

## 지능형 전동 휠체어의 설계 및 구현 The design & implementation of intelligent motorized wheelchair

강재명, 강성인, 김정훈, 류홍석, 김관형, 이상배  
Jae-myoung Kang, Sung-in Kang Jung-hun Kim, Hong-suck Ryu,  
Gwan-hung Kim, Sang-bae Lee  
한국해양대학교 전자통신공학과 퍼지-뉴로제어연구실  
E-mail : kangjaem@kmaritime.ac.kr

### 요약

본 연구에서는 다기능 휠체어 시스템을 개발하기 위해 제어부를 16bit의 마이크로 프로세서인 80C196KC 사용하였고, 조이스틱을 통해서 본 시스템을 제어하는 것을 구현하였다. 전체시스템은 제작된 전동 휠체어 기본 Plant를 사용하였으며, 모터에서 Encoder로 입력받아 MCU를 통해서 휠체어 회전수를 이용하여 제어시켰다. 휠체어 모터의 제어 방법은 PWM(Pulse Width Modulation)을 이용하였으며, 여기에 H-브릿지 회로를 구성하였다.

조이스틱을 사람의 손으로 제어하는데 있어서 조이스틱 위치 변화에 따른 전동휠체어에 부착된 DC모터 동작을 퍼지 제어 알고리즘을 사용하였으며, DC모터의 속력과 방향을 제어하고 아울러 위치 정보까지도 제어할 수 있게끔 하였다.

### Abstract

In this study, we used a 16-bit microprocessor, 80C196KC for a control part in order to develop a multi-functional wheel-chair system, and implemented a joy-stick to control this system. For the complete system, we used a commercial electromotive wheelchair as a basic plant, and applied an encoder to get the rotating number of the motor to transfer data to the MCU to control the motor. We used PWM (Pulse Width Modulation) method to control the wheel-chair motor where a H-bridge circuit was configured.

We used the fuzzy control algorithm for the operation of DC motor, which was attached to the electromotive wheelchair and manipulated following the change of the joystick position while a user was controlling the joystick. He also could control the speed and direction of DC motor as well as control position information.

Key Words : Wheelchair, Fuzzy, 80C196KC

### 1. 서론

신체 중에서 지체 부자유자 혹은 노약자의 보행을 돕는 보조 수단 중에 하나로서 휠체어는 많이 사용되어져 왔으며 많이 개발되어져 왔다. 최근에 많은 기술의 개발로 인하여 여러 종류의 장애자에게도 사용이 가능한 다기능 휠체어가 개발되어지고 있으며 장애자들이 쉽게 조작하기 위하여 음성 제어방식, 터치 스위치 방식, 조이스틱 구동방식 등 여러 가지 입력 조작 방식에 따른 전동 휠체어가 연구 개발되어지고 있다.

본 연구실에서는 장애인들의 이동시 편의성과 안정성을 위한 인공지능형 전동휠체어 시스템을 개발 시도 중에 있으며, 인공지능형 제어기 부분, 환경 인식 시스템

부분, 음성 인식 시스템 부분을 모듈별로 개발 중에 있다. 본 논문에서는 전동 휠체어는 주제어기로 설계된 퍼지 제어기에 의하여 2개의 DC모터의 속도와 방향을 제어하여 휠체어 동작이 결정되고, 또한 부하의 변동이나 주위 환경에 의한 DC 모터의 속도와 방향에 대한 비선형 특성은 퍼지 제어기를 통해 보상해 줌으로써 휠체어 동작의 안정성을 개선했다.

본 논문의 구성은 1장 서론에 이어 2장에서는 다기능 전동 휠체어 시스템의 구성을 살펴본 뒤, 3장에서 조이스틱의 원리에 대해 살펴본 후 본 시스템에서 적용한 것을 표현한다. 4장은 퍼지 논리를 이용한 휠체어 모터 제어 방법에 대해 서술한 뒤, 마지막으로 퍼지 보상기의 유무에 따른 결과를 비교한 뒤, 본 논문의 결론을 맺는다.

2. 다기능 전동 휠체어 시스템의 H/W 구성

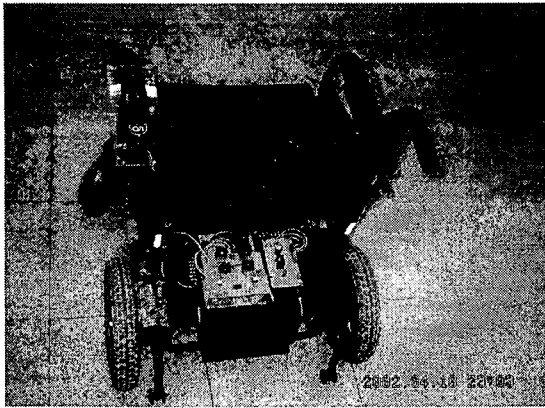


그림 1. 다기능 전동 휠체어 H/W 실제 모습

본 시스템의 전체 모습은 그림 1에서 나타내었으며, 휠체어 Plant에 전원부, 모터부, 조이스틱 제어부, 음성인식부의 4가지 모듈로 구성되며 구조와 기능은 다음과 같다. 조이스틱 제어부는 3장에서 세부적으로 설명한다.

2.1 전원부

휠체어에서 사용하는 DC모터는 24V로 동작하기 때문에 DC12V 배터리를 직렬로 연결하여 24V 전원을 만들어 모터부와 제어부를 분리하여 공급하고 휠체어를 사용하지 않을 시에는 전원을 차단 할 수 있도록 차단회로를 설계 부착하였으며, 조이스틱과 마이크로프로세서를 구동하기 위하여서 리니어 방식의 전용Regulator 회로를 구성 역류 방지를 위해 다이오드를 사용하고, 레귤레이터 자체 열 문제로 인해 방열판을 부착하여 발열을 도우며 DC 5V 전압을 안정적으로 조이스틱과 프로세서에 공급하였다.

2.2 모터 및 모터 구동부

구동 모터는 24V에 연속 전류가 최대 8A를 흘리고 230W일 때 120RPM을 갖고 기어비가 30인 모터를 사용하였으며 24V 전자브레이크를 모터에 장착하여 배터리 전원 공급 시에 만 모터가 구동되도록 설계 되어있다.

실제 전동 휠체어에 부착한 제어시스템을 보면 그림2와 같이 구성하였다.

휠체어 DC모터 제어를 위해 인텔사의 80C196KC 16비트 마이크로 컨트롤러 한 개를 이용하여 2개의 DC

모터를 제어하도록 구성하였는데 제어시스템의 구성을

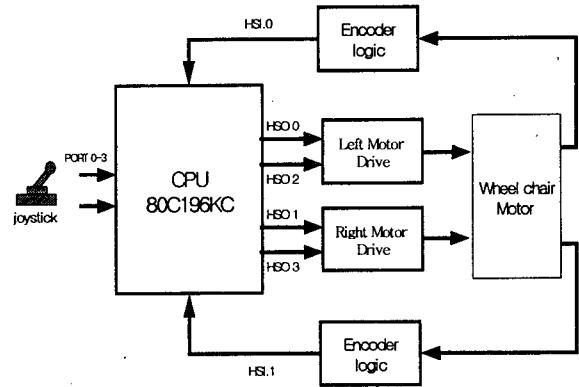


그림 2. 제어시스템 구성

보편은 조이스틱에서 출력되는 신호를 Port0로 입력받아서 80C196KC의 내부 A/D를 이용 변화하여 사용하였다. Motor Drive단의 전압 구동 소자인 Power MOS-FET를 사용하여 작은 구동전력과 빠른 스위칭 그리고 열적 안정성을 확보하기 위하여 사용했으며, 포토 커플러에 의하여 모터 드라이브단과 이외의 부분을 보호 절연하였다.

모터 구동 회로는 일반적인 H브릿지 회로를 구성하여 PWM 펄스에 의하여 휠체어를 구동 시켰다. 모터의 방향 및 속도를 제어하기 위하여 PWM을 이용하였는데, 조이스틱의 4방향 데이터를 읽은 후 A/D 변환을 값에 따라서 196에서 HSO(high speed output)를 사용하여 펄스의 발생 주기를 조정 HSO.0-HSO.3에서 PWM 출력 펄스를 발생 시켜서 왼쪽과 오른쪽 모터 드라이브단에 PWM 펄스를 인가 속도 조절과 방향을 제어하도록 하였으며, 제어 알고리즘은 퍼지 제어를 적용하여서 휠체어에 부하가 많이 걸렸을 경우에 이를 보상해서 모터의 회전수를 높일 수 있는 퍼지 보상기를 적용하였다. 보상기에 에러 정보를 제공하기 위하여 전동 휠체어의 양쪽 바퀴에 엔코더를 부착하여 80C196KC의 HSI (high speed input) 모듈을 사용하여 왼쪽모터의 엔코더 신호는 HSI.0 오른쪽 바퀴모터의 신호는 HSI.1로 각각 입력이 되어져서 엔코더 출력 펄스를 Counter하여 계산된 값을 보상기로 입력하여 두 모터의 속도를 계산하고 주 제어기에서 제공하는 모터의 제어량을 보상 보상하였다.

2.3 음성 인식부

DSP(TMS320C32)을 이용하여 DTW(Dynamic Time Wrapping) 및 NN(Neural Network)을 이용하여 7개의 명령어를 인식시켰다.

### 3. 다기능 전동 휠체어 시스템의 제어기 구현

본 연구실에서 사용하고 있는 조이스틱은 그림 3과 같으며, 2개의 가변저항을 구성하여 조이스틱 위치에 따라 가변저항의 값들이 출력하게 된다. 휠체어의 속도와 방향은 조이스틱의 방향과 이동에 따라 달라지게 된다. 아래의 그림은 가변저항에서 나오는 전압의 값에 의해서 모터의 속도와 방향을 나타낸 것이다. 이런 원리를 사용해서 2개의 모터를 방향과 속도를 고려하여 나타낸 것이 그림 4와 같다.

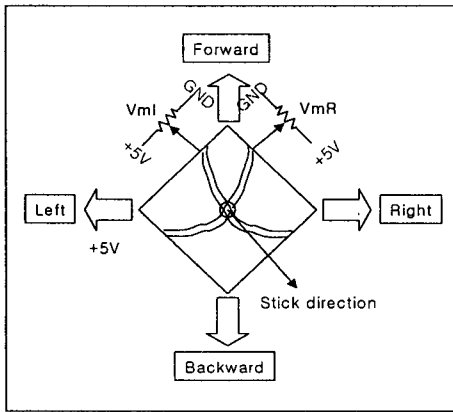


그림 3. 조이스틱 메카니즘

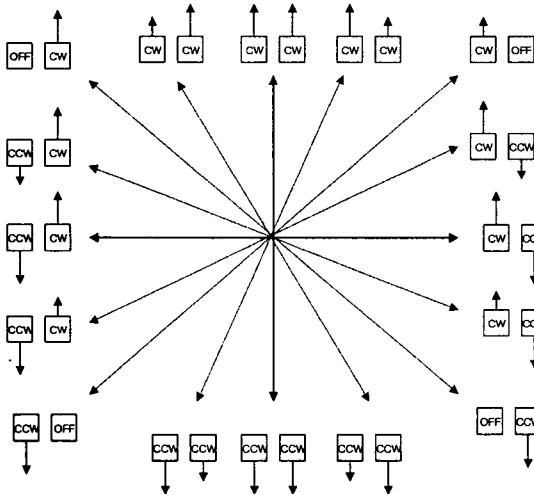


그림 4. 조이스틱 방향에 따른 모터의 방향 및 속도

그림 5에서는 360도 전면에서 다양한 형태의 조이스틱 위치에 대해 발생하는 모터의 움직임의 세부화 시킨 것이다. 화살표 방향은 모터의 회전 방향이고, 화살표의 길이는 모터의 속도량을 나타낸 것이다.

### 4. 다기능 휠체어 시스템의 퍼지 제어기 설계

퍼지 제어는 제어대상의 동작에 대한 최소한의 지식만으로도 설계가 가능하고, 직관적이며 실행이 쉬운 장점이 있는 퍼지 제어 논리 제어기를 이용하였다.

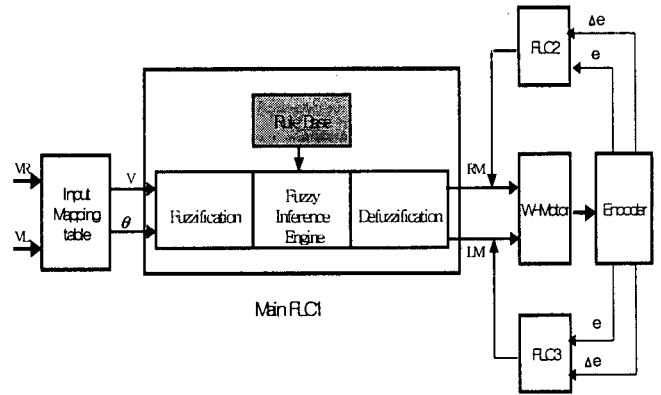
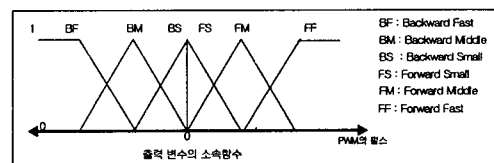
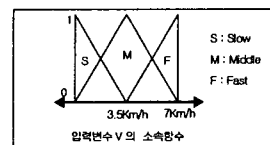
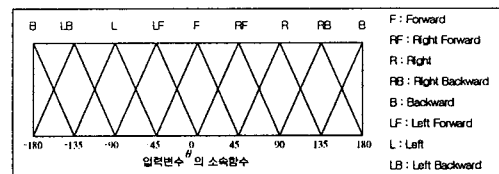


그림 5. 다기능 전동휠체어 시스템의 퍼지제어 블록도

본 연구에서의 전체 퍼지 제어 블록도를 그림 5에서 나타내었으며, 조이스틱 입력으로부터 2개의 전압값 (VR, VL)이 나오는데, IMT(Input Mapping Table)에 의해서 조이스틱의 속도와 각도가 출력하게 된다. 이 두 입력은 주제어기인 퍼지 제어블록1에 들어간다. 퍼지 제어기는 어떤 현상의 불확실한 상태를 수량적 정보로 다루는 수학적 기법의 일종으로, 인간의 사고나 정의의 모호함을 정량적으로 해석하기 위하여 제안된 이론으로 membership함수가 도입되었다. 주 제어기에서 사용되는 membership함수는 아래와 그림 6과 같이 속도와 각도를 각각 나타내었고, 양모터의 출력 PWM인 membership함수도 나타내었다. 부제어기로 사용한 FLC1과 FLC2는 좌우 모터에서 출력된 encoder값을 보상하기 위해 사용되었으며, 보상된 에러값은 다시 모터부로 Feedback된다.



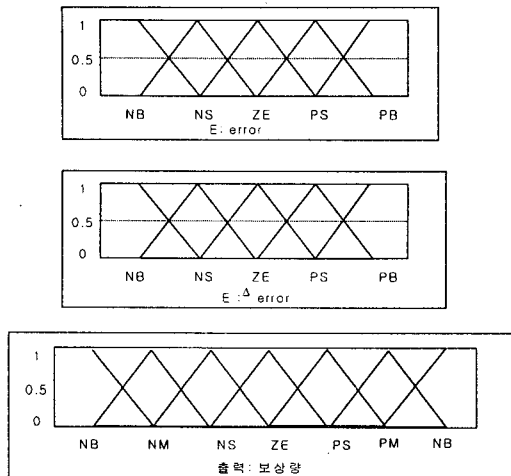


그림 6. FLC2, FLC3의 Membership 함수

5. 결과 및 고찰

본 실험에서는 오른쪽 모터를 정방향으로 진행시켰을 경우 피드백 제어기의 성능 테스트를 한 결과를 나타낸 것이다. 모터의 최대 rpm은 120이고, 조이스틱의 전압 값은 각각 Vml(2.5V-0V), Vmr(2.5V-0V)이다.

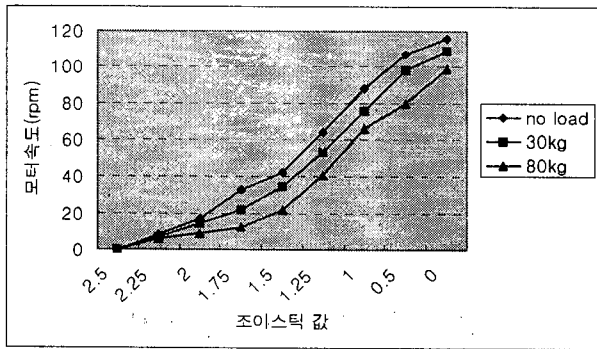


그림 7. 피드백 제어가 없을 시

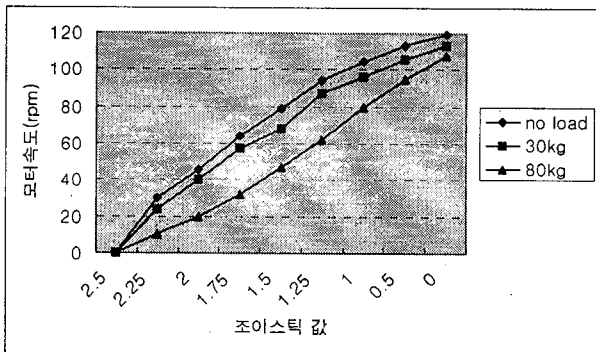


그림 8. 보상 피드백 제어기 사용 시

그림 7과 그림 8에서는 피드백(Feedback)제어기의 유무에 따른 무부하시 및 30kg, 80kg의 실험자가 탑승시 실험한 데이터를 표현한 것이다.

그림 8에서 알 수 있는바와 같이 80kg의 탑승자를 비교해 보면 조이스틱의 변위에 따른 모터 스피드의 선형성이 뚜렷하게 향상된 것을 볼 수 있다.

6. 결론 및 향후과제

본 논문에서 설계 및 구현된 시스템의 최종 목표는 장애자의 여러 잔존 신체기능에 최대한으로 적용시킬 수 있는 다기능 전동 휠체어의 구현에 있다. 구현에 있어서 조이스틱의 원리 및 모터의 특성에 의해서 퍼지 제어 알고리즘을 이용해서 본 시스템을 제어시켰다. 이에 퍼지 제어 알고리즘을 사용한 결과 시스템의 선형적 동작이 원활히 수행된 것을 알 수 있다.

향후과제로는 휠체어 모터 동작에 있어서 소음 발생을 줄이는 문제를 해결하는 방안이 강구되어야 하겠으며, 여러 가지 부하 발생 시 생기는 문제점을 더욱 효율적으로 처리할 방안 또한 고려해야 할 것이다.

참고문헌 (Reference)

- [1] 정동명, 홍승홍, "차량 탑재용전동휠체어(INMEL-5)의 설계", 의공학회지, 1990.
- [2] 김정훈, 강성인, "음성인식을 탑재한 다기능 전동 휠체어 시스템 설계 및 구현", 한국 퍼지 및 지능시스템학회, 2002
- [3] Ren C. Luo, Chi-Yang Hu, Tse Min Chen, "Force Reflective Feedback Control for Intelligent Wheelchair " Proceedings of the 1999 IEEE.
- [4] Berend-Jan van Zwaag, Dan Corbett, "Minimising Tremor in a Joystick Controller Using Fuzzy Logic", 1999 Third International Conference on Knowledge-Based Intelligent Information Engineering System, 1999.
- [5] H.R. Sing, Abdul Mobin, Sanjeev Kumar, "Desige and development of voice/joystick operated microcon troller based intelligent mototised wheelchair", IEEE, 1999.