

# 맹인 안내용 MOBILE ROBOT의 LOCOMOTION MODULE 에 관한 연구

김 병 수 , 신 중 섭 , 장 원 석 , 홍 승 홍  
인 하 대 학 고 전 자 공 학 과

## A STUDY on LOCOMOTION MODULE of MOBILE ROBOT for the BLIND GUIDANCE

B. S. KIM , J. S. SIN , W. S. CHANG , S. H. HONG  
Departments of Electronics INHA UNIV.

### ABSTRACT

This paper presents a mobile robot ( for the blind ) commanded by written course route on MAP. Its locomotion module is composed of PWM motor driving unit , wheel's rotation measurement unit and display and keyboard unit. In algorithm , " COMMAND " and " NEXT PREDICTED POSITION " for locomotion are computed from the MAP and the next position is compared with the measured one. Also , locomotion method for the convenience of the blind is dicussed and experimentally demonstrated.

In the experiment , the average speed of robot is 0.4 m / sec and the computation error of the map is negligible .

( 서 론 )

일반적으로 모빌 로봇은 산업용<sup>1)</sup>, 의료용 ( 간호용<sup>2)</sup>, 맹인 안내용<sup>3)</sup>, 환자 감시용 ) , 가정용등 많은 목적을 위하여 연구되고 있는데, 최근 전자공학의 발전에 따른 각종 센서들의 개발로 인하여 신뢰성과 경제성을 구비한 로봇이 발표되고 있다. 특히 맹인 안내용 로봇은 산업용 로봇 보다는 더 한층의 정밀성이 요구되는 반면 큰 구간 MAP 데이터를 저장할 수 있어야 되고 또한 시각 장애자가 간편하게 조작하고 이용할수 있도록 시스템이 구성되어야 한다. 로봇이 맹인을 안내하기 위하여 갖추어야 할 기능은

- 1. 초음파 센서를 사용하여 이동 경로상의 장애물을 감지할수 있고,
- 2. 적절한 MAP 에 따른 주행과, 주행시 발생하는 오차보정 기능을 보유하여야 하며
- 3. 맹인과의 통신 기능

등을 겸비하고 있어야 한다. 모듈별도 살펴보면 그림1과 같다.

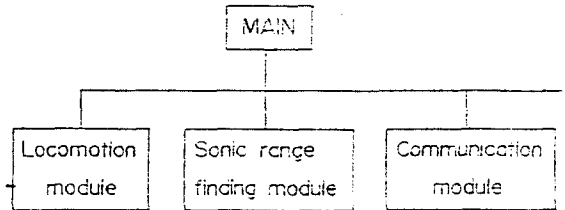


그림 1. 시스템의 모듈별 구성

이러한 여러 모듈중에서 주행모듈은 모빌 로봇의 가장 기본이 되는 것으로, 주 프로세서나 다른 모듈과 RS-232C 인터페이스 되어 있다. 본 연구에서는 주행모듈에 관한 것으로 메모리상에 저장된 MAP 으로부터 시각장애자의 특성과 모빌 로봇의 조건에 맞도록 COMMAND 를 발생시키고 이에따라 구동하도록 하였다.

### 1. 시스템의 구성

본 시스템은 CPU 와 메모리 , PWM 펄스 발생 회로 , SIO ( 8251 ) , PIO ( 8255 X 3 ) 등으로 구성되는데 , 여기서 PIO 는 회전수 입력 PORT , 키보드 보오드 인터페이스 , 디스플레이 및 컨트롤 신호 등을 위하여 사용된다.

그림 2는 본 시스템의 개요도이다.

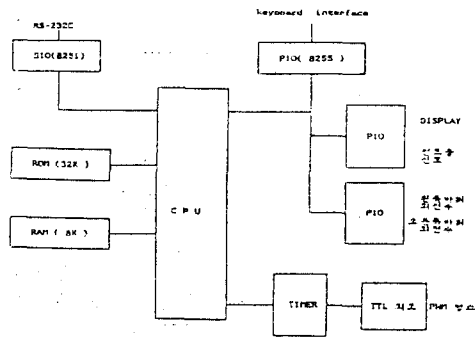


그림 2. 구동부의 Block Diagram

(1) PWM 펄스 발생 및 구동회로

디지털 PWM 방식을 사용한 모타의 구동은 소프트웨어로서 듀티 사이클을 조정하므로써 쉽게 속도제어를 할수 있다. PWM 증폭기는 limited-unipolar mode를 사용하여 dead time의 문제를 해결할 수 있었다.<sup>4)</sup>

PWM 펄스 발생을 위하여 INTEL 8253C-2 타이머를 사용하였는데, 펄스 발생과정은 다음과 같다. 타이머의 COUNTER # 0 는 PWM 주기를 갖는 펄스를 연속적으로 발생하고 COUNTER # 1 과 COUNTER # 2 는 각각 왼쪽 오른쪽바퀴를 위한 것으로 프로그램에서 주어지는 펄스폭 만큼을 세어 원하는 PWM 펄스를 얻을 수 있다.

(2) 회전수 측정회로

모빌 로봇에서 주행회전을 정확하게 제어하기 위해서는 정확한 바퀴의 회전수를 측정해야 하는데 그림3 에서 보여주는 것처럼 센서로 부터의 입력을 TTL 로 변환한후 EPROM 을 통하여 발생되는 CU, CD 신호를 카운트 하여 LATCH (74LS374) 를 사용하여 컴퓨터로 입력함으로써 회로상의 타이밍 문제를 보완하였다.<sup>5)</sup>

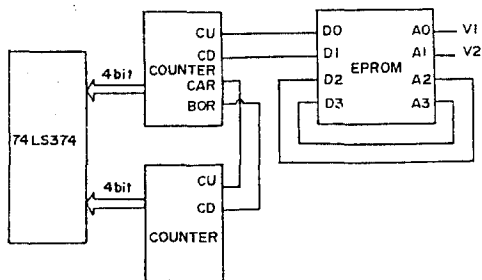


그림 3. 회전수 측정회로

2. COMMAND

(1) COMMAND 의 구성

본 시스템의 COMMAND 는 AI 의 프리 개념을 사용하여 그림 4 와 같이 구성되어 있다.

MAP	COMMAND	UM	DP	TE	IM
	GF (G Forward) GR (G Reverse) GB (G Brake) GL (G Left) GR (G Right) R (R)	UM US	DP DM	TE TM	IM IC
MAP	Location	Communication	Display	Test	insert

그림 4. COMMAND 의 구성

구동용 COMMAND 는 MAP ( X, Y, θ ) 로 부터 발생하는 것으로 COMMAND FORMAT 는 그림 5와 같다. 또한 " U " 는 주 프로세서나 각 모듈과의 커뮤니케이션을 위한 것이고 특히 " I " 는 MAP 으로부터 계산된 위치와 실측된 위치 (인코더로부터) 와 비교하여 오차보정이 필요할때나, 초음파 거리측정 모듈로 부터의 이동 경로상에 물체가 감지되었을때 주 프로세서로 부터 MAP 과 다른 위치로의 주행을 위한 COMMAND 를 수행모듈로 삽입할때 사용한다.

Command	Speed	Angle	next predicted Position
1-2 byte	1 byte	1 byte	6 byte

그림 5. Command format

(2) MAP 로 부터의 COMMAND 의 발생

현재의 MAP 위치 Pn-1 ( Xn-1, Yn-1, θn-1 ) 로 부터 다음 위치 Pn ( Xn, Yn, θn ) 으로 수행하기 위한 COMMAND 는 다음과 같이 구성된다.

o 좌표축 변환과 주행 방향 결정

$$M = \frac{(Y_n - Y_{n-1})\cos \theta_{n-1} - (X_n - X_{n-1})\sin \theta_{n-1}}{(Y_n - Y_{n-1})\sin \theta_{n-1} + (X_n - X_{n-1})\cos \theta_{n-1}} \quad \text{-----}(1)$$

- M = 0 ----- " G n "
- M > 0 ----- " R R "
- M < 0 ----- " R L "

○ 속도 및 각도 계산

$$\theta = \text{ATAN} \left( \frac{X_n - X_{n-1}}{Y_n - Y_{n-1}} \right) - \theta_{n-1} \quad \text{----(2)}$$

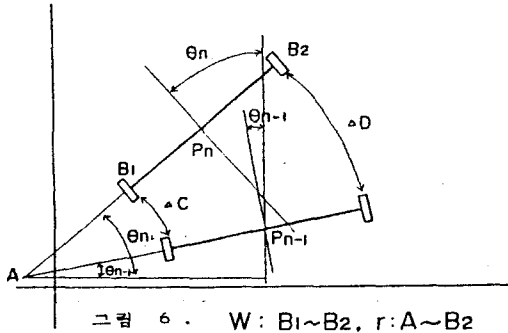
$$\theta' = \frac{\theta}{r}$$

$$L = \left| NS - \frac{W \times \theta'}{2} \right| \quad \text{----(3)}$$

NS : 정상 주행 속도 ( 0.4 m/sec )

W : 두 바퀴 사이의 거리 ( 0.33 m )

○ 다음 예상 위치 계산



$$X_n = X_{n-1} + L \sin \left( \theta_{n-1} - \frac{1}{2} \theta' \right) \quad \text{----(4)}$$

$$Y_n = Y_{n-1} + L \cos \left( \theta_{n-1} - \frac{1}{2} \theta' \right) \quad \text{----(5)}$$

$$\theta_n = \theta_{n-1} - \frac{2(NS - L)}{W} \quad \text{----(6)}$$

### 3. 주행 알고리즘

(1) 명인에게 적절한 주행을 위한 COMMAND 발생

그림 7 에서 보여주는 것처럼 Pn-1 에서 Pn을 거쳐 Pn+1 로 주행하는 경우 Pn위치에서 급한 각도로 회전하게 되는데 이를 제거하기 위하여 Pn에 도달하기 이전의 P' 위치로 부터 P''를 거쳐 Pn+1로 주행하는 COMMAND 를 발생하도록 하였다. 그림 8 은 이러한 FLOW CHART 이다.

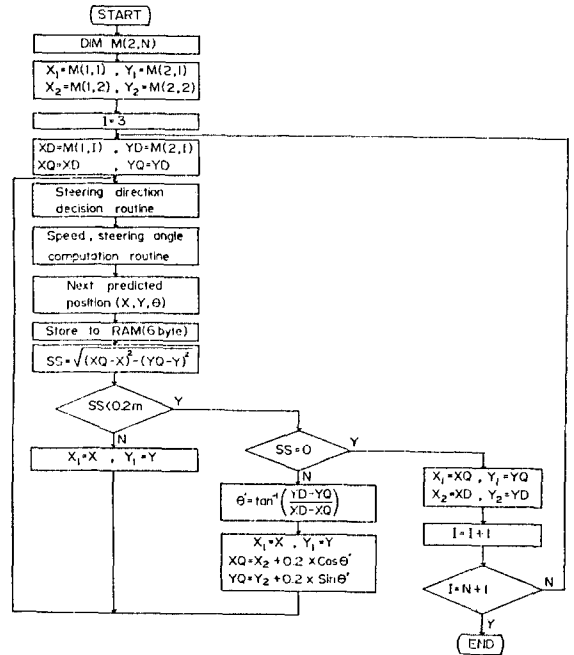
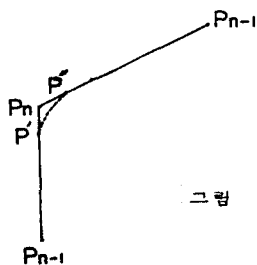


그림 8. COMMAND 발생 FLOW CHART

(2) COMMAND 에 따른 주행

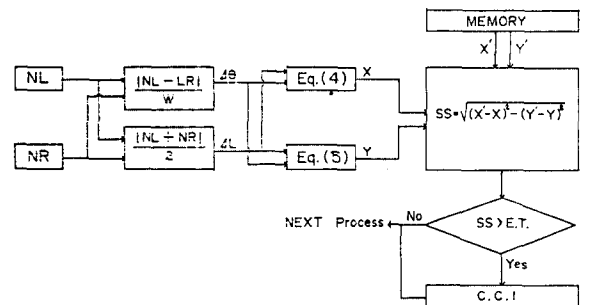
COMMAND 가 발생되면 CPU 는 이 COMMAND 에 따른 컨트롤 신호와 그림 9 에서 보여주는 속도에 맞는 PWM 펄스를 구동부에 인가한다.

Command	GF	GB	GR	GL	RR	RL
Control signal	L→F R→F	L→B R→B	L→F R→B	L→B R→F	L→F R→F	L→F R→F
Speed	L+R=NS	L+R=NS	L+R =πW/4	L+R =πW/4	L+NS R-NS-0.3349	L-NS R+NS

그림 9. COMMAND 에 따른 구동

(3) 오차 보정

그림 10 과 그림 11 에서 MAP 로 부터 계산된 위치와 실속된 위치 사이의 오차를 구하고 오차가 커질때 이를 보정하도록 하였다.



$P_n(X_n, Y_n, \theta_n)$  ,  $P_{n+1}(X_{n+1}, Y_{n+1}, \theta_{n+1})$

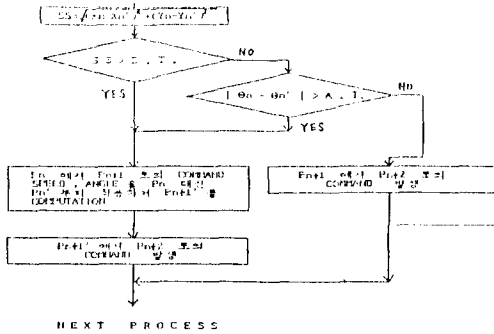


그림 10, 11. 오차보정 Flow Chart

#### 4. SIMULATION

제안된 주행 알고리즘은 직진시에는 정확한 위치제어를 하고 회전시에는 시각장애자가 잡고 가기에 편리하도록 회전각도를 완만하도록 하였다. 특히 회전각도 결정시 각도변위 요소  $r$  에 따라 변화를 주었는데 본 SIMULATION에서는 1 m X 1 m, 2 m X 1 m 의 공간에서 90° 와 45° 회전할 때  $r = 1, 1.5, 2$  을 변화시켜 가며 수행시켜 보았다.

두개의 SIMULATION을 통해 볼때  $r = 1.5$  일때 가장 좋은 결과를 나타내었다.

#### 5. 결론 및 검토사항

본 연구는 초음파 센서로 부터 장애물이 감지되지 않은 상태에서의 MAP 을 따라 주행하는 알고리즘을 제안하였다.

본 알고리즘을 사용하여 단거리에서 SIMULATION한 결과 회전시 실제 MAP 과의 오차를 20 cm 미만으로 하여 양호한 결과를 얻을 수 있었는데, MAP 이 더욱 복잡해지고 주행거리가 길어질 경우 바퀴의 미끄럼을, 지면의 굴곡, 회전수 측정시의 자체오차등 많은 오차요인이 예상된다. 이를 보정하기 위해서는 현재의 ODOMETRY 방식에 ABSOLUTE MEASUREMENT 방식의 도입이 요망된다.

#### 6. 참고 문헌

1. Kunio Fujiwara, Hisahi Kato, and Mitsuhiro Watanabe, "Development of Guidless Robot Vehicle", Proc. 11th I.S.I.R. pp.203~210 1981
2. Johann Borenstein and Yoram Koren, "A Mobile Platform for Nursing Robots," IEEE Trans. on Industrial Electronics, Vol.32, no.2, May, 1985

3. S.Tachi, K. Komoniya, k. Tanie, T. Ohno and M. Abs, " Guide Dog Robot-Feasibility Experiments with MELDOG III ", Proc. 11th I. S. I. R.
4. JACOB. Tal, " Design and analysis of Pulse width modulation amplifier for DC servo system , IEEE Trans. on IEIC. VOL. 123 , NO.1 , Feb. 1976
5. CARI T. HELMERS, " ROBOTICS AGE ", pp.10 - 19 , 1983

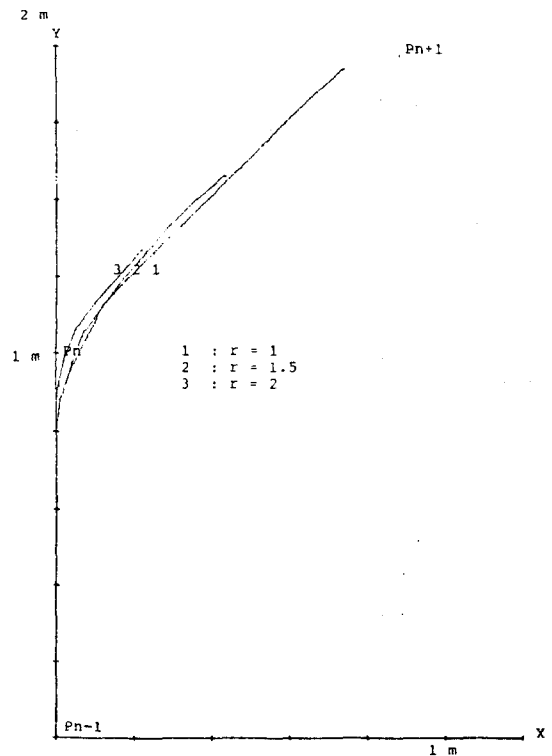
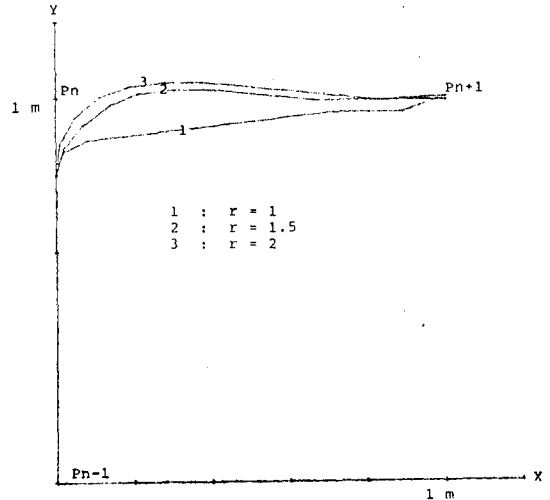


그림 12, 13. SIMULATION 결과