

초음파 센서를 이용한 전동 휠체어 안전 운전 제어기 설계

김현곤, 이동희, 안진우
경성대학교 메카트로닉스 공학과

Design of Safety Drive For Elec Wheelchair Using Ultra Sonic Sensors

Hyun Gon Kim, Dong Hee Lee, Jin Woo Ahn
Dept. of Mechatronics Engineering, Kyungsung University, Busan, Korea

ABSTRACT

본 논문에서는 전동 휠체어를 이용하여 이동할 때 안전운전을 위한 반 자율 보조 장치를 제안한다. 제안된 전동 휠체어 보조 장치는 장애물 감지를 위한 초음파 센서와 현재 방향과 위치를 확인하기 위한 엔코더를 사용하여 이동시 발생할 수 있는 안전사고를 미연에 방지할 수 있도록 설계하였다.

1. 서론

현대 사회는 노약자인구와 장애인의 수가 점점 증가하고 있다. 이들이 정상적인 사회 활동을 하기위해 휠체어가 필요하다.

일반적인 휠체어는 손으로 조작하여 이동 및 회전 등을 할 수 있으나, 체력이 약한 노약자 및 손을 사용하기 힘든 장애인들은 자력으로 이동하는 것이 힘들다. 따라서 전동휠체어에 대한 요구가 지속적으로 증가하고 있다. 지금까지 개발된 전동 휠체어는 조이스틱을 통해 속도나 방향 등을 조작하는 정도의 기술을 제공하고 있다. 이런 전동휠체어는 조작자의 실수에 의해 사고가 발생할 수 있으며, 사고 방지를 위해 설치된 안전장치는 내리막길 또는 오르막길에서의 자동 제동장치와 야간 주행을 위한 전조등, 후면 반사판 정도가 설치되어 있다. 이러한 안전장치로는 장애물과의 충돌을 방지하는 것은 어렵다.^[1]

본 논문에서는 센서의 수를 최소화 하고 전방에 존재하는 장애물 데이터를 입력받아 장애물과의 거리, 방향, 속도 등을 인식하고 제어기에 의해 반 자율적으로 휠체어의 방향 및 속도를 제어할 수 있도록 한다. 장애물을 설치하고, 전동 휠체어와 만나는 방법에 따라 어떻게 이동하는지에 대한 모의실험을 통하여 검증하였다.

2. 기존의 제어장치

기존 전동 휠체어의 제어 장치는 조이스틱의 축 비교기를 통해서 방향 및 속도를 설정하고, 이 신호를 검출하여 마이크로 프로세서에서 연산 후 바퀴를 회전시켜서 작동을 하게 된다. 그림1은 기존 전동휠체어의 제어 모식도를 나타내고 있다. 탑승자가 전동휠체어의 방향과 속도를 선정하면, 그 방향, 속도를 맞추기 위한 제어기가 있다. 또한, 자율형 전동휠체어는 자동으로 장애물을 탐지하고, 목표지점으로 이동할 수 있지만, 많은 수의 센서를 필요로 한다.

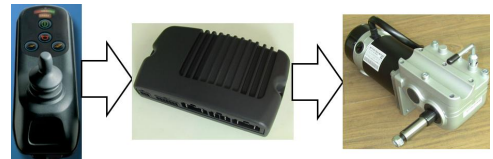


그림 1 기존 전동 휠체어 제어 모식도
Fig. 2 Existing Electric Wheelchair Control Schematic

3. 제안된 제어장치

3.1 전동휠체어의 기구학적 모델

전동 휠체어의 구동 방식은 양 바퀴의 속도 차에 의해 조향이 이루어지는 형태이다. 그림 1은 전동 휠체어의 기구학적 모델을 설정 한 것이다. 그림1에서 M 은 차량의 무게 중심점으로, 차량 위치의 기준점이 된다. F_0 는 고정된 기준 프레임이며 F_M 은 움직이는 차량의 프레임이다. O 는 기준 좌표계의 원점을 의미한다..

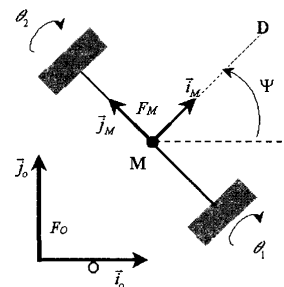


그림 2 전동 휠체어의 기구학적 모델
Fig. 2 Kinematic models of Elec Wheelchair

차량 바퀴가 지면에 대해 완전 구름 조건을 만족하고, 측면 미끄러짐도 없다고 가정한다. 이 가정을 통하여 다음과 같은 기구학 방정식을 얻을 수 있다.

$$\dot{x}_M = \frac{r}{2} (\dot{\theta}_1 + \dot{\theta}_2) \cos \Psi \quad (1)$$

$$\dot{y}_M = \frac{r}{2} (\dot{\theta}_1 + \dot{\theta}_2) \sin \Psi \quad (2)$$

$$\dot{\Psi}_M = \frac{r}{2} (\dot{\theta}_1 - \dot{\theta}_2) \quad (3)$$

식(1),(2),(3)은 가장 일반화 된 2륜 구동 차량의 기구학 방정식이지만 제어는 쉽지않다. 그 이유는 식(1),(2)는 완전하게 적분 될 수 없는 논홀로노믹 특성을 갖기 때문이다.^{[2][3]} 이러한 논홀로노믹 특성을 제어하기 위해, 본 논문에서는 본래 2륜 구동 방식을 따라가면서 2개의 조향 바퀴와 2개의 구동 바퀴를 가진 전동 휠체어와 유사하도록 하는 기구학 방정식을 식(4)와 같이 유도하였다.

$$x_M \sin \Psi_M - y_M \cos \Psi_M = 0 \quad (4)$$

3.2 장애물 인식 및 제어 방법

전동휠체어의 주행 방향에 계속 존재하는 고정 장애물과 주행 방향 선상으로 들어오는 이동형 장애물이 존재한다.

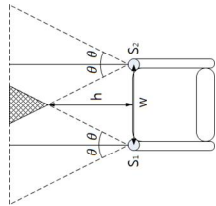


그림 3 센서의 위치와 스캔 영역
Fig. 3 Sensor position and Scan area

그림3은 전동휠체어에 설치된 센서의 위치와 인식 범위를 표시해 주고 있다. S_1 과 S_2 는 초음파 센서를 표현 한 것이다. 여기에 사용된 초음파 센서는 SRF 05모델이다. 초음파에서 장애물을 인식할 때 중복 되거나 단독으로 인식되는데 이 차이를 이용해서장애물의 방향을 알 수 있다. 우측면, 좌측면, 정면 총 3가지 방향을 인식할 수 있다., 데이터 감지 시간을 이용하여 거리를 알 수 있다. 인식된 데이터와 식(4)를 사용하여 전·후진 이동 및 회전을 하면 자동으로 데이터를 수정하고, 초음파에 의해 입력된 신규 데이터를 갱신하여 조이스틱에 s의해 조작될 때 장애물과 충돌하지 않게 도움을 줄 수 있다.

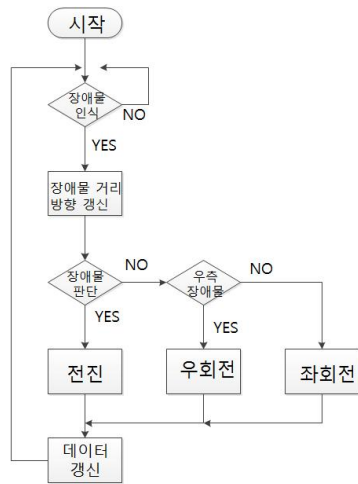


그림 4 전동휠체어 제어 순서도
Fig. 4 Elec Wheelchair control flow chart

그림4는 전동휠체어에서 장애물 감지 및 차체 제어 순서도이다.

4. 실험결과

위 실험을 행하기 위해서는 전동 휠체어가 필요하나 휠체어

의 컨트롤 장치를 만들어 제어하기가 힘들기 때문에 1/6비율로 축소시킨 미니 전동 휠체어(이하 전동휠체어)를 사용하였다. 이 전동 휠체어에는 장애물을 인식용 초음파 센서로 SRF 05, MCU로는 ATmega 128(이하 MCU), 모터는 DC모터, 모터 드라이브는 TA8050P, 조작은 전진을 기본 베이스로 하여 실험하였다.실험시 전동 휠체어에서 엔코더를 통해 받은 각도에 따른 위치 데이터를 MCU모듈에서 해석하고 MCU에서 지원되는 RS 232 통신을 사용하여 컴퓨터로 데이터를 송신하여 MATLAB으로 해석하였다.

또한 전동 휠체어 움직임을 확인하는 실험에서 좌측, 중앙, 우측 각 100번의 실험을 행하였다. 실험 때마다 위치(좌표) 조건은 같게 하였고, 진행 방향은 서로 다른 방향을 볼 수 있도록 실험을 진행하였다.

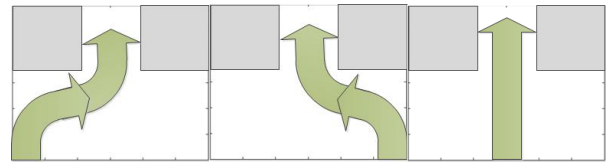


그림 5 전동 휠체어 예상 경로
Fig. 5 Elec Wheelchair Expect Route

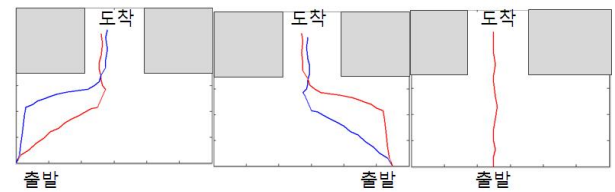


그림 6 전동 휠체어 이동 경로
Fig. 6 Elec Wheelchair Route

그림 4는 전동 휠체어가 탑승자가 전진할 때 제어가 장애물을 피해가는 예상 경로이다. 그림 5는 전동휠체어가 제어기에 의해 실제 이동한 것을 표현한 것이다. 전동휠체어가 실제 이동하는 실험은 총 300번을 시도하였고, 이중 오른쪽 51번, 왼쪽 49번 중앙 63번 총 163번의 성공률을 보였다.

5. 결론

본 논문에서는 자율형 전동 휠체어에 비해서 센서의 수를 줄임으로써 가격이 저렴한 전동휠체어 안전 보조 장치 제어를 설계하였다. 전체 300번의 시도 중 총 163번의 성공으로 약 54%의 성공률을 보였다. 안정성 문제 때문에 성공률을 더 높일 수 있는 방안에 대한 연구가 필요할 것으로 보인다.

참고 문헌

- [1] 김국세, 이준 “거리측정 센서 스캐닝과 퍼지 제어를 이용한 전동 휠체어 자율주행 시스템”, 한국해양정보통신학회 2008년도 춘계종합학술대회 A 2008
- [2] 안정우, 박동진, 권태중, 한창수, “자율 주행 차량의 경로추종 제어 알고리즘”, 한국정밀 공학회지, 제 17권, 4호, pp121~128, 2001
- [3] Gisbert Lawitzky, "A Navigation System for Cleanin Robot", Autonomous Robots, Vol. 9, No3, pp255~260, 2000