

자동 주행기능을 지닌 전동 휠체어의 주행시스템에 관한 연구

정상봉, 한영환, 최창순, 정동명, 홍승홍
 인하 대학교 전자공학과

A study on auto locomotion system of a electric wheelchair

S.B. JUNG, Y.H. HAN, C.S. CHOI, D.M. JUNG, S.H. HONG

Department of Electronics INHA UNIV.

ABSTRACT

This paper describes a study on the locomotion control system for a indoor-use mobile wheelchair. Three mode of operations - BASIC, AUTOMATIC and PROGRAMMED - are employed as basic algorithm building block.

One-chip microcomputer 8031 is dominating the control of actuation part and it can control the range of rotating speed of the wheel both right and left by servo motor.

Keyboard is employed as a command input device. This system is intended to improve the daily life of the disabled by the intelligent interactive operation scheme.

1 서론

우리 주변에는 많은 수의 장애자가 있으며 환경오염이나 재해 사고로 인하여 그 수는 날로 증가하는 추세이다. 이들 장애자가 신체적인 장애를 극복하고 정상적인 생활을 영위할 수 있도록 하기위해 의용생체 공학의 한 분야인 재활공학은 장애자를 위한 장비나 장치의 지원으로 장애자에게 신체적인 장애로부터 생활의 질을 향상시켜 주고 있다. 이런 장비중 휠체어는 보행 장애자에게 보행의 한 보조 수단으로 사용되어 지고 있다. 그러나 이 휠체어는 손의 사용이 불편한 장애인나 계속적인 사용에 있어 장애자에게 피로를 주기 때문에 최근 모터와 축전지를 이용한 전동휠체어가 사용되어지고 있다.

본 논문에서는 휠체어의 주행에 있어서 부드럽고 안전한 주행을 실현하고, 장애물과의 충돌 방지 기능, 벽을따라 자동주행도 가능하며 내장된 메모리의 MAP에 의하여 스스로 주행할수 있는 전동 휠체어의 전자동화에 목적을 둔 주행 시스템(Locomotion system)을 제작 하였다.

2. 시스템의 구성과 개요

본시스템은 4개의 기본 모듈로 구성되어 있다. 이들 각 모듈은 모든처리 및 판단을 행하는 8031 원칩 마이크로 프로세서로 구성된 Main CPU 모듈과 환자와 기계와의 통신을 담당하는 MAN - Machine Communication module(MMC) 그리고 초음파를 이용 장애물이나 가이드 벽면을 센싱하는 초음파 어레이 모듈과 모터를 구동시켜 휠체어를 움직이게 하는

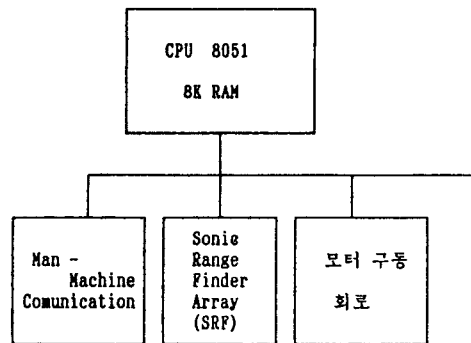


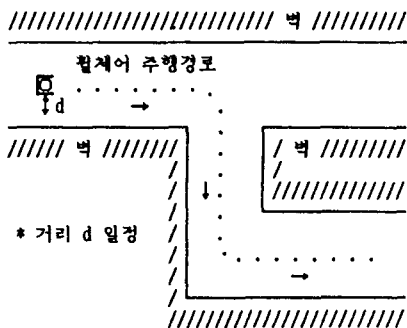
그림 1 시스템의 구성도

모터구동회로 모듈로 나뉘어 진다. 그리고 휠체어의

상태를 알려주는 표시부와 MAP을 저장하는 8k 메모리부가 각각 Man-Machine Communication 모듈과 Main CPU 모듈에 포함되어 있다. 그림 1은 본 시스템의 구성도를 보여주고 있다.

본 시스템의 주된 기능은 장애자로부터 키보드 (Keyboard)를 통하여 주행명령을 받으면 주행을 하면서 전방 또는 측방의 장애물을 센서로 감지해 만약 충돌할 가능성이 있을시 충돌을 예측 미리 주행처리부의 명령을 스스로 변경하여 충돌을 방지함과 동시에 부드러운 주행을 제공한다.

또한 그림2와 같이 스스로 우측벽 또는 좌측벽의



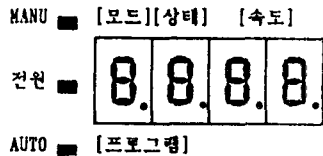
[그림 2] 벽 감지에 의한 자동주행

거리를 일정하게 유지하며 간단한 자동주행을 할 수도 있고 프로그램화된 주행명령에 따라 자동으로 주행을 행한다.

(1) Man - Machine Communication

본 시스템은 기존의 전동 휠제어가 대부분 MHC로 조이스틱(joystick)을 사용하는데 반하여 여기서는 그림 3과 같은 키보드와 LED 디스플레이를 사용하여 휠제어를 제어하고 휠제어의 상태를 표시하는 방법을 채택 하였다. 키보드에 표시되어있는 활살표키 (↑, ↓, →, ←, °)가 바로 휠제어의 주행을 명령한다. 키보드의 조작은 기본주행 모드, 자동주행모드, 프로그램 주행모드등 3가지의 모드를 가진다. 첫째 기본주행 모드는 키보드의 화살표로 동작제어를 한다. 자동주행은 긴급도나 한쪽벽면이 계속 이어지는 길에서 장애자가 휠제어에 주행제어를 계속적으로 하지않고 휠제어가 스스로 벽과의 거리를 초음파로

센싱처리하여 일정한 거리를 유지하면서 주행을 행하는 것이다. 프로그램 주행은 사용자에 의하여 입력되어진 주행명령에 따라 주행을 행하는 것이다. 모든 주행시 휠제어는 항상 센서로 2위 환경을 감시 충돌 또는 긴급사태에 스스로 그주행방향을 바꾸거나 정지할 수 있다.



	속도 조정	모드 변경
9	↑	8
좌 ← 3	정지 4	→ 우 5
0	↓ 뒤 1	2

[그림 3] 키보드 및 LED 표시부 (MHC)

(2) 초음파 센서 모듈

센서의 구성은 주변환경 정보를 취득하기 위하여 40KHz의 초음파 송수신기 8쌍으로 센서열을 구성하였다. 일반적으로 초음파를 사용하여 거리 측정을 할경우 초음파 송신기에서 파가 송출되어 물체에 반사되어 돌아오는 반사파가 초음파 수신기에 수신될 때까지의 시간으로 거리를 측정한다.

측정된 거리의 식은 다음과 같다.

$$D_s = \frac{V_s * t_s}{2}$$

- D_s : 센서쌍과 장애물간의 거리
- V_s : 음파의 속도
- t_s : 센서쌍과 장애물간의 파의 왕복 시간

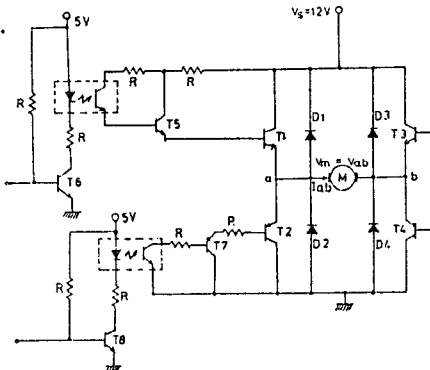
초음파의 송신은 512μsec 동안 행하고, 송신완료후 0.2msec부터 약 17.5msec까지 수신을 행한다.

송신의 완료후 수신때까지 0.2msec의 시간지연을

두는것은, 송신이 완료후에도 일정시간동안 진동자가 진동을 하는 링(ring) 현상으로 인한 초음파가 인접한 수신기에 수신이 되는 것을 방지하기 위한 것이다. 본 시스템이 감지할수 없는 거리(dead zone)는 12cm이고, 최대 감지 거리는 3.2m이다.

(3) 모터 구동회로

모터 구동회로는 두개의 바퀴에 따로따로 대칭의 회로가 사용된다. 기본회로는 4개의 다이오드 브렌지스터를 사용하며 Main CPU의 TTL 레벨의 신호와 모터구동 전압의 차이를 해소하기위해 Photo Coupler로 신호를 보내며 자동 주행에 있어서의 바퀴 회전량의 감지는 Photo Interrupt와 슬릿을 사용하여 감지한다. 그림 4에 서보모터 구동 회로를 나타내고 있다.



[그림 4] 직류 모터 구동회로

3. 주행 알고리즘

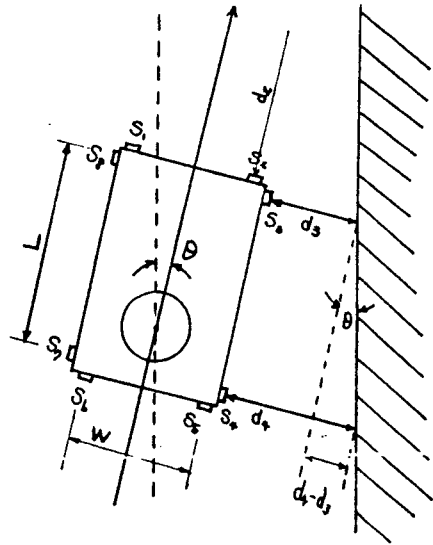
현재의 위치 $P_{n-1}(X_{n-1}, Y_{n-1})$ 로부터 다음의 위치 $P_n(X_n, Y_n)$ 로 주행하기 위한 주행 조건은 다음과 같이 주어진다.

(1) 주행 방향 결정

주행 방향결정은 측벽과의 비스듬한 정도를 측정하여 측정된 θ 가 양인가 음인가에 따라 양쪽바퀴의 회전수를 변화시켜 θ 를 0으로 유지하게 하며 거리 d_a 가 일정한 값에 있도록 제어함으로써 행하여 진다.

$$\theta = \text{TAN}^{-1} \left(\frac{d_4 - d_a}{L} \right) \quad \left(\begin{array}{l} d_a \geq 20 \text{ Cm} \\ d_b \geq 20 \text{ Cm} \\ d_4 \geq 20 \text{ Cm} \end{array} \right)$$

- L : 센서 S_1 과 S_2 와의 거리 50 Cm
- d_1 : 센서 S_1 과 벽과의 거리
- d_2 : 센서 S_2 와 벽과의 거리



[그림 5] 휠체어와 가이드벽과의 각도

2) 주행 속도 결정 및 계산

주행속도는 주어진 기준속도와 비교하여 제어를 행하게 되며 속도측정은 0.5 Sec마다 이루어 진다.

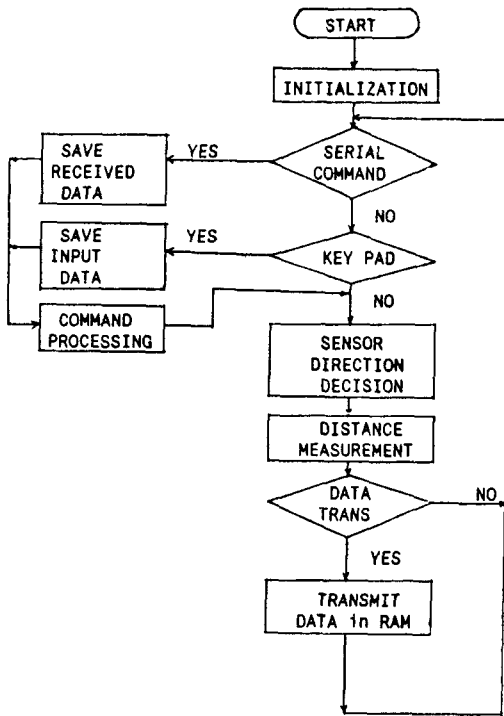
$$\text{SPEED} = \frac{2 \pi R * N}{SN * T}$$

- R : 바퀴의 반지름
- N : 측정된 펄스수
- SN : 인코더의 SLOT수
- T : 회전수 측정 주기

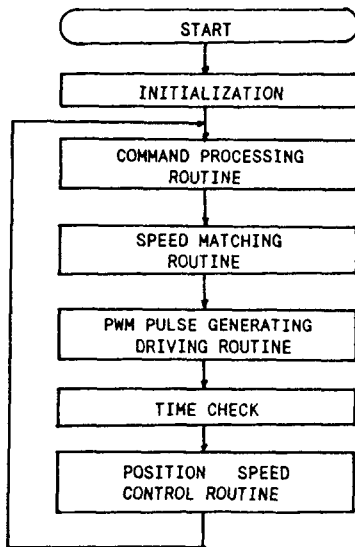
휠체어의 출발 정지시의 가감속도는 모터에 제공되는 PWM파의 듀티비율 LUT(Look up Table)로 제어 긍정지급출발을 방지 부드러운 동작을 제공한다.

4. 실험과 결과

본 시스템은 일반적인 실내로 간주되는 복도에서 복도 벽면을 따라 주행을 가산한 여류레이선에서 커다란 오차 없이 올바른 주행명령이 주행 모듈에 제공됨을 관찰할 수 있었으며 초음파 센서의 처리에 있어서 돌발적인 물체출현에는 시스템의 반응에 있어 가끔 착오가 발생한다는 것을 알 수 있었다. 또한 프로그램 주행시물류레이선에서는 주행중의 누적오차와 현 위치 판단에 어려움이 발견되었다. 아울러 이의 해결과 방안이 고려되어져야 할 것이며 실제의 동작실험시에 발견될 여러 문제점도 고려해 보아야할 것이다.



[그림 6] 초음파 거리측정 흐름도



[그림 7] 모터 구동부의 흐름도

5. 결론

본 휠체어 설계의 주된 목적은 보다 편리하고 안전한 실내에서의 휠체어 사용에 있다. 전동 휠체어의 조작 미숙으로 인한 실내 장애물과의 충돌을 방지함으로써 사용자에게 정신적 신체적인 부담을 줄여주고 또한 사고의 위험을 감소시켜 전동 휠체어의 내구성을 상대적으로 향상시킬 수가 있다.

본 시스템의 알고리즘으로는 만족할 만한 주행을 실현시키기에 좀더 보완이 필요시 된다고 생각되어 시며 사용되어진 8Bit 원칩 마이크로 프로세서인 8031을 16Bit 프로세서로 보완 하면 보다 좋은 시스템 이될 것이라 생각한다.

또한 프로그램된 주행은 좀 더 보완과 연구가 필요 하며 주행시에 생기는 오차와 돌발사태에 대한 문제를 해결해야 하는 과제가 남아 있다.

6. 참고 문헌

1. M. Julliere, L.Marce, H.Place, "A Guidance System for Mobile Robot", proc. 12th Int.sym. on Ind Robots and Robot7, Vol.2 pp.13.58 - 13.68, 1983
2. 정동명 "신체 장애자용 전동 휠체어에 관한 연구" 대한전자 공학회 Vol. 9, 1986
3. Barry W. Johnson, J.H. Aylor, "Dynamic Modelling of an Electric Wheelchair". IEEE Trans, Vol 1a-21, No 5, 1985
4. S. Tachi and K. Komoriya, "Guide Dog", Robotics Reserch the second International Symposium, pp 333 - 340, 1985
5. MCS - 51 Architecture, Intel
6. David Nitzan, "Development of Intelligent Robots : Achievements and Issues", IEEE Journal of Robotics and Automation, Vol.RA-1, No.1, pp. 3-13, March, 1985