

대한기계학회 주최

제10회 전국학생설계경진대회(2020년)

설계 최종 보고서

참가부	고등부 ()				
참가분야	공모주제 () / 자유주제 ()				
참가팀명	melb				
설계제목	컨비니언트 카트				
지도교수/교사	(소속) 김포제일고등학교 (성명) 전홍준 (이메일) enelly@korea.kr				
대표자 (신청인)	성명	소속	연락처 (휴대폰)	E-mail	주소
	심주영	김포제일고등학교			

참가팀원 인적사항

NO	성명	소속 / 학년	E-MAIL
1	심주영	김포제일고등학교 / 2학년	abcdefg5384@naver.com
2	이예준	김포제일고등학교 / 2학년	yeahjoon247@naver.com
3			
4			
5			
6			

설계 요약문

참가분야	공모주제 (○) / 자유주제 ()
참가팀명	melb
설계제목	컨비니언트 카트
대표자명	심주영
요약문	평소에 마트에 갔을 때 노인들이 혼자 장을 보는 것을 힘겨워하는 장면을 자주 보았다. 그리고 그 장면을 볼 때마다 나이가 들면서 자연스럽게 관절, 근육 등의 신체적 기능이 저하되는 노인들이 장을 보면서 카트에 담은 물건들을 계산대 위에 올려놓는데 행하여지는, 허리를 굽혀 카트 안의 물건을 잡고 그 물건을 본인의 힘으로 계산대 위에 올리는 등의 동작들이 노인들에게는 큰 부담이 될 수 있을 것이라 생각하였다. 우리는 이 같은 생각을 통해 장을 볼 때 발생하는 여러 상황들 중 카트에 담은 물건을 계산대 위에 올려놓는 상황에서 노인이 느낄 수 있는 신체적 부담을 줄이기 위해 이 장치를 설계하였다. 이 장치는 노인이 장을 보고 계산대 위에 물건을 올려놓는 과정에서 노인이 느낄 신체적 부담을 거의 '제로'로 만들어준다. 구매할 물건 선택을 끝낸 사용자가 계산대에 도착한 후 카트 손잡이의 버튼을 조작하면 카트는 웜과 웜 기어를 통해 카트 다리 안에 위치한 보조 다리가 밑으로 나오게 함으로써 카트 외벽의 밑면이 계산대의 높이와 같아지도록 카트의 높이를 조정한다. 카트의 상승이 완료되고 사용자는 다른 버튼을 조작하면 카트 외벽 밑면에 설치된 롤러가 반시계 방향으로 회전을 시작하고 물건이 담겨 있는 카트 바스켓이 앞으로 진행하게 된다. 이 과정에서 바스켓의 앞으로 가는 힘을 통해 카트 외벽의 밑면과 연결된 카트 외벽의 앞면이 밑면과 수평하게, 계산대 위로 펼쳐진다. 이후 카트 바스켓은 롤러의 힘으로 계속 앞으로 진행하여 카트에서 계산대 위로 이동하게 된다.

1. 설계의 필요성 및 목적

통계청에 따르면 2010년 3.8%였던 독거노인의 비율이 해가 거듭될수록 계속 증가하고 있다. 이와 같은 상황에서 독거노인들은 생활에 필요한 물건들을 스스로 구매해야하는 상황에 처하게 된다. 요즘에는 홈쇼핑, 인터넷 쇼핑 등 집에서 물건을 구매할 수 있는 다양한 방법들이 있지만 노인들이 인터넷뱅킹뿐만 아니라 전반적인 인터넷 사용이 능숙하지 못하다는 점을 고려하면 직접 마트에 가서 물건을 구매해야하는 것이 불가피하다.

하지만 노인들의 신체 능력은 나이가 들어가면서 자연스럽게 저하된다. 대표적으로는 근육과 관절 관련 신체 능력 저하가 나타난다. 자세히 말하자면 노인들은 근감소증으로 인해 60대 이상이 되면 원래 가지고 있던 근육의 30% 가량이 손실되고 80대 이상이 되면 50% 가량의 근육이 손실된다. 또, 55세 이상의 사람들 중 80% 이상이 겪는 퇴행성관절염으로 인해 관절 사용에도 어려움을 겪게 된다. 이와 같은 신체적 기능 저하가 노인들이 장을 볼 때 큰 부담을 줄 수 있을 것이라 생각하였고 그 부담을 줄여 노인들이 장을 볼 때 불편함을 느끼지 않게 하기 위해 이 장치를 설계하였다.

2. 설계 핵심 내용

(1) 설계 문제의 정의

노인들이 카트에 담겨있는 물건을 계산대 위에 올릴 때 신체적 부담을 느낄 수 있는 대표적인 두 가지의 행동은 카트 안의 물건을 잡기 위해 허리를 구부리는 것과 물건을 들어 계산대 위에 올려놓는 것이다. 노인들의 신체적 부담을 덜고자 하는 설계의 목적에 부합하게 카트 자체의 높이를 올림으로써 허리를 굽힐 상황을 없앴고 물건이 담긴 바스켓이 카트의 롤러를 통해 계산대로 이동하게 함으로써 사용자가 자신의 힘을 사용하지 않아도 물건을 계산대에 올릴 수 있게 카트를 설계하였다.

(2) 설계의 독창성 및 접근 방법

1) 설계 방법 및 배경

평소에 홈플러스, 이마트 등의 근처 대형마트에 다니면서 혼자 물건을 구매하고 계시는 노인을 목격한 경험이 적지 않다. 그런데 위와 같은 경험을 할 때마다 노인들이 계산대에 물건을 올려놓는 것을 버거워하는 장면을 목격하였다. 그럴 때마다 대수롭지 않게 여기고 넘겼는데 올해 초 마트에 갔을 때 대부분의 유인 계산대가 비어있고 다수의 무인 계산대가 운영되고 있는 장면을 보게 되었다. 계산대가 모두 무인 계산대로 대체된다면 노인들이 아무런 도움없이 혼자서 장을 보는데 무리가 없을가에 대한 의문이 생겼다. 그리고 만약 위의 상황이 실제로 일어난다면 노인들이 장을 보는데 느낄 신체적 부담이 필연적으로 커질 것이라고 생각하였다. 이후 이를 해결하기 위한 장치에 대해 생각해 보았고 사용자가 힘을 들이지 않고 카트 안의 물건을 계산대 위로 올릴 수 있게 해주는 카트를 고안하게 되었다.

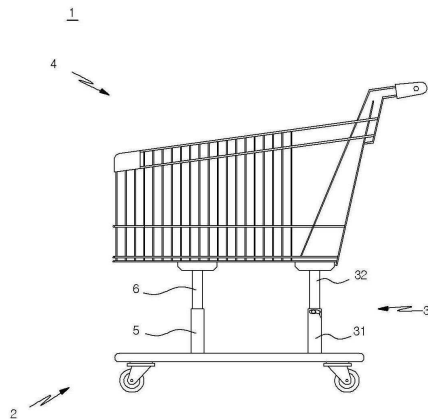
우리는 노인들을 포함한 보통의 사용자들이 카트에서 물건을 꺼내 계산대 위에 올려놓을 때 하는 행동들에 대해 생각해 보았다. 우선 사용자는 카트를 계산대 근처에 위치시킨다. 그리고 허리를 굽혀 카트 안에 담긴, 구매하고자 하는 물건을 집어 계산대 위에 올려놓는다. 우리는 이 과정을 설계하고자 하는 카트가 대신하도록 하여 노인들의 신체적 부담을 줄이고자 한다. 사용자가 허리를 굽혀 물건을 꺼내는 행위 대신 카트의 높이가 상승하여 계산대의 높이와 같게 되도록 만든다. 또, 물건을 들어 계산대 위에 올리는 행위는 카트 바스켓이 물건을 담은 채 계산대 위에 그대로 올라가는 방식으로 대체한다.

2) 설계의 독창성



위의 두 카트는 마트에 가면 쉽게 볼 수 있는 시중의 쇼핑 카트이다.

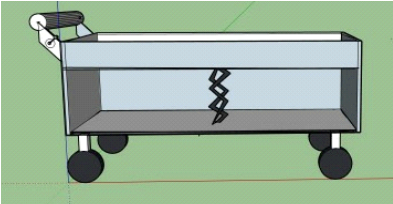
우리가 설계한 카트는 위의 카트와 비교해 다양한 장점을 가진다. 우선, 기존의 카트들은 일반적인 사람들을 위해 만들어져 노인들이 물건을 계산하는데 있어 부담을 느끼는 근본적인 문제인 신체적 부담을 해결해주지 못한다. 하지만 우리가 설계한 카트는 카트의 높이를 올리고 바스켓을 계산대에 올리는 등의 독자적인 방식을 통해 계산 시 노인들의 신체적 부담을 대폭 줄일 수 있다. 둘째로, 인체공학적 설계이다. 기존의 카트는 손잡이가 가로로 만들어져 있어 오랜 시간 카트를 구동하거나 무거운 물건을 담았을 때 사용자의 손목에 쉽게 무리가 올 수 있다. 하지만 우리가 설계한 카트는 가운데가 위로 솟은 산 모양을 띄고 있어 손목에 부담 없이 장시간 구동할 수 있다.



특허 출원번호 : 2020090001226

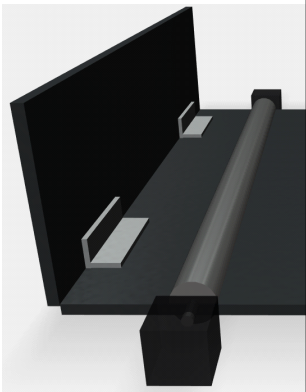
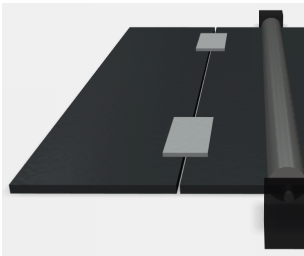
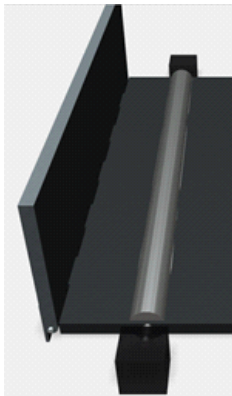
위 카트는 이미 특허가 등록되어 있는 높이 조절 카트이다. 이 카트는 다리 부분을 내려 여성과 어린이들이 쉽게 카트를 조작할 수 있도록 하는 카트이다. 우선, 이 점에서 우리의 카트는 위의 카트보다 장점을 가진다. 위의 카트는 카트의 높이를 내려 허리를 덜 굽히게 해줄 뿐 신체를 사용해야하는 문제를 해결하지 못한다. 하지만 우리의 카트는 높이를 계산대만큼 올리고 물건이 담겨있는 카트 바스켓을 밀어 계산대에 올림으로써 신체적 부담을 거의 없애준다.

3) 설계의 제약조건 및 문제 해결 방법

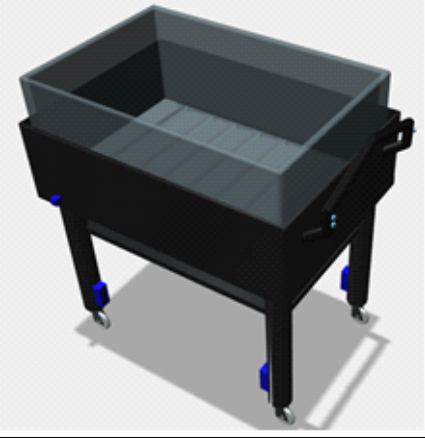
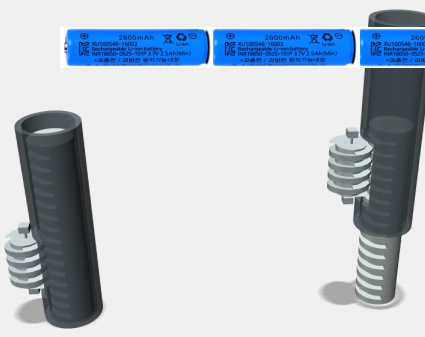
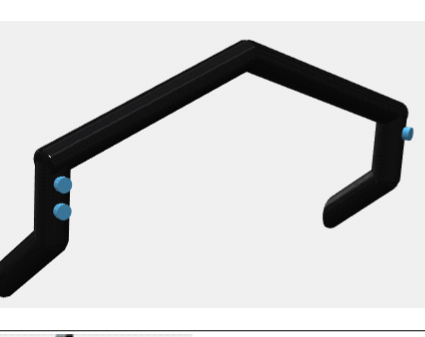
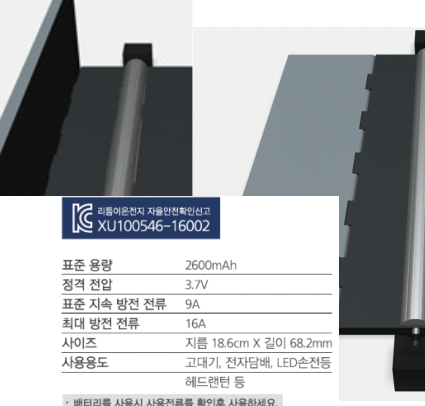


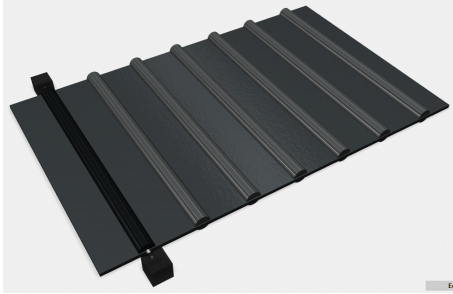
우리의 첫 설계는 다음 사진과 같이 카트의 밑면에 위치한 판이 계산대 높이까지 올라온 다음 그 판에 있는 물건들을 손으로 밀어 계산대 위에 올려놓는 방식이었다. 하지만 카트에 물건을 많이 담은 상태에서 판을 올리면 물건들이 카트 밖으로 떨어져 나갈 수 있다는 우려가 있고 물건들을 손으로 밀어 계산대 위로 올린다는 점에서 신체적 부담을 최대한 줄이고자 하는 우리의 설계 목적과 맞지 않다고 생각이 들었다. 그래서 카트 전체의 높이를 올리고 카트 바스켓이 계산대 위로 올라가는 지금의 방식으로 변경하게 되었다.

카트 작동 방식을 변경한 후 우리가 생각한 작동 과정에 대해 생각해 보았을 때 문제점이 드러났다. 설명하자면 카트의 외벽 앞면과 밑면은 경첩으로 연결되어 있다. 바스켓이 앞으로 나아가면, 카트 외벽의 옆면들과 앞면에 부착되어 있음으로써 앞면을 고정해주는 자석이 떨어져 카트 외벽 앞면이 밑면과 수평하게 펼쳐지는 과정이 있다. 이 과정에서 경첩 때문에 카트 바스켓이 앞으로 나아가는데 방해가 되지 않을까라는 생각을 하게 되었고 경첩을 사용하지 않는 방식으로 변경하였다.

기존 설계		변경된 설계	
작동 전	작동 후	작동 전	작동 후
			

(3) 설계 내용

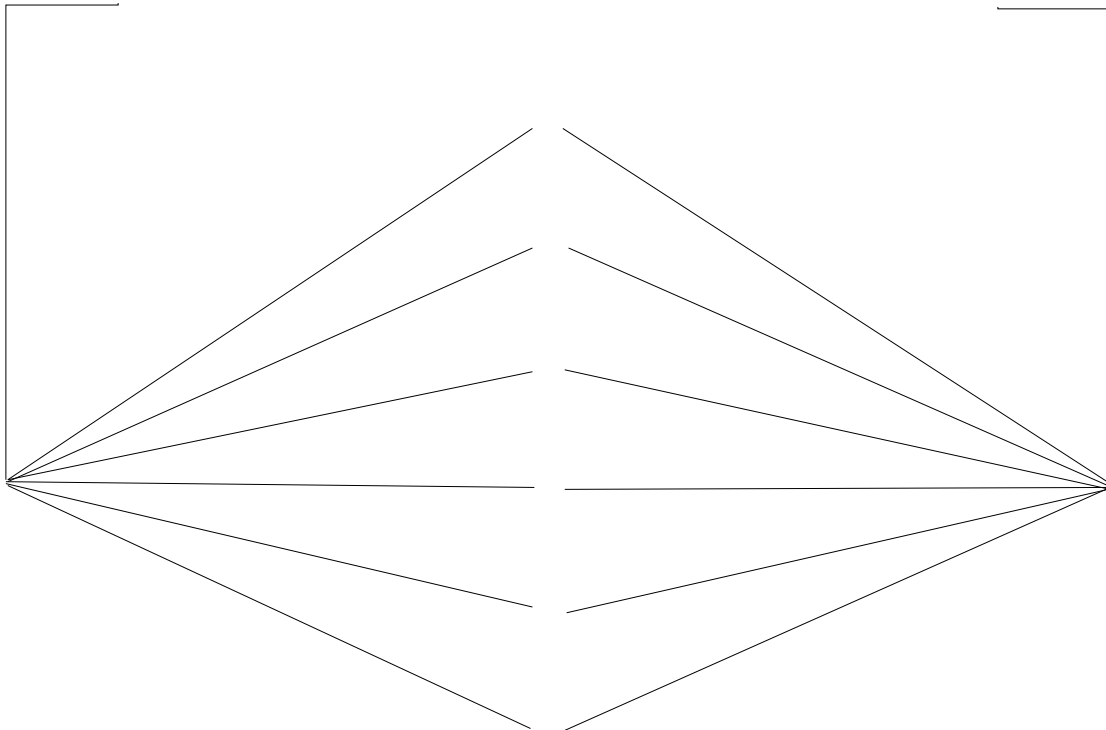
설계 모양	설명														
	아무 동작도 하지 않은 카트의 기본 모습이다. 물건을 담는 카트 바스켓의 높이가 카트 외벽보다 높은 것이 특이점이다.														
	왼쪽이 기본 형태이고 모터를 사용하여 기본다리 왼쪽에 위치한 웜기어를 돌리면 웜의 형태인 보조다리가 밀로 나와 카트가 위로 상승하게 된다,														
	카트의 손잡이로 유모차에 많이 차용되는 인체공학적인 형태로 만들어 사용자의 손목에 가해질 수 있는 부담을 줄일 수 있다. 손잡이 왼쪽의 두 개의 버튼은 카트의 높낮이를 조절하는 기능을 하고 오른쪽의 버튼은 카트 밑면의 롤러를 작동시켜 바스켓이 앞으로 나아갈 수 있게 한다.														
 리튬이온전지 자율안전확인신고 XU100546-16002 <table border="1"> <tr><td>표준 용량</td><td>2600mAh</td></tr> <tr><td>정격 전압</td><td>3.7V</td></tr> <tr><td>표준 지속 방전 전류</td><td>9A</td></tr> <tr><td>최대 방전 전류</td><td>16A</td></tr> <tr><td>사이즈</td><td>지름 18.6cm X 길이 68.2mm</td></tr> <tr><td>사용용도</td><td>고대기, 전자담배, LED손전등</td></tr> <tr><td></td><td>헤드랜턴 등</td></tr> </table> · 배터리를 사용시 사용전류를 확인후 사용하세요.	표준 용량	2600mAh	정격 전압	3.7V	표준 지속 방전 전류	9A	최대 방전 전류	16A	사이즈	지름 18.6cm X 길이 68.2mm	사용용도	고대기, 전자담배, LED손전등		헤드랜턴 등	카드 외벽 앞면과 밑면을 연결하는 힌지 부분의 작동 전 후 모습이다 바스켓이 앞면을 밀고 나오면 앞면과 밑면을 연결해주는 축을 중심으로 앞면이 밑으로 젖혀지고 왼쪽 사진에서 볼 수 있다시피 앞면 아래쪽으로 튀어나와 있는 장치로 인해 밑면과 수평으로만 젖혀진다.
표준 용량	2600mAh														
정격 전압	3.7V														
표준 지속 방전 전류	9A														
최대 방전 전류	16A														
사이즈	지름 18.6cm X 길이 68.2mm														
사용용도	고대기, 전자담배, LED손전등														
	헤드랜턴 등														



카트 외벽의 밑면으로 카트 바스켓을 앞으로 밀어줄 롤러와 모터가 위치한다.
모터는 가장 앞 롤러에만 연결되어 효율적으로 동작한다.

가장 앞 롤러는 모터의 힘을 최대한 전달하고 카트 바스켓이 양쪽으로 움직이지 않게 마찰력이 큰 고무 재질로 덮여있고 나머지 롤러들은 마찰력을 줄이기 위해 알루미늄과 같은 마찰이 작은 재질로 이루어져있다.

3.7V 충전지 6개를 직렬 연결하여 DC모터 6개를 구동할 충분한 전압을 만든다



사용 충전지

사용 dc모터

축 : 원형

전압 : 12V

RPM : 12000

최대 토크 : 4.5kg/cm

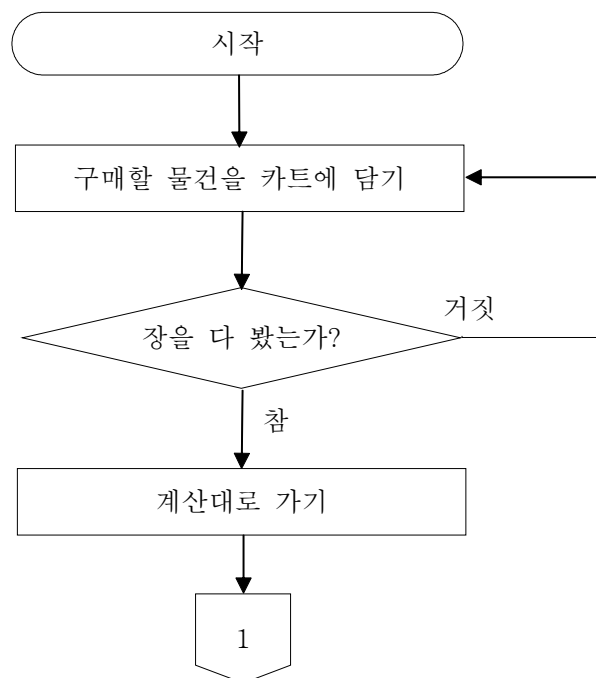
3. 설계 수행 일정

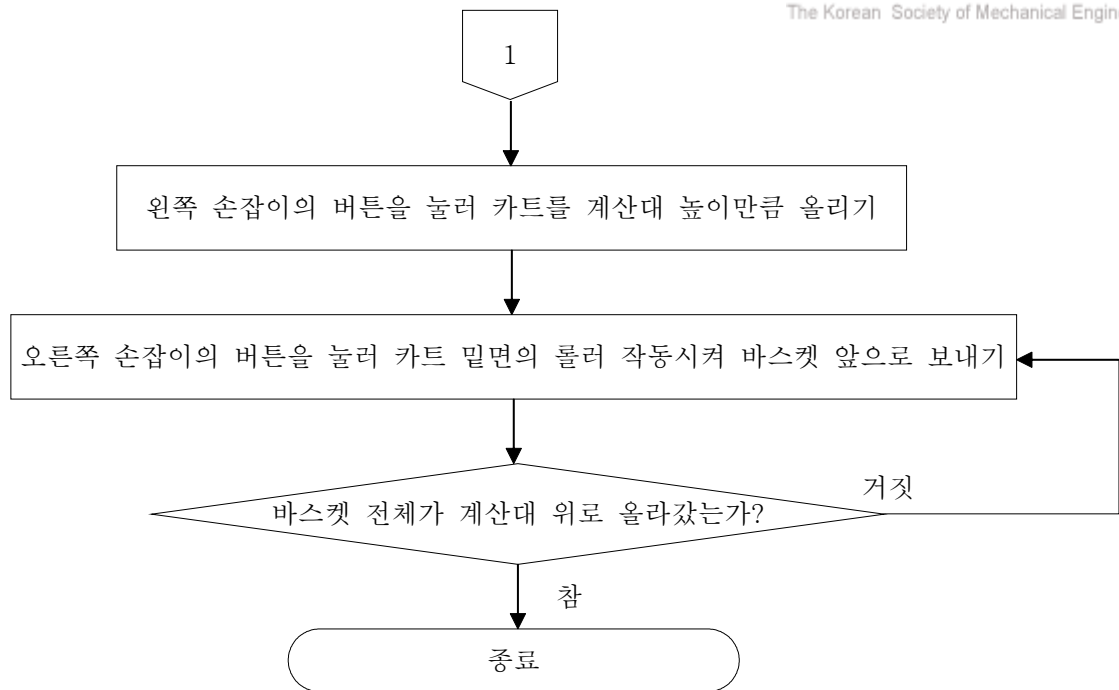
설계 진행 내용	4월	5월	6월	7월	8월	9월
주제 선정 및 설계제안서 작성	■	■				
설계 내용 구상	■	■	■			
설계 내용 수정 및 보완			■	■		
설계 내용 3d 모델링	■	■	■	■	■	
중간 보고서 작성			■	■		
설계 모형 제작					■	■
최종 보고서 작성 및 발표 준비				■	■	■

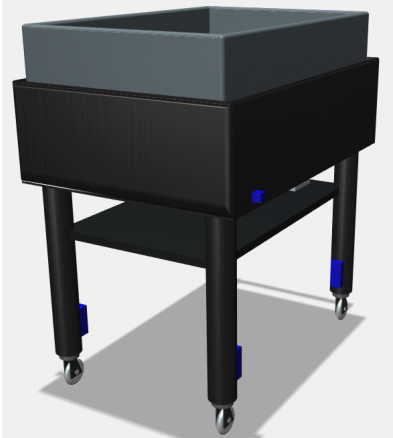
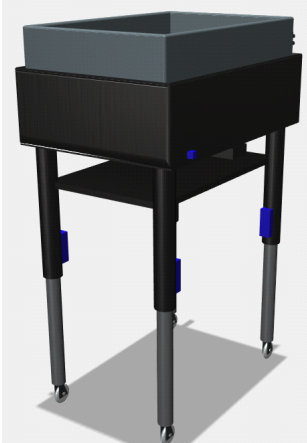
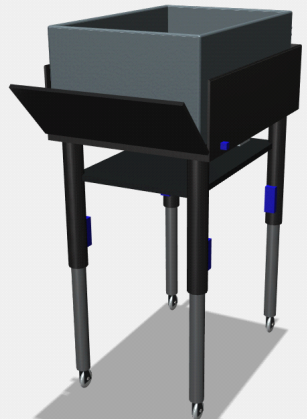
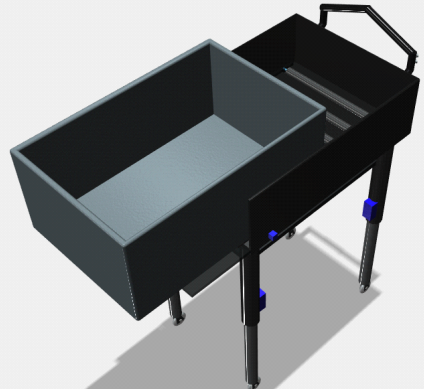
4. 설계 결과물

(1) 최종 결과물 형상 및 작동원리

장치 작동 순서도





0단계		아무 동작하지 않은 카트의 기본 모습 파란 부분은 모터를 표현한 것 카트의 높이를 조절하는데 각 다리 별 4개, 카트의 바스켓을 앞으로 밀기위한 롤러에 사용될 2개, 총 6개의 dc모터를 사용한다. 6개의 모터에 충분한 전압을 제공하여 정상적으로 작동할 수 있게 3.7V짜리 리튬 충전지 6개를 직렬 연결하여 카트에 장착한다.
1단계		카트 손잡이의 왼쪽에 있는 버튼을 눌러 카트를 계산대 높이만큼 상승시킨 것 모터를 통해 웜기어를 회전시키고 그에 따라 보조 다리인 웜이 기본다리 밑으로 나와 카트가 상승한다.
2단계		카트 손잡이의 오른쪽에 있는 버튼을 눌러 카트 외벽 밑면의 롤러를 회전시켜 카트 바스켓을 앞으로 보내고 있는 모습 카트 외벽 앞면과 옆면을 고정시키던 자석의 힘보다 카트 바스켓이 앞으로 나가면서 앞면을 미는 힘이 더 커져서 앞면이 젖혀지게 된다
3단계		카트 바스켓이 더 앞으로 나와 카트 외벽 앞면을 완전히 젖혀 밑면과 수평이 되게 만든다. 카트 바스켓이 카트 외벽 밑면과 수평이 되어 펼쳐진 앞면을 타고 계산대 위로 올라간다.

(2) 최종설계 결과물의 장단점 및 의의

이 장치는 사용자가 선택한 물건을 계산대 위로 올리는 과정에서 사용해야하는 신체적 부담을 거의 없애준다는데 의의가 있다.

카트의 장점으로는 복잡하지 않은 부품들이 사용되어 누구나 쉽게 사용할 수 있고 제작비용이 적다는 것이 있다. 또, 마트에 비치되어 사용되는 장치이므로 사용자 개인이 부담해야할 비용이 없다.

카트의 단점으로는 카트가 굴러가는데 아무런 장치가 없어 카트 구동 측면에서는 기존 카트와 차별성이 뚜렷하지 않다는 것이다. 또, 기존의 카트보다 더 무거운 카트를 구동하는데 조금의 불편함을 겪을 수도 있다.

5. 활용방안 및 기대효과

이 장치를 실제로 홈플러스, 이마트, 롯데마트 등의 대형마트에 비치하여 노인들이 사용할 수 있게끔 한다면 물건을 계산대에 올리는데 느낄 수 있는 신체적 부담을 줄여 노인들이 보다 쉽고 편하게 장을 볼 수 있을 것이다. 또, 노인들뿐만 아니라 허리디스크 환자, 힘이 세지 않은 어린 아이나 여성들도 사용할 수 있어 효율적으로 사용될 수 있다.

<참고문헌>

고령화 사회, '독거노인' 계속 증가한다 : 리서치페이퍼

<https://m.post.naver.com/viewer/postView.nhn?volumeNo=27705427&memberNo=39007078&vType=VERTICAL>

노인 근육 감소 '근감소증' 예방법! : CM병원 관절전문병원

<https://m.post.naver.com/viewer/postView.nhn?volumeNo=17868872&memberNo=1544782&vType=VERTICAL>

[노인성 질환] 55세이상 80%가 퇴행성관절염 : 매일경제

<https://mk.co.kr/news/home/view/2007/01/3503/>