

다기능 전동휠체어의 설계 및 구현

강재명, 강성인, 김정훈, 류홍석, 이상배
한국해양대학교 전자통신공학과
Tel) 051-410-4907

Design & fulfillment of multi-functional electric wheelchair

Department of electronic & communication Korea Maritime University
Kang Jae Myoung, Kang Sung In, Kim Jung Hoon, Ryu Hong Suk, Lee Sang Bae
E-mail : kang-jae@hanmail.net

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.

I. 서론

장애인이거나, 노약자들에게 휠체어는 이미 보행을 돕는 보조 수단으로 많이 사용되어져 왔다. 최근에는 많은 기술 개발로 인해 여러 부류의 장애자들에게 여러 방식의 제어 기술이 사용 되어지고 있다. 그 방식은 음성 제어, 터치 스위치, 조이스틱 등 여러 방식이 사용되어지고 있다. 본 연구실에서도 휠체어에 인공지능형 제어기 부분, 음성 인식 시스템 부분 등을 모듈별로 개발하여 장애인들에게 편의성을 제공하기 위해 연구 중이다.

본 논문에서는 조이스틱을 통한 휠체어 DC모터의 속도와 방향을 제어함으로써, 장애인들이 보다 더 편리하게 휠체어를 운전할 수 있게 했다. 특히 조이스틱 부분에서는 퍼지 제어를 사용, 인체의 중량에 따라서 스피드가 비선형적으로 제어되던 휠체어를 선형적으로 제어가 가능하게 했다.

본 논문의 구성은 먼저 다기능 전동 휠체어의 전체 구성을 살펴본 다음, 이 휠체어에 주요 제어부분인 조이스틱에 대해 알아보고, 그리고 퍼지 제어를 통해서 휠체어가 어떤 식으로 제어 되었는지 알아본다. 마지막으로 실험 및 고찰을 통해 결론을 내리겠다.

II. 전체적인 휠체어 시스템의 구성

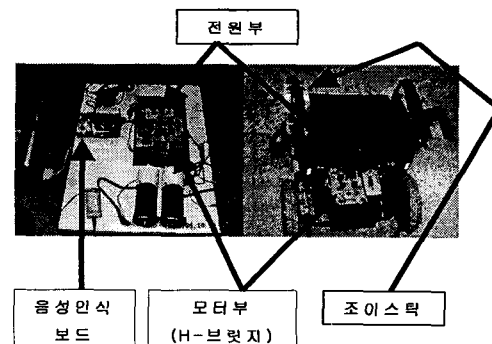


그림 1. 다기능 전동 휠체어의 실제 모습

전동휠체어 시스템은 그림 1과 같다. 그림에서 보던 음성 인식부, 모터부, 조이스틱, 전원부로 크게 세분화시킬 수 있다.

우선 전원부를 살펴보면 DC 12V 배터리 2개를 직렬로 연결하여 24V를 생성 시켰으며, 안정성을 위하여 모터와 모터 제어부로 나누어 공급전원을 각각 분리하여 공급했으며, 제어부는 5V 전용 소자로 동작하기에 각 소자를 구동하기 위하여 리니어(Linear)방식의 정전압 회로를 구성하여 조이스틱과 MCU 및 주변 소자에 안정적으로 공급하였다.

모터부는 모터와 모터 제어부로써 구성되는데 모터는 DC 24V 8A로 구동되는 모터를 사용하였으며, 모터 제어부에서는 구동단과 제어단으로 나눌수 있다.

먼저 구동단에서의 구동회로는 일반적으로 사용하는 H 브릿지 회로를 구성했으며 구동 소자는 전압 구동형 소자인 Power MOS FET를 사용하여 스위칭 속도와 전력 소모를 최소화하여 배터리의 소모를 적게 하였으며, 포토 커플러에 의하여 모터와 모터 드라이브단 부분을 보호 절연하였다.

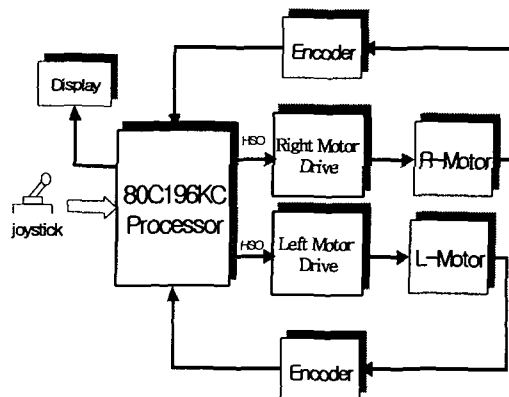


그림 2. 제어 시스템의 구성

제어단에서는 그림 2와 같이 조이스틱에서 발생되는 4 방향 전압 입력을 받아서 80C196KC의 Port 0.0-0.3 입력으로 내부 A/D를 이용 변화하여 변환 값에 의하여서 196 내부에 있는 HSO(high speed output)를 사용하여 펄스의 발생 주기를 조정하여 HSO0.0-0.3을 통하여 왼쪽과 오른쪽모터 드라이브단에 PWM 펄스신호를 각각 인가하여 속도와 방향을 제어하도록 하였으며, 휠체어의 부하 증가로 인하여 모터의 회전이 선형적으로 증가하지 못하거나 혹은 경사로 같은 경우에 부적절한 회전을 할 경우에 이를 보상하기 위하여 퍼지 보상기

를 적용하였으며, 보상기의 현재 회전수 정보를 제공하기 위하여 전동 휠체어의 양쪽 바퀴에 엔코더를 부착하여 196 내부에서 사용되어지는 HSI(high speed input)를 이용하여 엔코더의 출력 펄스를 Counter하여 계산된 값을 보상기로 보상 입력하여 두모터의 속도를 선형화 하여서 모터의 회전을 보상한다.

음성 인식부는 DSP(TMS320C32)를 이용하여 DTW(Dynamic Time Wrapping)를 이용한 화자중속 방식을 취하여 7단어를 인식 시켰으며 실제 음성으로 휠체어의 구동은 하지 않았고 계속 연구 중이다.

III. 시스템의 제어기 구현

본 시스템에서 사용하고 있는 제어기로는 조이스틱을 사용하고 있는데, 조이스틱의 기본적인 구조를 그림 3과 같이 나타 내었으며 기본적인 조이스틱 동작은

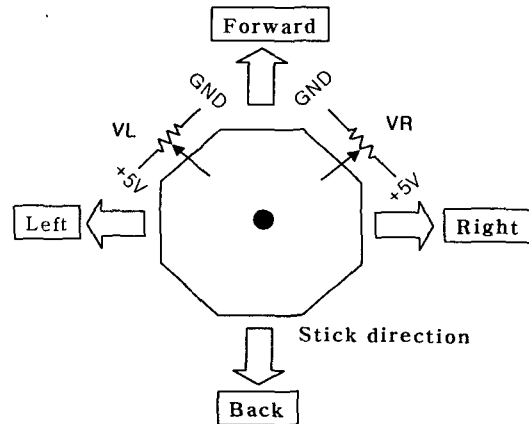


그림3 조이스틱의 구조

조이스틱 양쪽에서 2개의 포텐션메타를 통하여 조이스틱의 변위에 따라서 왼쪽과 오른쪽의 전압이 0-5V 사이에서 각각 출력하게 된다. 출력된 왼쪽과 오른쪽의 각 전압차에 의하여 휠체어의 모터속도와 방향이 결정되어지게 된다. 조이스틱이 변위가 없을 경우의 조이스틱의 전압 값은 2.5V이며 그림 4는 다양한 조이스틱의 위치에 따른 실제 모터의 각도와 속도를 나타내고 있다,

그림4에서 0도를 기준으로 하여서 오른쪽을 0도에서 180도까지(1,4사분면,) 왼쪽에서는 0도에서 -180도(2,3 사분면)까지 각각 나누어 모터의 방향과 속도를 나타내었다. 그리고 이 방향과 속도는 퍼지 제어기의 입력 변

수가 되어져서 입력되어진다.

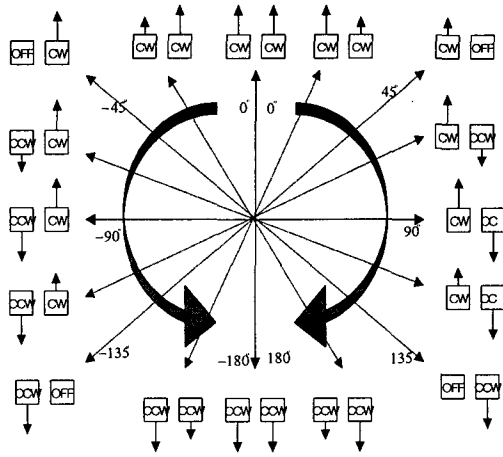


그림 4. 조이스틱에 따른 모터 방향 및 속도

IV. 퍼지 제어기 설계

퍼지 제어기는 비선형 시스템을 전문가의 경험적 지식을 바탕으로 언어변수인 퍼지 소속함수와 퍼지규칙 베이스의 형태로 구성하여 애매 모호한 정보를 효과적으로 기술하고 연산하여 체계적으로 결론에 도달할 수 있도록 만들어 준다.

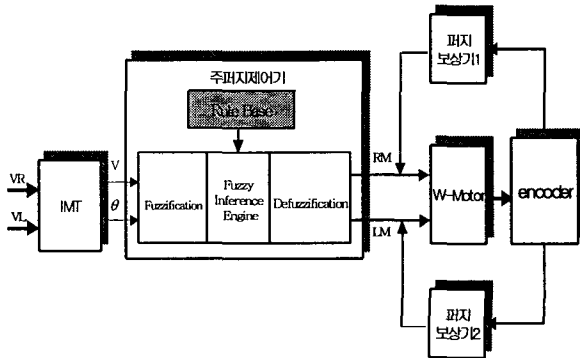


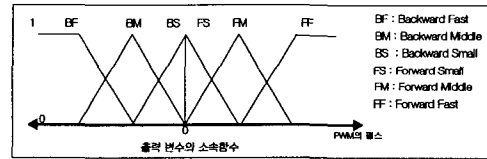
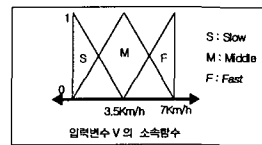
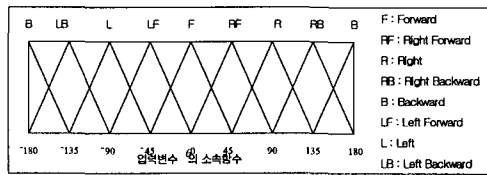
그림 5. 퍼지제어기 블록도

그림 5는 전체 퍼지 제어기의 블록도로서 조이스틱으로 두 개의 입력 값, 즉 전압 값 VR, VL을 통해 이미 만들어진 모터의 속도와 각도의 특성 값 IMT(Input Mapping Table)에 의해서 조이스틱의 속도와 각도가 출력하게된다. 이 속도와 각도가 주 퍼지 제어기로 입력되어지고 왼쪽과 오른쪽 모터를 PWM 신호로 제어

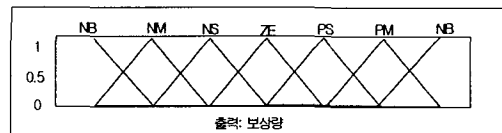
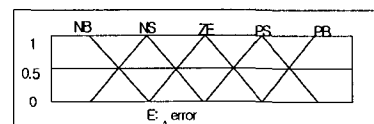
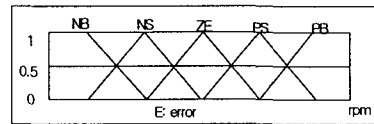
하는 두 개의 출력 신호로 나오게 된다.

이 PWM 신호로 인하여서 모터는 구동하게되고 다시 급 엔코더를 통하여서 모터의 현재 회전수를 측정하며 측정된 회전수는 퍼지 보상제어기로 다시 들어가고 퍼지 보상제어기를 통하여서 보상된 회전수 값을 출력하여서 보상을 하게된다.

그림 6은 퍼지 입,출력 멤버함수 및 보상기 멤버쉽함수이다.



주퍼지제어기 Membership 함수



보상 퍼지 제어기의 Membership 함수

그림 6. 주퍼지 제어기와 보상퍼지 제어기

V. 결과 및 고찰

이 실험에서 모터의 최대 rpm은 120이고, 조이스틱의

전압 값은 각각 $V_{ml}(5V \sim 0V)$, $V_{mr}(5V \sim 0V)$ 이다. 조이스틱을 앞으로 밀었을 경우에 오른쪽 바퀴의 모터 회전수를 그림과 같이 나타내었다. 그리고 퍼지 보상기 여부에 따라 무부하시, 30kg, 80kg으로 실험 했다. 위에서 설명한 것처럼 그림 7과 그림 8에서 보상기의 유무에 따라서 80kg을 비교해보면 조이스틱의 변위에 따라 모터 스피드의 선형성이 뚜렷하게 향상된 것을 볼 수 있다.

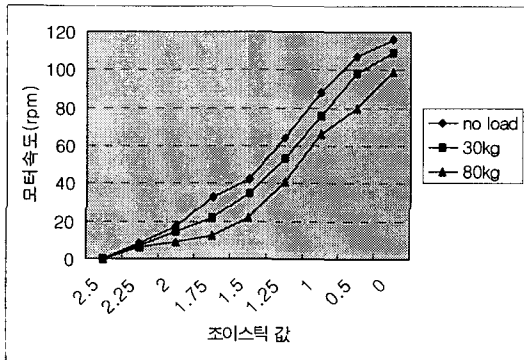


그림 7. 퍼지 보상제어기가 없는 경우

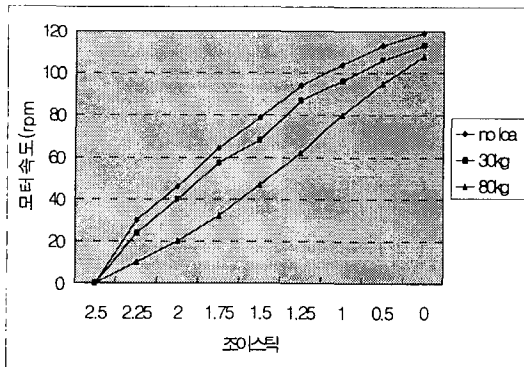


그림 8. 퍼지 보상제어기가 있는 경우

VI. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 여러 많은 장애의 종류들을 인지하고, 이 여러 장애종류에 대해 모두 공통적으로 사용 할 수 있는 휠체어를 만드는 것이 목적이다. 현재는 조이스틱을 이용, 조이스틱의 애매한 값에 대해 퍼지 제어기를 이용하여 보상해 주고, 그리고 하중에 따라 비선형적으

로 발생하는 부분을 선형적으로 보상, 더욱더 간결한 휠체어 제어가 가능했다.

이후의 과제로는 휠체어 모터동작에서 발생하는 모터의 소음 제거를 간구해야 하며, 하중뿐만 아니라 여러 가지 부하 시에 발생하는 문제점도 처리해야겠다.

참고 문헌

- [1] Ren C. Luo, Chi-Yang Hu, Tse Min Chen, "Force Reflective Feedback Control for Intelligent Wheelchair " Proceedings of the 1999 IEEE.
- [2] 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.
- [3] H.R. Sing, Abdul Mobin, Sanjeev Kumar, "Design and development of voice/joystick operated micro controller based intelligent motorised wheelchair". IEEE, 1999.
- [4] Ruei-Xi Chen, Liang-Gee Chen "System Design Consideration For Digital Wheelchair Controller". IEEE, 2000,
- [5] 정동명, 홍승홍, "차량 탑재용 전동휠체어(INMEL-5)의 설계", 의공학회지, 1990.