

계단 이동이 가능한 Climbing Wheelchair 제작을 위한 시스템 및 기구 제작에 대한 연구

이 윤 주, °박 재 영, 김 원 지, *서 보 배

Abstract

Today, as the aging society accelerates in Korea, the number of people who have difficulty moving is increasing. For this reason, convenience facilities or devices to help them move are increasingly required. In this paper, we talked about wheelchairs that people with disabilities can use to climb stairs. By connecting the wheelchair to Bluetooth, it was possible to operate it easily using an application, and it was made to climb stairs using an electric assist system and module.

Keywords Climbing Wheelchair, Smart Wheelchair, electric assist system, electric assist module

1. 서론

오늘 날, 고령화 사회가 가속화 됨에 따라, 거동이 불편하신 노약자 등 거동이 불편한 사람들이 늘어나고 있다. 우리나라 곳곳에는 계단이 많고 턱이 가파른 곳이 많이 있어, 이 들의 이동을 돕는 편의시설이나 기구들이 점점 더 많이 요구 되어지고 있다. 우리나라는 물론이고 세계적으로 노약자를 위한 기술 개발이 많이 진행 되고 있지만 정식으로 상용화되지 않은 것들이 많아서, 불편함을 겪는 경우가 많다. 우리는 이러한 어려운 점들을 개선하고자, 계단을 오를 수 있는 휠체어에 대해 연구해보기로 하였다. 본 논문에서는, 휠체어가 계단을 만나면, 자연스럽게 프레임이 움직여 계단을 탈 수 있도록 제작하였고, 블루투스 연결과 이두이노 알고리즘을 이용하여 제작한 어플리케이션을 사용해, 손쉽게 조작이 가능하도록 하였다.

2. 연구 내용

2.1 설계

초기 설계 당시, 어떠한 휠 모양을 사용하는 것이 좋은지에 대한 선택을 진행하였다. 각 아이디어를 취합한 후 테스트를 진행하여 선택하였다. 처음 고려되었던 바퀴 모양은 3날개 부메랑 모형 휠 모양이었다. 테스트 결과, 부메랑 휠의 가장자리가 계단의 면에 닿게 되면, 휠체어에 가해지는 충격량이 상당히 컸다. 또, 매끄러운 주행이 불가능하였으며, 방향 전환에도 문제가 발생하였다. 두 번째로 고려되었던 휠은, 4날개 부메랑 모양 휠이다. 기존보다 날개 수를 늘려 바퀴의 불안정함을 줄이려고 하였으

나, 계단 높낮이에 영향을 많이 받았으며, 기존 3날개 부메랑에서의 문제점 들 또한 개선되지 않았다. 세 번째로 고려한 휠 모양은, 톱니바퀴 모양이다. 톱니바퀴 모양의 홈이 계단의 턱과 맞물려서 올라가는 방법을 생각하였으나, 계단과 홈이 맞물리지 않고 미끄러지는 위험한 현상이 확인되어, 사용이 불가능 한 것으로 판단하였다.



그림 1. (a)3날개 부메랑 휠, (b)4날개 부메랑 휠, (c)톱니모양 휠

네 번째 디자인은, 화성탐사선 퍼서비어런스(그림2)에서 가지고 왔다. 화성탐사선은 갑자기 나타난 장애물을 넘어 이동할 수 있어야 하므로, 계단을 오르는 기구와 비슷한 설계가 있어야한다고 생각하였다. 바퀴를 3쌍씩, 총 6개를 이용하기로 하였고, 이 디자인으로 제작시, 휠체어가 계단을 만났을 때, 충분히 계단을 오를 수 있을지에 대하여, Matlab 시뮬레이션을 이용하여 확인을 하였다. DC모터에 모터의 회전속도 차이를 인식하는데는, 엔코더를 설치하여, 회전 각도를 측정하고, PID를 제어한다. 또한 앞바퀴와 뒷바퀴가 동시에 구동될 경우, 바깥 모터의 속도가 안쪽 모터보다 빨라야 한다.

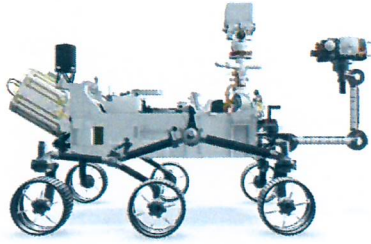


그림 2. 화성탐사선 퍼서비어런스

$$R = \frac{L}{\sin \alpha} + r \quad (1)$$

R : 최소 회전 반경

α : 바깥쪽 앞바퀴의 조향각

L : 축 거리

회전 운동에서의 속도는 식 (2)으로 구할 수 있다.

필요한 속도를 100mm/s라고 가정하면, 식(2)과 식(3)을 이용하여, 타이어 치수를 정할 수 있다.

$$V = \frac{\pi DN}{60} \quad (2)$$

$$DN = 1909.86 \quad (3)$$

표 1. 타이어 수치 선정

D	N
40	47.75
50	38.2
60	31.83
70	27.28
80	23.87
90	21.22
100	19.1

시뮬레이션은 총 7가지의 상황으로 확인 하였다. 이들의 상황은 바퀴가 계단을 타는 과정에 대한 것이었고, 확인 결과, 두 번째 바퀴가 계단을 타고 올라가려고 계단에 닿는 순간, 첫 번째 바퀴는 이미 두 번째 계단을 타고 있는 것을 알 수 있다. 또한 계단 턱에 걸리지 않고 올라가는 것 또한 확인할 수 있었다. 이를 이용하여, 우리가 생각한 3쌍의 바퀴를 이용한 디자인이 계단을 오르는 것에 문제가 없음을 확인하였다.

2.2 프레임

초기 프레임 제작은, Solid works로 설계하여 PLA소재로 3D모델링 프린팅을 이용하여 제작하였으나, PLA 재료에서 강도와 내구성의 한계로 인하여, 제작시 안정성에 문제가 발생하였다. 이 때문에, PLA재료 보다 강도 및 내구성이 높은 알루미늄 프로파일로 프레임을 제작하기로 하였다.

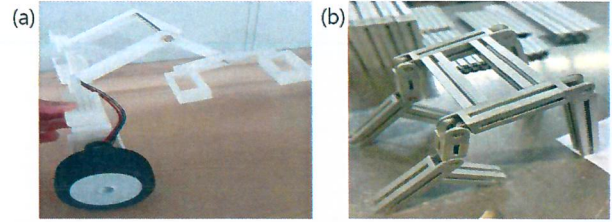
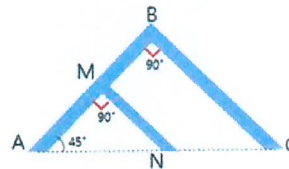


그림 3. Fame 제작 사진 (a)PLA를 이용하여 제작한 Frame, (b)알루미늄 프로파일을 이용하여 제작한 Frame

계단이 직각임을 고려하여, Frame의 앞바퀴와 중간 바퀴도, 90도의 각도를 이루도록 제작하였다. 이 때, 필요한 Frame의 size는 삼각형 공식 식(4)를 이용하였다.



$$AM = MN$$

$$AN^2 = AM^2 + MN^2 = 2(AM^2)$$

$$BN = NC, NC = AN$$

$$BC^2 = BN^2 + NC^2 = 2(NC^2)$$

$$(4)$$

2.2 부품

제작에 사용된 부품 중, 볼트는 초기에는 유두볼트를 사용하였으나, 볼트의 일부분이 튀어나와 바퀴와 모터의 조립이 불가능하였다. 이 때문에, 무두볼트로 변경하여, 바퀴와 모터를 연결하여 조립 할 수 있었다. 또한 강한 고정을 위하여 모터와 휠 사이는 접착력이 우수한 에폭시 접착제를 사용하였고, 프레임과 모터간의 고정은, 모터의 곡선면을 고려하여, 강하게 고정시킬 수 있는 호수타이를 이용하였다. 나머지 주요 부품에 대한 내용은 표2와 같다.

표 2. 주요부품 사양

부품 종류	사양	
배터리	8V, 19,800Amh, 리튬인산철	
바퀴	버키 타이어+휠	
DC모터	정격 토크	60 (gf-cm)
	정격 회전수	5,100(RPM)
	정격 전류	470(mA)
	무부하 회전수	6,200(RPM)
	무부하 전류	120(mA)
	정격 출력	3.14(W)

참고문헌

2.2 부가기능

본 휠체어는 휴대폰 어플리케이션을 이용한 추가 기능을 가지고 있다. 어플리케이션을 실행하면, 휠체어와 휴대폰의 블루투스 연결을 할 수 있도록 연결 창이 나오도록 하였다. 블루투스가 연결되면, 사용자가 어플리케이션의 방향키를 이용하여, 휠체어를 제어할 수 있도록 하였다. 추가로, 거동이 불편한 사람을 위한 기구인 만큼, 비상상황 시 도움이 되는 기능들을 추가하였다. 첫 째로는, 경고음 기능을 탑재 하였다. 비상 시, 사용자가 경고음 버튼을 누르면, 기존에 다운받아 놓은 사이렌 소리가 작동하게 되고, 비상상황 해제시, 경고음 버튼을 길게 누르면 소리가 꺼지도록 하였다. 두 번째로는, 비상 상황 시, 도움을 요청하는 문자를 기존 지정한 번호로 발송할 수 있도록 하는 기능을 넣었다. 비상상황시 긴급문자가 갈 수 있도록 원하는 번호를 지정해 놓고, 간단한 버튼으로 바로 문자를 보내 도움을 요청할 수 있는 기능이다. 세 번째로는, 나의 위치를 문자로 보내는 기능이다. 손쉽게 바로 위치를 받아와, 원하는 번호로 나의 위치를 발송할 수 있도록 하였다.



그림 4. 어플리케이션 기능 화면. 왼쪽부터 순서대로, 어플 실행 초기 화면, 방향 컨트롤 및 부가기능 사용 화면, 긴급문자 발송

3. 결론

본 논문에서는, 계단을 오를 수 있는 휠체어에 대하여 디자인을 제안하고 제작하였다. 바퀴의 모양에 따라 계단을 오를 때의 단점들을 테스트를 통해 확인하였으며, 여기에 가장 적합한 바퀴 모양을 선택하였다. 또 추가 부가기능들을 넣어, 휴대폰으로 조작이 가능할 수 있도록 하였으며, 비상상황 시에 대응을 위한 추가 기능들 또한 제작하였다. 이는 누구나 쉽게 휠체어를 조작 할 수 있고, 비상상황 발생 시, 사용자가 이를 바로 인지하여 구조요청을 할 수 있도록 하였다. 여기서 제안되고 만들어진 휠체어를 기반으로, 앞으로 더 추가적인 기능을 가지고 있어, 몸이 불편한 사람들에게 도움일 될 수 있는 기구들이 연구 및 개발 되었으면 한다.

[1] 최원, “3D 프린터에 공급되는 PLA 필라멘트의 물성치 측정,” 한국농공학회논문집 제57권 제6호, 2015.

[2] 조경호, Journal of the KIECS. pp. 1135-1144 “전동휠체어의 다목적 활용을 위한 무한궤도형 기반의 프레임 응력 및 통합 모니터링 시스템,”

[3] 장대진, “구동부 분리형 폴딩 전동휠체어 개발,” 한국정밀공학회지 제35권 제10호 PP. 1007-1014.