 따라 주행을 할때 다수의 예측하지 못한 장애물을 검지하고 이를 파악하여 목적한 곳까지 안전하게 도달할 수 있는 능력을 지니고 있는 로봇을 의미 한다.

로봇이 주변의 환경을 이해하는데 사용하는 대표적인 2가지 종류의 센서로 image sensor와 supersonic ranger finder를 꼽수가 있다.

image sensor는 동시에 2-D 정보를 얻을수 있는 반면 processing time 과 power 를 많이 소비하며 거리 정보를 얻기 위하여서는 특별한 화상 처리 기술과 장비가 필요하다는 단점을 지니고 있다. 그러나 supersonic sensor 는 한 번에 하나의 거리 정보를 취할수 있으며 정보 취득시간이 수십 millisecond 밖에 걸리지 않으며 상대적으로 processing time 과 power 를 적게 소비 한다. 또한 제어 부분 외로의 weight가 image sensor 의 것보다 훨씬 적다는 장점을 지니고 있다.

supersonic sensor 를 사용하여 로봇의 주변 환경을 인지하도록 하는데에는 아래와 같은 기본적인 원칙을 염두에 두고 센서부를 설계하여야 한다.

- (1) 사용하고자 하는 range finder 의 적절한 개발이 되어야 한다.
- (2) 비록 Algorithm 이 최적의 것이 아니더라도 processing time 을 고려 하여 가장 빠른 Algorithm 을 적용여야 한다.
- (3) 보다 빠른 걸리를 얻기 위하여서는 건

체적인 Navigation을 부분적으로 분석하여야 한다.

본 논문에서는 supersonic sensor 중에서 몇개의 초음파 센서를 사용함으로써 보다 넓은 범위에 걸쳐 보다 많은 정보를 획득하여 처리함으로써 정확한 주변 환경 정보를 MAIN 부에 전달하여 가장 짧은 수정경로를 설계할 수 있다.

2. 초음파 Sensor Array 부의 구성

로봇이 주위환경을 인지할 수 있게 하기 위하여 Duplex 방식의 센서 5 개를 사용하여 로보트 정면을 관측할 수 있게 하였으며 이 중앙쪽 끝의 2 개의 센서 지향 각도를 달리 함으로써 보다 넓은 범위를 scan하도록 하였다.

또한 2 개의 센서를 사용하여 로보트의 좌측과 우측을 관측하도록 설치하였으며 주위 환경에 따른 정보의 에러를 줄이기 위하여 reference sensor용으로 1 개를 담당하였다.

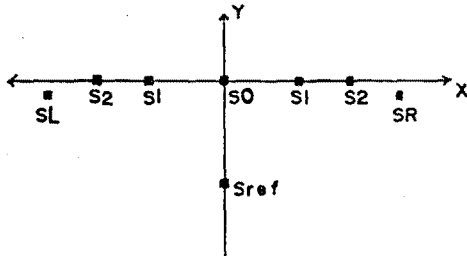


그림 1. 센서의 배치 형태

센서의 배치 형태는 그림 1 과 같다.

여기서 센서 간의 간격은 SO - S1 이 7 cm 이며 S1 - S2 의 간격은 5 cm 로 하였다. 또한 정면에 위치한 센서중 양 끝 센서의 지향각을 88° 로 함으로써 보다 넓은 범위를 scan 할 수 있으며 이 각도는 초음파 센서의 사용시 입사각에 따른 오차를 무시할 수 있는 최대한의 범위이다

3. 초음파를 사용한 거리 측정

3-1. 초음파 거리 측정의 기본원리

초음파 transducer에서 송신된 파가 물체에 도달하여 반사되어 돌아온 반사 신호를 수신하여 이때까지의 시간을 측정함으로써 물체까지의 거리를 알 수가 있다.

즉

$$T = \frac{1}{V} * 2 * L \quad (3-1)$$

여기서 T 는 왕복시간

L 은 대상 물체까지의 거리
V 는 음파의 속도

3-2. Reference Target 를 사용할 때의 거리 측정 방법

초음파의 경우 가장 문제가 되는 것은 주변의 환경 - 즉 온도 바람 그리고 offset 등으로 인한 에러의 발생으로 정보의 신뢰도를 저하시킨다.

본 시스템에서는 이 에러를 줄이기 위하여 reference target 을 사용하여 정보의 신뢰도를 높였다.

Reference target 을 사용할 때의 거리측정은 reference target 까지 파의 송수신시간을 측정하여 이를 측정하고자 하는 물체까지의 송수신시간과 비례 시킴으로써 보다 정확한 거리를 산출할 수가 있다.

즉

$$Dx = \frac{Tx}{Tr} * Dr \quad (3-2)$$

여기서 Dr : Ref. Target와 Ref.Sensor 의 거리

Dx : Sensor 와 물체까지의 거리

Tr : Ref. Target와 Ref.Sensor간의 전파 시간

Tx : Sensor와 미지의 물체간의 전파시간

4. 대상 물체의 좌표추정

정면 센서중 SO, S1, -S1, S2, -S2의 X 좌표는 주어진 X 속의 좌표와 동일하며 Y 의 값은 식 (3-2) 를 이용하면 구할 수가 있다. 또한 SL 과 SR 은 로보트의 주행시 좌측과 우측의 여유 공간을 측정하기 위한 것으로 Y 값 (SR 과 SL을 기준)을 역시 식 (3-2) 를 사용하면 된다.

Sref 는 Ref. Sensor와 Ref. Target 간의 거리가 25 cm로 주어져 있으므로 이때의 파의 Round-trip Time 를 측정하기 위하여 사용을 한다.

단 S2 와 -S2는 88° 의 센서 지향 각도를 지니고 있기 때문에 아래와 같은 식으로 좌표를 산출하여 낸다.

(1) X2' 의 산출 식

X2' 의 좌표는 X2의 좌표로부터 $D \cdot \cos\theta$ 만큼 벗어나 있으므로 X2' 은

$$\begin{aligned} X2' &= X2 + D \cdot \cos\theta \\ &= X2 + D \cdot \cos 88^\circ \quad (\theta = 88^\circ) \\ &= X2 + D \cdot 0.035 \quad (4-1) \end{aligned}$$

가 된다.

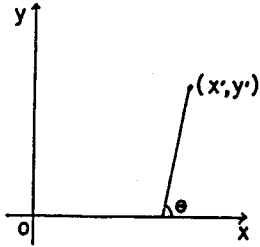


그림 2. S2 에서의 장애물 감지 형태

(2) Y2' 의 산출 식

Y2' 의 좌표는 $D \cdot \sin\theta$ 이므로

$$\begin{aligned} Y2' &= D \cdot \sin\theta \\ &= D \cdot \sin 88^\circ \\ &= D \cdot 0.999 \\ &= D \quad (4-2) \end{aligned}$$

도 알 수가 있다.

5. 센서 Array 열의 구동부

5-1. SRF Array 의 Hardware

sensor array 의 전체적인 구동회로의 Block 도는 그림 3 와 같다.

8 개의 Duplex Ultrasonic Sensor 를 시간 별 구동 시키기 위하여 8 channel multiplexer 를 사용하였으며 초음파 센서의 구동은 LM1812, Ultrasonic Transceiver를 사용 하였다. 또한 전체적인 제어는 on-chip microcomputer 인 8031 를 이용 하였다.

5-2. SRF Array 의 Software

Sref 부터 구동을 하여 정면 방향 센서와 좌측과 우측에 있는 센서의 순으로 센서를 구동시킨다.

Sref 에서는 수위 환경에 따른 거리정보의 오차를 줄이기 위하여 Tr을 측정하여 다른 센서의 거리 정보 계산에 사용한다.

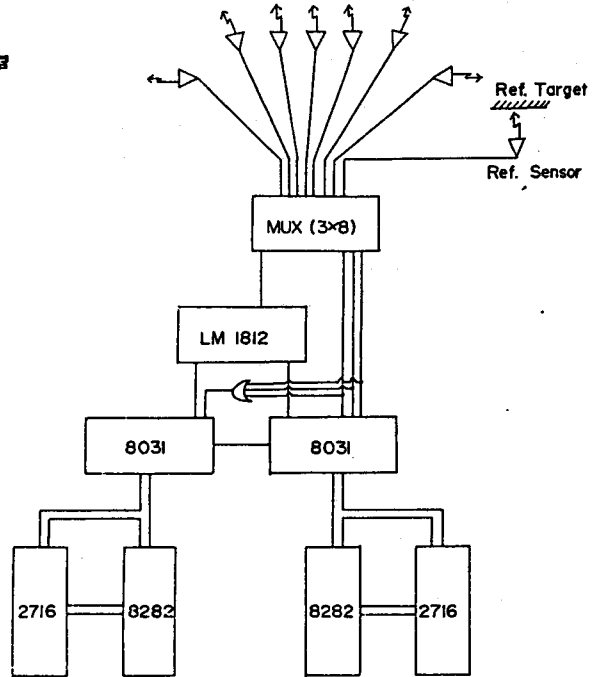


그림 3. 전체 블록도

각 거리좌표는 앞에서 (3-2), (4-1), (4-2) 식을 사용하여 이를 순차적으로 RAM 상에 저장한 후 최함거리 내의 장애물인 경우에는 MAIN 에 전하여 MAIN 에서 수정정도를 설계할 수 있게끔 하여 준다.

그림 4 는 SRF Array 부의 Flow - Chart 이다.

6. 결론

본 연구는 지능을 지닌 모빌 로봇의 경로상에 장애물의 출현시, 이를 감지하여 안전하면서도 최단의 경로를 설정할 수 있는 정보를 측정할 수 있는 센서열에 관한 것이다. 이를 위하여 본 system은 센서열을 적절히 배치하여 보다 넓은 범위의 거리 및 방향을 측정할 수 있었으며 오차를 줄이기 위한 reference target 사용하여 초음파 센서의 최대 약점인 대기의 조건에 따른 오차를 극소화 하였다. 또한 거리별 장애물의 edge를 검출하여 MAIN 부에서 최적의 경로를 만들 수 있게하였다.

앞으로의 과제로는 지향성이 보다 우수한 센서의 개발이 필요하며 MAIN 부와의 communication 을 얻 구할 필요가 있다.

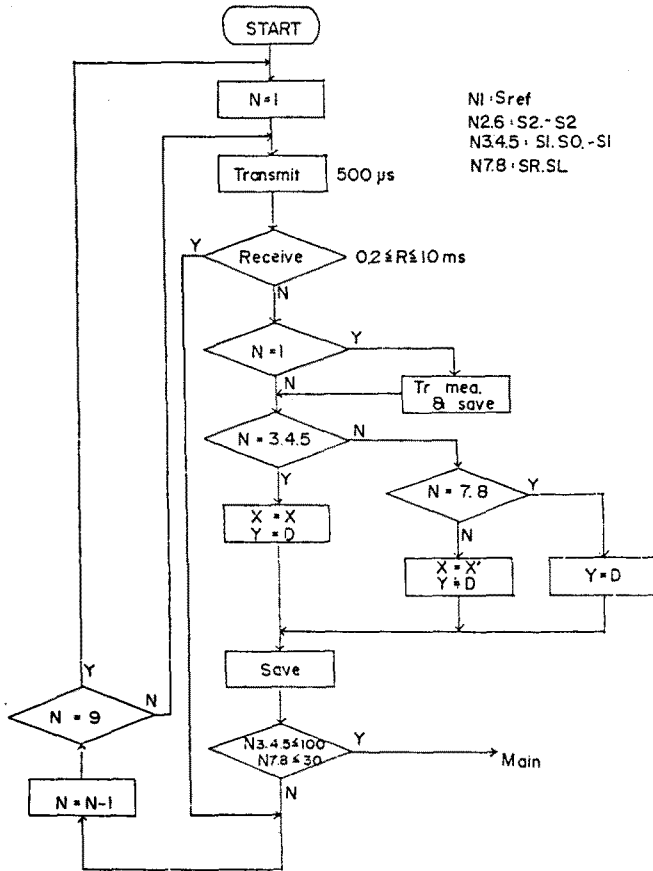


그림 4. 시스템의 Flow - Chart

7. 참고 문헌

1. 유 상렬, " 명인 안내용 모빌 로보트의 초음파 거리 측정 시스템의 설계 " 인하 대학교 석사 학위 청구 논문, 1985
2. Y. Kanayama, S. Yuta and Y. Kubotera, " A Sonic Range Finding Module for Mobile Robot " Proc. 14th I.S.I.R. pp643 - 652
3. S. Tachi, K. Kosoriya, K. Tanie, T. Ohno and M. Abe, " Guide Dog Robot - Feasibility Experiment with MELDOG MARK III " Proc. 11th. I.S.I.R. pp95 - 100
4. J. Iijima, S. Yuta and Y. Kanayama " Element Function of a Self - Contained Robot : YAMABICO 3.1 " Proc. 11th. I.S.I.R. pp211 - 218