

이동 로봇의 경로상의 장애물 감지를 위한  
SRF ( Sonic Range Finder ) Array 에 관한 연구

○은 영배, 이 상민, 최 응호, 홍 승홍  
인하 대학교 전자 공학과

A Study on the SRF Array to Detect  
The Obstacles of the Mobile Robot's Path

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

Electronic Eng. Inha Univ.

Abstracts

This paper gives the Sonic Range Finder(SRF) Array which detects the unknown obstacles on the mobile robot's path.

This SRF Array gives mobile robot's circumstance information wider, processes and transfers them to the locomotion module to construct the modify path.

In this system, 8 pairs of the 40 KHz ultrasonic sensors constitute the SRF Array, including a pair of reference sensors to correct the errors, 4051 analog multiplexer and demultiplexer switch the sensor with time and 8031-on chip micro computer controls processes the data and communications the others.

1. 서론

1970년대 중반부터 급속히 발달한 전자공업과 마이크로 컴퓨터의 눈부신 진보로 인하여 이동 로봇의 연구가 활발히 이루어 지고 있으며, 현재는 부분적으로 실용화가 되어 공장용 작업 로봇과 이동 로봇이 활용 되고 있다.

그러나 이들은 주어진 Data에 의한 path를 단순히 이동하는 것이기 때문에 행동에 많은 제약을 받고 있다.

1980년대에 들어서 인공지능의 발전과 IC소자의 급속한 발전에 편승하여 지능을 지닌 이동 로봇이 맹인 안내용 이동 로봇을 중심으로 활발히 연구가 되어지고 있다. 지능형 이동 로봇이라 하는 것은 주어진 path에 따라 단순히 이동 하는 것이 아니라 미지의 장애물이 출현 하였을 때 이를 감지하여 처리함으로써 새로운 modify path 를 설정하여 장애물을 피할수 있는

능력을 지닌 것으로 이동의 자유도를 지닌 로봇을 의미한다.

이러한 지능형 이동 로봇에는 장애물 감지와 modify path 를 설정하기 위하여 장애물의 위치 및 거리정보를 처리할 새로운 module 이 연구되고 있으며 이를 구성하는데 주로 초음파 센서를 사용 하고 있다.

종래의 장애물 감지용 센서 module은 단순히 하나의 센서쌍을 사용하였을 경우 충분한 주변 정보를 취할수 없었으며 또한 여러개의 센서를 사용한 경우에는 거리측정을 위한 처리 매카니즘이 복잡하여 real time 처리되지 못함으로써 이동 로봇의 주행에 제약이 있었으며, 장애물의 출현 시에도 주로 정보용으로 활용이 되어왔다.

본 연구는 기존의 장애물 감지용 센서 module의 단점을 보완하여 장애물의 출현시 modify path 를 최단 시간내에 설계할수 있도록 장애물에 관한 정보를 real time 으로 처리하여출 수 있는 초음파 센서형의 module 에 관한 것이다.

2. 거리 측정의 원리

일반적으로 음파를 이용하여 미지의 거리를 측정하고자 할때는 식 (3 - 1) 과 같이 송신부에서 발사된 파가 미지의 물체에 반사되어 돌아온 시간을 측정하여 거리를 산출한다.

$$Ds = \frac{Vs * ts}{2} \quad (3 - 1)$$

Ds ; 측정하고자 하는 거리  
ts ; 음파의 왕복시간  
Vs ; 음파의 속도

그러나 초음파는 대기의 조건 (바람, 강우, 온도, 습도등) 에 따라 오차를 가지며, 이를 제거하기 위하여 미지의 거리를 측정할 때는

동일한 대기 조건하에서 30 cm의 기준거리를 설정하였다. 이 거리를 왕복한 음파의 시간을 측정하여 실제로 측정하고자 하는 거리에 대한 음파의 전송시간과 비례 관계에 의하여 대기 조건에 따른 오차를 제거시킬수 있는 표준 거리 비교 방식을 사용 하였다.

$$D_s = \frac{t_x}{t_s} * D_r \quad (3-2)$$

Dx ; 측정하고자 하는 거리  
 Ds ; 기준 거리  
 tx ; 미지의 물체와 센서간의 음파의 왕복시간  
 ts ; 기준 거리간의 음파의 왕복시간

### 3. Sensor Array 의 구성

본 시스템은 로봇트가 주행할 때 나타나는 미지의 장애물에 대하여 로봇트가 modify path 를 설계할 수 있도록 하는데, 최소한으로 필요로 하는 로봇트의 폭 이상의 주변 정보를 얻을 수 있도록 Sensor Array 를 구성 하였다.

로봇트의 정면에 대한 정보를 얻기 위하여 5 쌍의 센서로 Array 를 구성하여 보다 넓은 범위의 정보를 취할 수 있게 하였으며 로봇트의 좌, 우측의 환경정보를 인지하기 위하여 각각 1쌍의 센서를 두었으며, 주위의 대기조건에 의한 측정오차를 줄이기 위하여 reference sensor 를 두어 전체적으로 8 쌍으로 sensor array 를 구성 하였으며 그림 1. 과 같다.

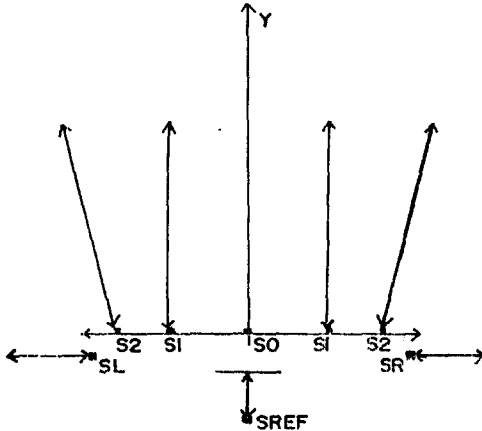


그림 1. 센서의 Array 구성

그림 1. 과 같이 정면의 센서중에서 좌측과 우측에 위치한 센서쌍의 각도를 88°로 하여 보다 넓은 범위의 정보를 취할 수 있게 하였다.

여기서 88°의 각도는 reference sensor 를 사용하였을 경우 파의 입사각에 의하여 발생하는 오차를 무시할 수 있는 최대각이며 수신파의 수신 강도를 최대로 수신할 수 있는 각도이다. 88

### 4. 좌표의 계산

로봇트의 좌측과 우측의 주변 환경정보에 대한 Y 좌표는 이동 로봇트가 주행할 때 주위 환경 정보의 의미를 지니지 못하며, X 좌표만이 로봇트의 측면 정보로 유용하다. 이의 계산에는 reference sensor 의 기준 시간을 이용한 식 (3-2)를 사용한다.

정면의 센서열중에 가운데 3쌍의 센서로 부터 얻은 data 의 거리 계산은 식 (3-2) 를 사용하며, 또한 정면의 보다 넓은 환경 정보를 취하기 위하여 88°의 각도를 지니고 있는 양 끝의 센서쌍에서의 거리정보 계산은 아래의 식을 사용한다.

$$X' = X + D * \cos\theta$$

$$= X + (D * 0.035) \quad (5-1)$$

$$Y' = D * \sin\theta$$

$$= D * 0.999$$

$$\approx D \quad (5-2)$$

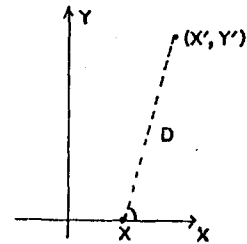


그림 2. - S2의 좌표

### 5. 시스템 제어부

#### 5-1. 시스템의 전체적인 구성

전체 시스템의 Block 도를 그림 3.에 나타내었다.

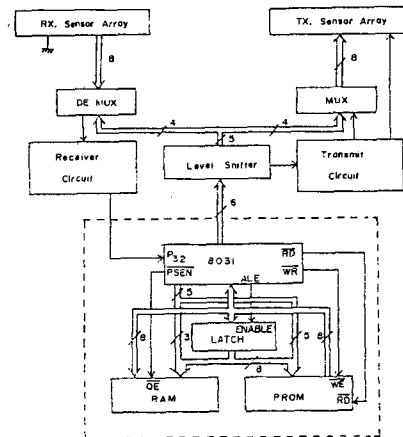


그림 3. 시스템의 Block 도

본 시스템은 8쌍의 센서를 구동하기 위하여 송신과 수신회로가 있으며, 8쌍의 센서와 송수신 회로를 순차적으로 구동시키기 위하여 8 channel analog multiplexer와 demultiplexer를 사용하였다.

또한 이의 제어를 위하여 MCS - 51 계열의 8031 on chip microcomputer 를 이용 하였다.

### 5 - 2. 마이크로 컴퓨터의 이용

MCS - 51 single-chip computer 는 자체내에 주변의 Hardware 제어를 위한 RAM 을 지니고 있기 때문에 별도의 시스템을 첨가하지 않아도 controller의 역할을 할수 있으며, 더우기 12 MHz 의 clock 주파수로 구동하기 때문에 시스템의 정보를 실시간으로 처리할 수가 있다.

그림 4. 는 본 시스템에서 사용한 microcomputer 의 pin 배치도를 나타낸 것이다.

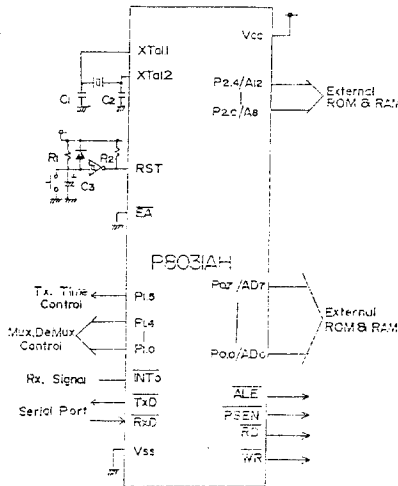


그림. 4. Microcomputer 의 Pin 사용도

8031은 자체내에 PROM 이 없는 MCS-51 이므로 외부에 PROM을 연결시켰으며, data 를 저장하기 위한 외부 RAM 의 접속을 위하여 Port 0 와 Port 1을 사용 하였다. 또한 본 시스템의 송신 시간을 조정하기 위하여 P 1.5 를 사용 하였고 multiplexer 와 demultiplexer 를 시간별로 구동시키기 위하여 P 1.0, P1.1, P 1.2, P 1.3, P 1.4 를 사용하였다.

시스템에서 수신된 신호를 얻기위하여 P 3.2 의 INTO를 이용하였다.

음파의 왕복시간 측정에는 MCS - 51 내부에 있는 2 개의 timer 중에 timer 0 의 mode 1을 사용하여 16 bit timer 로 시간을 측정하였으며, 수신 처리된 정보를 외부로 전송하기 위한 통신의 baud rate 설정은 timer 1 의 mode 2 를 사용 하였다. 이러한 timer 의 지정은 8031 의 내부 특수 기능 register 로 지정 하였다.

이러한 내부 특수 기능 register 와 DATA RAM 의 구성은 그림 5. 와 같다.

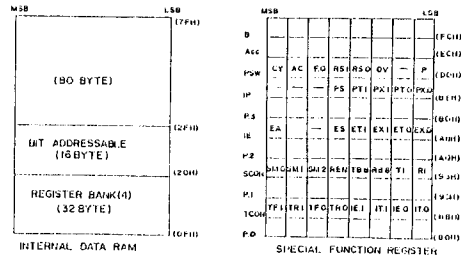


그림. 5. 내부 RAM 의 구성

그림에서 Register Bank는 8 개의 8 bit register

로 구성된 4 개의 Bank 로 구성되었으며, 이는 software 설계시 특수 상수를 보관시키는데 사용 되었으며, 이 Register Bank 의 지정은 PSW 에서 하였다.

### 6. 시스템의 구동을 위한 Software

시스템의 전체적인 flow - chart는 그림 6. 과 같다.

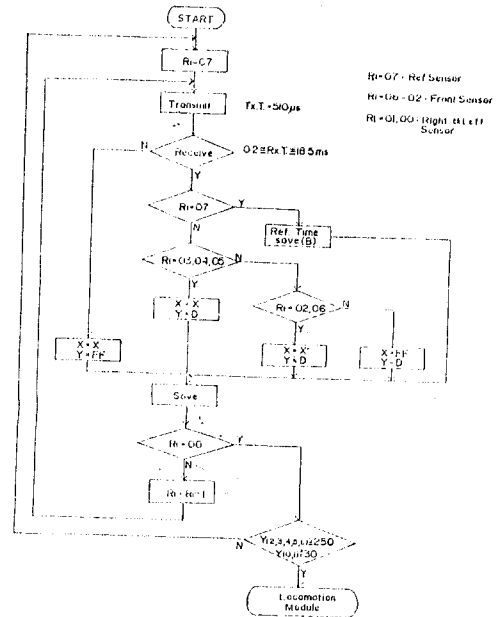


그림. 6. Flow - Chart

초음파의 송신은 512 µsec 동안, 수신은 송신 후 0.256 msec 서 18.432 msec 동안에 행하도록 하였다. 송신이 완료된 후 0.256 msec 의 시간이 후 부터 수신 행하는 것은 송신기의 ring 현상을 방지하기 위한 것이며 이로 인하여 센서부에서 약 6.6 cm 정도의 거리 측정이 불가능하며, 최대 측정범위는 3.2 m 이다.

센서는 reference sensor, 좌측과 우측의 센서 그리고 정면부의 센서순으로 구동되며 얻어진 정보는 외부 RAM 에 저장한 후 위험거리내에 장애물이 있는가를 판단하여 장애물이 있을 경우 이를 locomotion module 로 전송할수 있게 하였다.

## 7. 결론

본 논문은 이동용 로봇의 경로상에서 예상하지 못한 장애물 검지용 초음파 센서열에 관한 것이다.

본 연구서 제시한 시스템은 SRF Array module 을 단순한 장애물 검지용이 아닌 보다 정확하고 빠른 시간내에 로봇의 주위 환경에 대한 2 차원적 정보를 제공하여 줌으로서 이동용 로봇의 이동시 자유도를 부여할 수 있는 modify path 를 설계할 수 있게 한 것이다.

본 시스템은 on chip micro computer 인 8031 를 사용함으로써 전 시스템을 간단히 구성할 수 있었으며, 12 MHz 의 clock 주파수를 사용하여 정보 처리 시간을 빨리하여 줌으로서 초당 Array 를 약 7회 반복하여 로봇 주위 정보를 많이 얻을수 있게 하였다.

또한 장애물이 위험거리 내에 출현하였을 경우 이를 판단하여 locomotion module 에 전달하여 주도록 하여 modify path 를 설계할수 있도록 하였다.

앞으로의 과제로는 보다 높은 효율을 기대하기 위하여서는 이동용 로봇의 다른 module 과의 통신과 명령 체계에 대한 연구가 수행되어야만 된다.

## 8. 참고 문헌

1. 윤 영배, 이 상민, 최 흥호, 홍 승홍, "모빌 로봇의 초음파 센서열에 관한 연구", 1987 전기 전자공학 학술대회, pp1256 - 1259
2. 유 상열, "맹인 안내용 모빌 로봇의 초음파 거리 측정 시스템의 설계" 인하 대학교 석사 학위 청구 논문, 1985
3. Y. Kanayama, S. Yuta, and Y. Kubotara, "A Sonic Range Finding Module for Mobile Robot", Proc. 14th I.S.I.R. pp643 - 652
4. George T. Clemence and Gaylord W. Hurlburt, "The Application of Acoustic Ranging to the Automatic Control of a Ground Vehicle." IEEE Trans. on Vehicle Technology, VOL. VI - 32 No.3, 1983
5. 이 응혁, 윤 영배, 장 원석, 홍 승홍, "맹인 안내용 Mobile Robot의 초음파 거리 측정 모듈에 관한 연구", 86 한국 자동 제어 학술회, pp383 - 386
6. S. Tachi, K. Komoriya, K. Tanie, T. Ohno and M. Abe, "Guide Dog Robot - Feasibility Experiments with MELDOG MARK III" 11th I.S.I.R. pp95 - 100