

대한기계학회 주선

제10회 전국학생설계경진대회(2020년)

설계 최종 보고서

참가부	대학부 (O)				
참가분야	공모주제 (O) / 자유주제 ()				
참가팀명	원랩				
설계제목	노약자를 위한 가정용 리프팅 제어				
지도교수/교사	(소속) 한국기술교육대학교 (성명) 원윤재 (이메일)				
대표자 (신청인)	성명	소속	연락처 (휴대폰)	E-mail	주소
	이준형	한국기술교육대학교 메카트로닉스공학부			

참가팀원 인적사항

NO	성명	소속 / 학년	E-MAIL
1	이준형	한국기술교육대학교 메카트로닉스 공학부 / 4학년	kmk418013@koreatech.ac.kr
2	한정우	한국기술교육대학교 메카트로닉스 공학부 / 4학년	jungwoo207@naver.com
3	최진영	한국기술교육대학교 메카트로닉스 공학부 / 4학년	hgadii@koreatech.ac.kr
4	박의선	한국기술교육대학교 메카트로닉스 공학부 / 4학년	rmacjsehd@koreatech.ac.kr
5	하상우	한국기술교육대학교 메카트로닉스 공학부 / 4학년	tico380@koreatech.ac.kr

설계 요약문

참가분야	공모주제 (<input checked="" type="radio"/>) / 자유주제 (<input type="radio"/>)
참가팀명	원랩
설계제목	노약자를 위한 가정용 리프팅 체어
대표자명	이준형
요약문	<p>고령화가 사회적 이슈로 대두되면서 실버케어 관련 분야가 중요시 될 것으로 예상된다. 그 중 가정 내 고령자 안전사고 중 기립 시에 가장 많은 사고가 일어난다는 점을 확인하고 해당 사고를 줄이는데 도움이 될 수 있는 작품을 설계하고자 한다.</p> <p>이번 KSCDC 2020 에서 제안하고자 하는 작품은 리프팅체어 이다. 고령자들 사이에 자리 잡고 있는 좌식문화에 적합한 형태는 시중에 존재하지 않으며, 병원 등의 기관에서 사용하는 형태로 출시되었음을 볼 수 있다. 이러한 한계점을 개선하고자 가정에서 사용할 수 있는 가정용 리프팅 체어를 제작한다.</p> <p>가정이라는 공간에 적합하도록 높이와 너비는 가정의 문을 넘지 않도록 설계하고 비교적 좁은 공간이라는 점을 감안하여 회전반경을 줄이기 위해 제자리 회전이 가능하도록 설계한다. 그리고 사용자를 바닥에서부터 일정한 높이까지 수직상승을 보조하는 기능과 완접기립을 위한 자세를 보조해주는 기능으로 나누어 구동할 수 있도록 설계한다. 전반적인 플랫폼 구동은 블루투스 통신을 활용한 스마트폰 컨트롤러를 제작하여 사용자 혹은 보조자의 조작이 용이하도록 설계한다.</p> <p>전체적인 프레임의 모델링과 수직 상승을 위한 의자부분의 모델링을 작성하고, 각 역학적인 계산과정과 완전 기립을 위한 의자의 틸팅 메커니즘에 대해 연구를 진행한다. 메커니즘 구현을 위한 수직 상승과 완전 기립에 적합한 리니어 액추에이터를 선정하고, 프레임 양쪽에 가이드레일을 사용하여 효율적인 리프팅 메커니즘을 구현할 수 있도록 설계한다.</p> <p>기존 제품 대비 가정 내에서 사용할 수 있는 효율성 및 가격경쟁력 제고를 통해 고령 소비자의 접근성을 높이고, 간편한 조작방식으로 사용자의 편리성을 강조한 작품이다. 본 제품을 통해 가정 내에 발생하는 기립 안전사고 예방에 이바지하고자 설계하였다.</p>

노약자를 위한 가정용 리프팅 체어

이준형* · 최진영* · 하상우* · 한정우* · 박의선* · 원윤재*

*한국기술교육대학교 메카트로닉스공학부 제어시스템전공

Household lifting wheelchair for the elderly

Jun Hyung Lee*, Jin Yeong Choi*, Sang Woo Ha*, Jung Woo Han*, Eui Sun Park* and
Won Yun Jae*†

* School of Mechatronics Engineering, Korea University of Technology and Education

Key Words: Lifting-Chair(리프팅 체어), Fully standing chair(완전 기립 의자), Tilting Mechanism(틸팅 메카니즘), Elderly and Infirm Friendly(노약자 전용)

초록: 현재 대한민국은 고령화가 심각한 문제로 언급되면서 앞으로 실버 케어 관련 분야가 중요한 분야가 될 것으로 예상된다. 그 중 안전사고와 관련하여 가정에서 기립 시 가장 많은 사고가 일어난다는 점을 확인하고 해당 사고를 줄이는데 도움이 될 수 있는 작품을 설계한다. 그래서 본 연구의 주제는 리프팅 체어이다. 현재 시중에도 리프팅 체어가 나와 있지만 우리나라의 고령자들 사이에 자리 잡고 있는 좌식문화에 적합한 형태는 존재하지 않고, 병원 등의 기관에서 사용하는 형태로 출시되었기 때문에 우리는 가정에서 사용할 수 있는 가정용 리프팅 체어를 제작한다. 그리고 우리는 차별성을 위해 완전기립하게 할 수 있는 기능을 갖춘 실내이동장치의 디자인에 대한 연구를 진행하였다. 가정용이라는 목적성에 맞게 좁은 공간에서 이동성을 확보하기 위해 제자리회전이 가능하도록 설계한다. 구동부는 수직상승과 완전기립을 보조하는 부분으로 나누어 구동하도록 설계한다. 또한 사용자가 블루투스를 이용하여 스마트폰으로 조작, 이동 할 수 있도록 설계한다. 우리는 차별성을 위해 완전기립하게 할 수 있는 기능을 갖춘 실내이동장치의 디자인에 대한 연구를 진행하였다. 향후에는 사용목적 평가와 개선을 위한 연구를 진행할 예정이다.

Abstract: Currently, aging is mentioned as a serious problem in Korea, Silver care is expected to become an important field in the future. Among the silver-care, we will develop lifting chair that can alleviate accidents at home. Though there are lifting chairs on the market, there is no form suitable for the sedentary culture familiar to the elderly in Korea. For this reason, we design a lifting chair that can be used conveniently at home. We conducted a study on the design of an indoor mobile device with a function that can be completely upright for differentiation. It is designed to be able to rotate in place to secure mobility in a narrow space to suit the purpose of home use. The driving part is designed to drive by dividing it into a part that assists vertical ascent and complete standing. In addition, it is designed so that users can operate and move with a smartphone using Bluetooth. In the future, we plan to conduct research to evaluate and improve the purpose of use.

1. 서론

지난 3년간(2016~2018) 소비자위해감시시스템(CISS)⁽¹⁾에 만 65세 이상 고령자 안전사고는 평균 5,929건이 접수되고 있으며, 전 연령 안전사고 대비 고령자 안전사고 비율도 매년 8%대를 유지하고 있다. 또한 CISS에 접수된 안전사고를 치료기간별로 분석한 결과, 고령자의 경우 다른 연령대에 비해 1개월 이상의 상해를 입을 확률이 10%p 이상 높아 사고를 당할 경우 더 크게 다칠 수 있어 안전에 더욱 주의가 필요하다.

또한 고령자 안전사고의 발생 장소를 분석한 결과, Fig. 2에서 ‘주택’이 4,210건(66.4%)으로 가장 많았

† Corresponding Author,

© 2020 The Korean Society of Mechanical Engineers

고, ‘숙박 및 음식점’ 441건(7.0%) 등의 순으로 나타났다. 이어서 ‘주택’에서 발생한 안전사고의 경우, ‘침실·방’이 1,271건(20.1%)으로 가장 많았고, ‘화장실·욕실’ 859건(13.6%), ‘거실’ 786건(12.4%) 등의 순으로 나타났다. 이렇게 2016년부터 2019년 9월까지 매년 ‘주택’에서 발생한 안전사고만 60%이상으로 상당 부분을 차지한다. 또한 사고 유형별로 분석하면 미끄러지거나 넘어지는 등의 ‘물리적 충격’이 4,315건(68.9%)으로 가장 많았다. 특히 미끄러지거나 넘어짐, 추락 등의 낙상사고는 매년 전체 건수의 절반가량을 차지하여 고령자 낙상사고에 대해 각별한 주의가 필요하다.

Table. 1 Status of treatment period for safety accidents by age group (2016~2018)

단위 : 건, %

구분		2016년		2017년		2018년		합계	
		건수	비율	건수	비율	건수	비율	건수	비율
65세 미만	1개월 미만	3,385	99.1	4,428	99.6	1,467	99.2	9,280	99.4
	1개월 이상	25	0.7	12	0.3	2	0.1	39	0.4
	사망	6	0.2	5	0.1	10	0.7	21	0.2
	합계	3,416	100.0	4,445	100.0	1,479	100.0	9,340	100.0
65세 이상	1개월 미만	182	84.7	126	92.0	58	82.9	366	86.7
	1개월 이상	25	11.6	9	6.6	11	15.7	45	10.7
	사망	8	3.7	2	1.5	1	1.4	11	2.6
	합계	215	100.0	137	100.0	70	100.0	422	100.0

역설적이게도 ‘가장 안전한 공간’인 집 안에서 안전사고가 가장 많이 일어나고 있는 상황에서, 현재 우리나라의 고령 인구가 빠르게 증가하고 있다. 따라서 고령자 안전사고도 급증할 수 있기 때문에 이를 방지하기 위해 고령자의 특성을 반영하고 움직임을 보조해줄 수 있는 장치가 필요하고, 이 장치에 적합하다고 고려된 가정에서 사용할 수 있는 리프팅 চে어를 만들기 위해 본 프로젝트를 시작하게 되었다.

2. 연구방법

본 연구에서는 리프팅 চে어를 설계하였다. 설계에 있어 기존의 리프팅 চে어들의 분석을 통해 새로운 Needs를 도출, 분석하여 설계에 반영하였고 통계청의 인체치수조사를 참고하여 구체적 치수를 정하였다. 이어서 실제 모델의 2:1 비율로 프로토타입을 제작하고 제작 중 발생하는 문제를 해결하며 이를 설계에 반영하는 방법으로 최종 설계를 마무리하였다.

2.1 연구절차



Fig. 1 Design Process of Study

2.1 기존 제품 조사



Fig. 2 Design of Lifting Chair in the Marketplace

기존의 리프팅 চে어는 크게 두 가지가 있음을 알 수 있었다. 사용자가 의자에 앉은 상태에서 완전 기립을 보조하는 형태와 완전 기립을 위해서는 보조자의 도움이 필요하지만 바닥에 앉은 상태에서도 사용할 수 있는 제품이다. 두 제품 모두 바닥에 앉은 좌식 문화가 발달한 우리나라에서 사용하기에는 부족한 점이 있음을 알 수 있었다. 그래서 본 연구에서는 두 형태의 장점을 결합해 바닥에 앉은 상태에서도 사용자 스스로 올라타 완전 기립을 할 수 있도록 설계 목표를 정하였다.

2.2 Needs 분석 및 설계목표 설정

본 프로젝트에서 설계한 리프팅 চে어는 주로 고령층이 실내에서 외부 도움 없이 스스로 사용하게 될 것이다. 따라서 먼저 고령층의 신체적 특성을 조사하였다. 특정인의 치수를 반영할 수는 없으므로 통계청의 자료에 따른 평균값을 반영하였다.

2.2.1 고령자의 신체적 특성에 따른 설계

120개 부위의 통계량(남자)

통계설명자료

출처 : 산업통상자원부, 『한국인인체』

자료경신일: 2018-04-30 / 수록기간: 5년 1997 ~ 2015 / 자료문의처 : 043-870-5396

일괄설정 +	항목[1/1]	부위별[1/185]	연령별[3/40]	통계량별[13/18]	시점[3/4]
단위 : mm					
부위별(1)	연령별(1)	통계량별(1)	통계량별(2)	2015	2010
몸무게	60~69세	측정수 (명)	소계	143.0	279
		평균	소계	69.0	67
		백분위수	최소값	-	42.9
			1%	-	47.2
			5%	-	52.5
			10%	-	55.5
			25%	-	61.3
			50%	-	67.1
			75%	-	71.8
			90%	-	76.0
			95%	-	79
			99%	-	88.2
			최대값	-	95.5

Fig. 2 Weight distribution by men over 60 years old

부위별(1)	연령별(1)	통계량별(1)	통계량별(2)	2015	2010	2004
앞은 엉덩이너비	60~69세	측정수(명)	소계	230	420	386
		평균	소계	349	359	340
		표준편차	소계	23.5	23.0	20.3
		백분위수	최소값	-	293	-
			1%	-	312	294
			5%	-	326	307
			10%	-	331	314
			25%	-	344	327
			50%	-	358	340
			75%	-	373	352
			90%	-	387	365
			95%	-	404	372
			99%	-	428	395
		최대값	-	447	-	

Fig. 3 Hip width by female over 60 years old

위의 두 자료는 5년에 걸쳐 조사한 통계청⁽²⁾에 따른 60세 이상의 남성의 몸무게 분포와 60세 이상 여성의 앉은 엉덩이 너비 분포이다. 몸무게는 더 무거운 쪽에, 앉은 엉덩이 너비는 더 넓은 쪽에 제품을 맞추어야 하므로 그렇지 않은 성별의 표는 제외하였다. 두 자료에 의하면 남성의 연도별 최대 평균 몸무게는 69kg, 여성의 연도별 최대 평균 앉은 엉덩이 너비는 359mm이므로 남성의 몸무게 치수를 반영하여 70kg의 하중을 들어 올릴 수 있도록, 여성의 앉은 엉덩이 너비 치수를 반영하여 의자 너비를 설계하였다.

같은 방법으로 60세 이상의 남성, 여성별로 무릎 높이와 넓적다리 길이를 통계청의 자료를 통해 분석하였다. 통계청의 자료에 의하면 남성의 연도별 최대 평균 무릎 높이는 42.6cm, 여성은 39.3cm이다. 무릎 높이는 의자의 수직 상승 높이를 고려하기 위해 조사하였는데, 의자가 무릎 높이보다 높게 올라갈 수 있도록 치수를 반영하여 설계하였다. 그리고 의자의 길이를 정하기 위해 넓적다리 길이를 분석한 결과 남성의 연도별 최대 평균 넓적다리 직선길이⁽³⁾는 27.6cm, 여성은 25.9cm이다. 따라서 이 치수를 반영하여 의자의 길이를 설계하였다.

2.2.2 사용 환경에 따른 설계

제품의 크기, 필요한 기능 등을 사용자와 사용처를 반영하여 설계하였다. 이동 속도는 시중에 나와 있는 야외 사용 전동휠체어의 최고 속도가 12km/h인 것을 참고하여 본 연구의 목표는 가정(실내)용임을 고려하여 12km/h의 반 정도의 5.4km/h를 최고속도로 설계하였다. 실내에서의 이동은 방 문을 자유롭게 드나들 수 있어야 하므로 리프팅 체어의 총 너비는 우리나라의 가정에서 사용되는 문의 규격인 90cm * 210cm을 반영하여 문보다 작게 너비와 높이를 갖도록 설계하였다. 또한 보조자의 도움을 최소화 해 사용자 단독으로 사용할 수 있는 장치이므로 리프팅 체어에 올라와 앉을 수 있는 높이를 최소한(사용자 단독으로 의자에 올라갈 수 있도록, 약 15cm으로 설계하였다. 이어서, 실내의 좁은 반경을 고려하여 제자리에서 회전할 수 있도록 설계하였다.

2.3 하드웨어 설계

앞서 고려한 노약자의 신체 특성과 기존의 리프팅 체어의 모습⁽⁴⁾을 참고하여 하드웨어 설계를 진행하였다. 좌식 문화에 알맞고 보조자의 도움을 최소화한 상태로 완전 기립을 보조하기 위해서는 의자의 상승부와 무게중심을 옮겨 완전 기립을 돕는 틸팅(Tilting), 두 부분으로 나누어 설계하였다.

2.3.1 수직 상승

앞선 통계청 자료에서 남성의 무릎 높이와 여성의 무릎 높이를 고려하여 수직 상승했을 때의 지면부

터 의자면까지의 높이는 50cm으로 결정하였다. 전동 실린더를 이용하여 상승을 하고, 후술할 틸팅 메커니즘을 위해 의자를 직접 들어올리는 것이 아니라 의자 하단부에 L자 형태의 프레임을 부착하여 L자 프레임을 들어올리도록 설계하였다.

2.3.2 틸팅(Tilting)

해당 부분은 인체의 무게중심이 앉아 있을 때 의자 중심에서 기립하며 최종적으로는 무게 중심이 발바닥과 수직 선상으로 이동하는 과정을 돕기 위한 설계 부분이다. L자 프레임의 끝부분과 의자 앞부분을 회전운동이 가능하도록 체결한 후, 전동 실린더를 의자 밑부분의 중앙과 L자 프레임의 끝과 연결하여 전동 실린더가 연장함에 따라 엉덩받이가 수평면과 약 40도의 각도를 이루며 상승해 사용자의 무게 중심을 자연스럽게 앞으로 옮길 수 있도록 설계하였다.

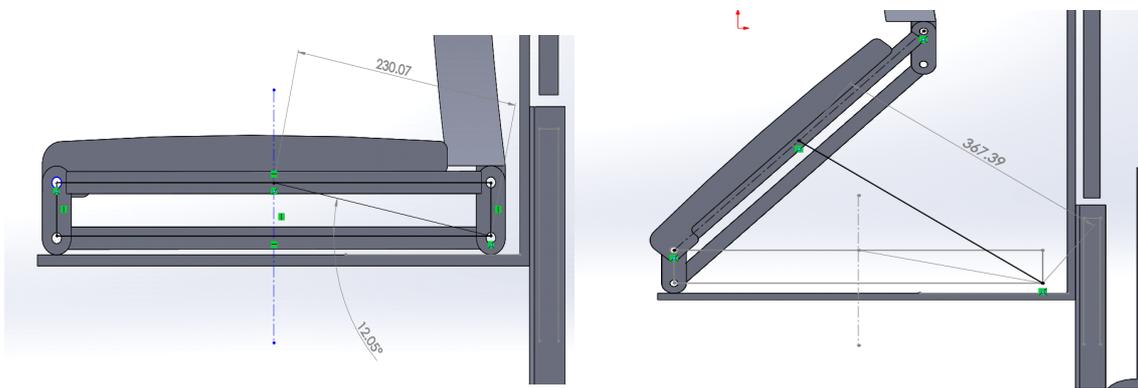


Fig. 4 Modeling of the Tilting Mechanism

2.3.3 부품 선정

전동실린더(기립용, 수직 상승용) : 수직 상승을 위한 전동실린더는 탑승자의 무게를 반영하였다. 목표 하중 70kg을 고려하여 의자에 가해지는 하중을 700N으로, 더해서 의자의 무게와 안전율을 고려하여 1500N의 힘을 가할 수 있어야 한다. 또한 지면과의 거리, 즉 수직 상승 높이가 50cm를 만족해야 하기 때문에 행정거리가 500mm이상을 충족시켜야 한다. 이를 고려하여 최종적으로 600mm의 행정거리를 갖고 1500N의 힘을 가할 수 있는 전동실린더를 선정하였다.

전동실린더(틸팅용) : 기립용 전동실린더와 마찬가지로 조건을 가지고 있지만 틸팅용 전동실린더는 의자를 올리면서 동시에 앞으로 미는 역할도 해야 하기 때문에 각도가 기울어져 있으므로 이를 고려해야 한다. 또한 의자의 길이를 고려하여 전동실린더를 위치시키고 하중을 계산하면 최대 3700N의 하중이 발생한다. 그리고 모델링을 시뮬레이션 해본 결과 행정거리가 13.7cm정도 필요하였다. 따라서 이를 반영하여 최종적으로 150mm의 행정거리를 갖고 4000N의 힘을 가할 수 있는 전동실린더를 선정하였다.

프레임 : 프레임의 경우 의자 엉덩받이 부분을 받치고, 등받이 부분을 감싸며 각종 부품들을 위치시킬 수 있게 하였다. 또한 위의 Needs에 맞게 길이와 높이를 반영하여 15kg 내외가 될 수 있게 설계하였다. 또한 재료는 각종용재에 쓰이는 알루미늄으로 선정하였다.

모터 : 모터의 경우 목표 최고속도와 리프팅 제어의 무게를 고려하였다. 따라서 최종적으로 최고속도 1.5m/s, 부품포함 전체 리프팅 제어의 질량 30kg을 반영하여 출력 300W의 모터를 선정하였다. 계산과정은 해당 참고문헌⁵⁾을 참고하여 계산하였다. 또한 제자리에서 회전이 가능하여야 하므로 바퀴 양쪽에 각각 모터를 선정하였다.

모터 드라이버: 모터 드라이버의 경우 모터와 전동실린더 각 부품의 스펙을 반영하여 호환될 수 있도록 선정하였다.

가이드레일 : 의자부를 수직 상승시키고 틸팅시킬 때 줄일 수 있는 힘은 줄여야 한다. 따라서 프레임

과 의자부의 마찰력을 없애주기 위해 가이드레일 블록, 레일을 선정하였다.

2.3.4 제어부 설계

본 프로젝트의 제어부 순서도는 Fig. 5와 같다. 스마트 폰 어플리케이션은 AppInventor를 이용하여 제작하였다. 스마트 폰을 통해 아두이노 메가와 연결된 블루투스 모듈로 동작 데이터를 전송하면 아두이노 메가에서 블루투스 시리얼 통신으로 받은 값과 하위 단계(아두이노 우노 또는 모터드라이버)로 전송하는 시리얼 통신 값이 일치하는지 확인하게 된다. 만일 이 두 값이 서로 일치하지 않을 경우 어플리케이션 상에는 블루투스 연결이 잘못되었다는 알림이 뜨게 된다. 문제가 없다면 아두이노 메가를 통해 전동 실린더를 제어하고, 아두이노 메가와 우노의 시리얼 통신으로 아두이노 우노가 데이터를 받아 바퀴의 모터를 제어하게 된다.

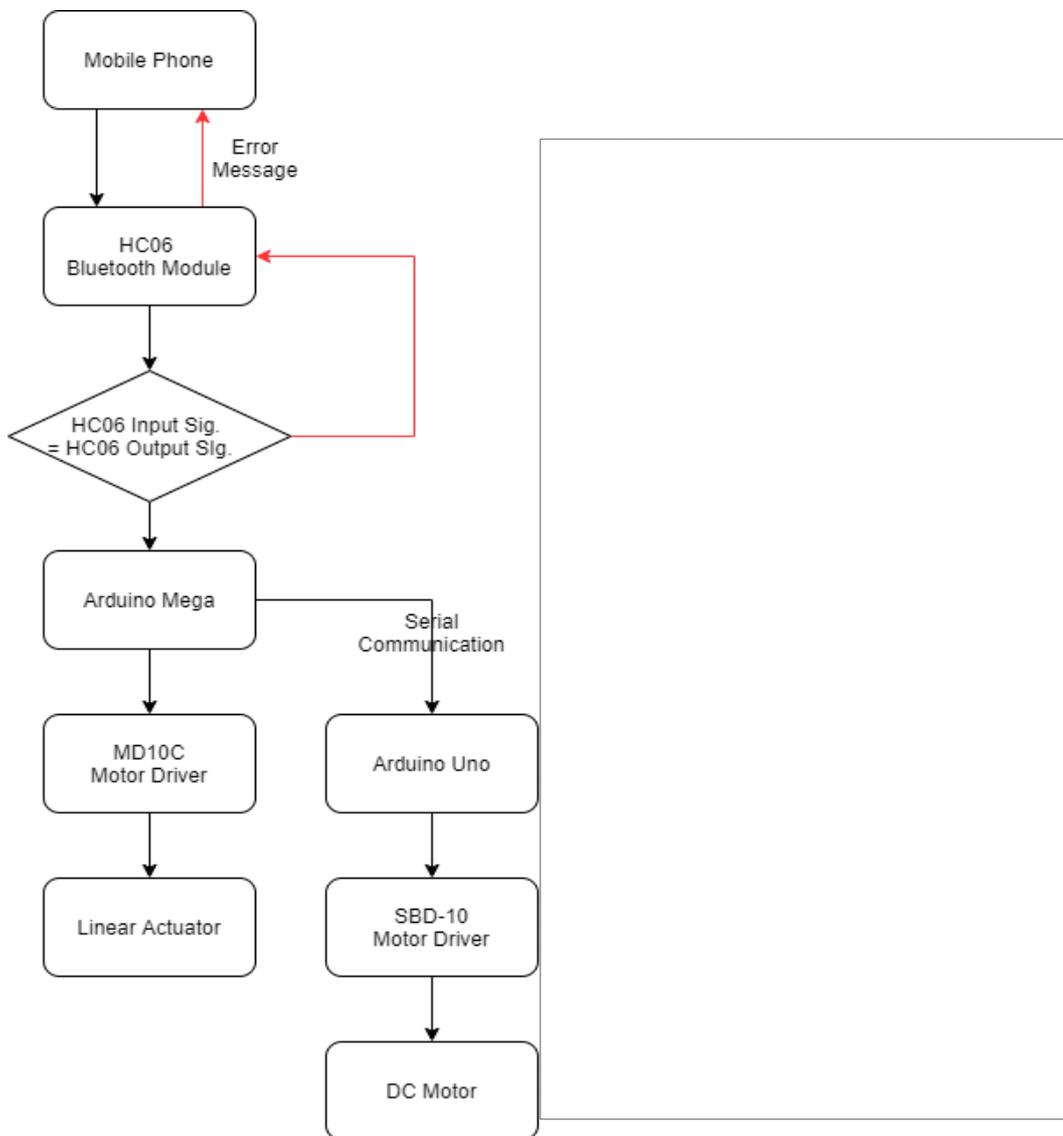


Fig. 5 Flowchart Diagram

Fig. 6 Application Screenshot

2.4 모형 제작

설계한 내용을 통해 2:1의 크기로 소형화된 모델을 제작하였다. 실제 모델의 치수를 반영하여 동일한

종류의 부품을 선정하였으며 따라서 동작 메커니즘을 보여주기에 문제가 없다. 해당 모델을 제작한 작업장의 용접기로는 알루미늄 용접이 불가능하여 초기 설계목표와는 달리 프레임을 철 각관으로 제작하게 되었다. 모형을 통해 검증하던 중 틸팅 동작으로 인해 무게중심이 앞으로 쏠려 기체가 기울어질 위험이 발견되었고 부품을 뒤쪽으로 위치함과 동시에 뒷부분의 무게를 증량시켜 이 문제를 해결하였다.



Fig 7. Miniature Model



Fig. 8 Mechanism of Miniature Model

3. 연구 결과

본 연구로 도출된 리프팅 체어의 최종 디자인은 아래의 Fig. 9와 같다. 설계 단계에서 목표한 대로 집안의 방문을 잘 통과할 수 있도록 폭을 약 66cm으로 설계하였고 최저 높이 16cm에서 최고 높이 89cm 까지 노약자가 바닥에서 완전 기립까지의 과정에 도움이 되도록 설계하였다. 또한 리프팅 체어를 사용자의 위치로 이동하는 방법은 스마트 폰 어플리케이션을 이용하여 간편하게 조종하여 필요한 장소까지 위치할 수 있게 하였다.

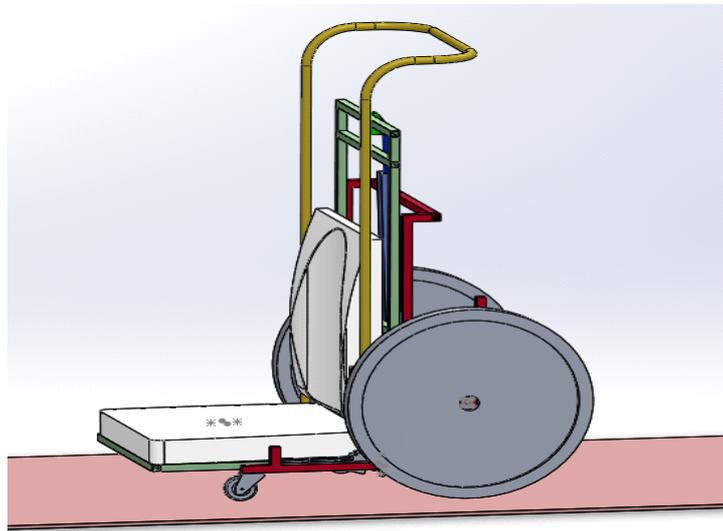


Fig. 9 Modeling of final design

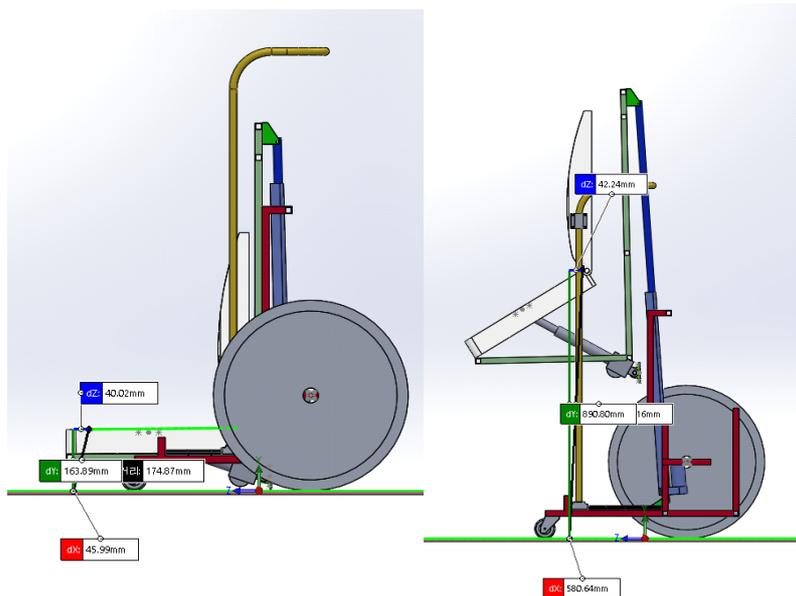


Fig. 10 Mechanism of final design

4. 결론

우리나라는 급격한 고령화로 고령층의 안전한 일상생활을 보조할 수 있는 제품들의 수요가 늘어나고 있다. 고령화로 인해 보조자의 도움 없이는 홀로 일어설 수조차 없는 사람들도 늘어나고 있는 실정이다.

다. 따라서 본 연구에서는 완전 기립하게 할 수 있는 기능을 갖춘 실내이동장치의 디자인에 대한 연구를 진행하였다. 우리는 보조자의 도움 없이는 홀로 일어서기 힘든 고령층을 대상으로 연구를 진행하였고 본 제품과 관련된 고령자의 인체특성과 치수, 사용될 장소 등을 고려하여 제품을 전체적으로 설계하였다. 향후 연구로는 실제 제품의 사용성 평가와 개선 등에 대한 연구가 수행 될 계획이다.

참고문헌

- (1) CISS, 2019, “2019년 고령자 안전사고 동향분석”, < 3 >
- (2) 통계청, 2020, “한국인 신체 치수”,
<http://kosis.kr/statisticsList/statisticsListIndex.do?menuId=M_01_01&vwcd=MT_ZTITLE&parmTabId=M_01_01#SelectStatsBoxDiv>
- (3) Jong Hyun Kim, Jae Soo Hong, Keyoung Jin Chun, Kwang Tae Jung, 2009. *The Development of Lift Chair for Older Adults' Safety*, Journal of the ergonomics society of Korea, 28(4), < 163 >
- (4) Jong Hyun Kim, Keyoung Jin Chun, Jae Soo Hong, 2010. *A design study for elderly people on Electric mobile and Lifting-chair for Indoor*, Proceedings of the ESK Conference, < 274 >
- (5) Jo, Jang Hyen, 2010. *A Study on Designing and Making Power Lifting Wheelchair*, Jou. of Korean Soc. of Mechanical Technology, Vol. 12(3), < 2, 3 >