메카넘휠을 이용한 전동휠체어 설계 및 구현

양한석, 최통일, 권도윤, 강백규, 정덕원, 민덕기
건국대학교 컴퓨터공학부
e-mail : chaple@konkuk.ac.kr

Design and Implementation on Automatic Wheelchair Using Mecanum Wheel

Han-Seok Yang, Tong-Il Choi, Do-Yun Kwon, Bak-Kyu Kang, Duckwon Chung, DugKi Min
School of Computer Science & Engineering, Konkuk University

요 약

일반적으로 사용되고 있는 전동휠체어의 4바퀴 굴림 구조는 중증 장애인이나 노약자가 이동이 제한적이고, 전복 위험 등이 산재한다. 이러한 부분에서 오는 단점과 안전성의 문제를 해결하기 위해서 본 논문에서는 자유로운 동선이 가능하게 하고 센서를 적용하여 안전성을 확보하는데 목적을 두고 있다. 다양한 동선을 가지기 위해서 일반적인 바퀴가 아닌 "메카넘휠"을 장착하여 사용한다. 또 제어 방식에 있어서 핸들이라는 하나의 제어 장치 뿐만 아니라 심지어 게임기의 콘트롤러까지 다양한 범위를 수용하기 위해서 하드웨어 적인 확장이 용이한 환경을 사용한다.

1. 서론

본 논문은 일반적인 전동휠체어의 이용을 개선·보완하고자 한다. 로봇에 주로 사용되는 좌, 우회전, 전, 후진 외에도 대각선 4방향의 이동을 지원하는 메카넘휠[1]을 전동휠체어에 적용시키고, 탑승자의 장애 형태에 따른 콘트롤러나 사용자가 원하는 콘트롤러를 사용하려 한다. 이를 위해서는 전동휠체어를 제어하는 모듈이 충분한 확장성을 보유할 수 있도록 한다.

현재의 전동휠체어보다 더 편리하고 안전한 사용 환경을 제공하기 위하여 앞에서 제시한 콘트롤러 확장성과 휠체어의 동선 문제에 대한 보완이 이루어 져야 한다. 사용자 측면에서 먼저 간단한 제어를 위하여 휠체어의 모든 제어를 한 손으로 할 수 있도록 개발이 되어야 한다. 중증장애인을 기준으로 개발된 휠체어는 상태가 경미한 장애인이나 노약자에게 더 편리할 수 있기 때문이다.

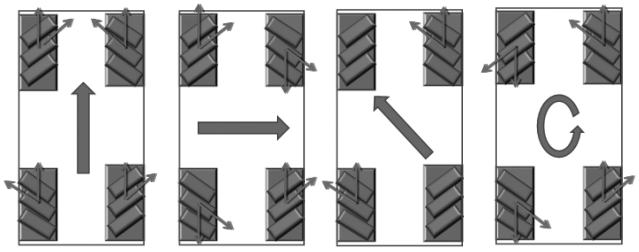
본 전동휠체어는 360도 이동을 위해서 기존의 전동휠체어 바퀴와는 다르게 제작된 메카넘휠을 이용한다. 메카넘휠은 전통적으로 사용되는 일반 바퀴 축의 둘레에 약 45°의 각도로 휘어진 롤러를 회전축에 돌려 연결한 형태의 바퀴이다.

메카넘휠을 사용하기 위해서는 4개의 DC 모터와 메카넘휠이 기본적으로 필요하다. 하지만 이 장비에 소요되는 금액 문제로, 구현을 위해서는 Microsoft Robotic Development System(이하 MSRDS)을 사용하도록 한다. MSRDS를 사용하게 되면 전제 조건인 Windows 환경에서의 구현이 가능하며 저렴하면서 작은 사이즈로 구현해 볼 수 있는 Lego Mindstorm NXT(이하 NXT)를 사용할 수 있다.

본 논문에서 2장은 관련연구로 메카넘휠에 대해 설명하고 3장에서 휠체어를 제어하는 전체적인 시스템의 구조와 구현을 위한 세부적인 부분을 본다. 마지막으로 4장의 향후 연구에서는 앞으로 더 진행해야할 부분에 대해 언급한다.

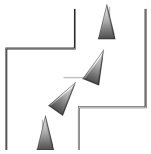
3. 메카넘휠의 구현

메카넘휠은 360°의 방향으로 모두 움직일 수 있기 때문에, 바퀴별 동작에 따른 이동 방향은 대표적으로 다음 (그림 1)의 4가지 유형이 있다.[2]

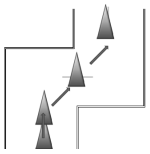


(그림 1) 왼쪽에서부터 메카넘휠의 앞, 좌, 대각선 직진과 좌향 제자리 돌기

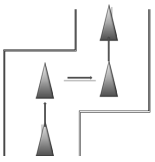
메카넘휠은 기존의 전동휠체어보다 더욱 자유로운 동선을 제공한다. 기존의 4바퀴 굴림 이동방식(그림2)에서 가능한 하나의 동선은 (그림 3), (그림4)와 같이 나타날 수 있다.



(그림 2) 기존 동선



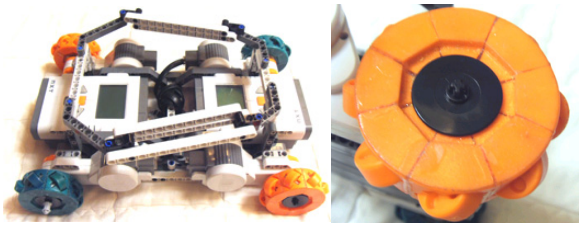
(그림 3) 메카넘휠 동선1



(그림 4) 메카넘휠 동선2

3. 휠체어의 제어를 위한 시스템

실제 구현하고 있는 전동 휠체어의 프로토타입과 메카넘휠은 다음과 같다.

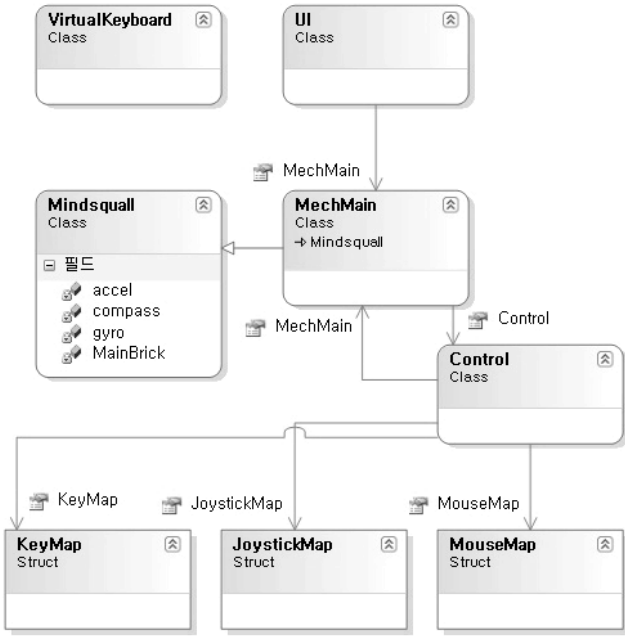


(그림 5) 전동 휠체어의 Lego NXT 프로토타입과 메카넘휠

위 시스템은 크게 제어부, 센서부, 가동부도 나눌 수 있다. 제어부(그림 6의 Control 클래스)는 콘트롤러의 소프트웨어 적인 맵핑 정보를 가지고 있으면서, 장착되는 컨트롤러를 사용 가능하도록 하고 신호를 각각 4개의 바퀴에 적용 가능하도록 처리하여 가동부로 전달하는 역할을 한다.

센서부(그림 6의 Mindsquall 클래스)는 외부 장애를 극복하기 위한 3가지 센서를 관리하는 부분으로 센서에서 나오는 신호를 적합한 형태로 변형하여 가동부에 전달한다. 가동부에 전달되는 데이터는 아래 가동부에서 설명한다. 여기서는 3가지로 제한하였지만, 확장성을 완전하게 확보한 환경이 만들어지면 하드웨어가 지원하는 한계까지 설치 가능하도록 한다.

가동부(그림 6의 MechMain 클래스)는 제어부나 센서부에서 전달되는 신호가 4개 바퀴에 실제로 적용하는 부분으로 값의 변화량이나 값의 허용치 등을 세세하게 점검하여 휠체어 작동에 이상이 없도록 한다. 구조적으로 실제로 사용되는 4개의 모터를 제어하는 부분은 센서부를 상속 받아 사용하여, Mindsqualls 라이브러리[3]의 계층 구조를 유지하도록 하였다.



(그림 6) 전체 시스템의 클래스 다이어그램

작동 로직에 있어서 (그림 7)에서 볼 수 있다시피 Step, Power, Direction, Timegap의 네 가지 변수를 사용하고 각각의 변수 값의 조정에 의해서 메카넘휠이 안전하게 동작하게 한다. Step은 Power의 시간당 변화한다. Power는 실제 바퀴가 받는 힘이며 다음으로 Direction은 바퀴가 도는 방향을 의미한다. Timegap값은 step값을 일정한 시간 단위로 적용 해줄 수 있게 해주는 변수이다. 위의 내용은 다음과 같은 공식에 의해서 각각의 메카넘휠에 적용되어 바퀴 각각의 Wheel Power가 설정된다.

$$P = D \times (CP + S)$$
$$WP = P / T$$

P : Power　　D : Direction
CP : Current Power　　S : Step
WP : Wheel Power　　T : Timegap

(그림 7) 바퀴별로 Wheel Power를 계산하는 기본 공식

이외에도 UI(그림 6의 UI 클래스)나 가상 키보드(그림 6의 VirtualKeyboard클래스) 부분은 가동부에 직간접적으로 연결되어 사용자와 소통할 수 있게 한다.

4. 향후 연구

본 논문에 제시한 것 외에도 전, 후방 카메라를 장착하여 전, 후방 모니터링[4]을 가능하도록 한다던가, 보호자 입장에서 휠체어의 상태 및 위치 등의 정보를 실시간으로 확인할 수 있도록 네트워크를 통해 확인할 수 있는 기능, 지능화된 전원관리를 수행하여 작동시간을 연장하는 등의 확장을 진행할 계획에 있다.

참고문헌

[1] Jung Won Kang, Bong Sung Kim and Myung Jin Chung, “Development of Omni-Directional Mobile Robots with Mecanum Wheels“, International Conference on Control, Automation and Systems 2008

[2] Stephen L. Dickerson, Brett D. Lapin, "Control of an Omni-directional Robotic Vehicle with Mecanum Wheels", Georgia Institute of Technology Atlanta

[3] Niels K. Handest, http://www.mindsqualls.net

[4] K.Nagatani, S.Tachibana, M.Sofue, Y.Tanaka, "Improvement of Odometry for Omnidirectional Vehcle using Optical Flow Information", International Conference on Intelligent Robots and System 2000