

대한기계학회 주최

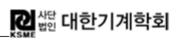
제10회 전국학생설계경진대회(2020년)

설계 최종 보고서

참가부	고등부 (ㅇ)				
참가분야		공모주제 (○) / 자유주제 ()			
참가팀명	마치네(Machine)				
설계제목	관절 통증 방지 의자				
지도교수/교사	(소속) 김포제일고등학교 (성명) 전홍준 (이메일)enelly@korea.kr				
대표자	- 성명 소속 연락처 (휴대폰) E-mail 주소				주소
(신청인)	김윤수	김포제일고등학교			

참가팀원 인적사항

NO	성명	소속 / 학년	E-MAIL
1	김윤수	김포제일고등학교 / 2학년	yunijjang03@gmail.com
2	김민서	김포제일고등학교 / 2학년	goodminseo13@gmail.com
3	김승범	김포제일고등학교 / 2학년	jekromu32@gmail.com
4	우상서	김포제일고등학교 / 2학년	eksek1025@gmail.com
5	지수환	김포제일고등학교 / 2학년	mild4114@gmail.com
6	최명근	김포제일고등학교 / 2학년	cmgjol010@gmail.com



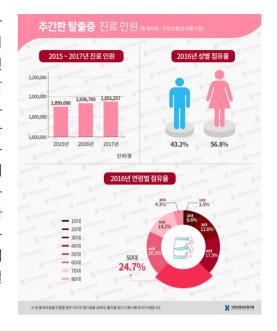
설계 요약문

참가분야	공모주제 (○) / 자유주제 ()
참가팀명	마치네(machine)
설계제목	관절 통증 방지 의자
대표자명	김윤수
요약문	사람들은 일반적으로 의자에 앉을 때, 허리를 의자 안으로 깊숙이 집어넣고 무릎을 굽히며 척추 및 무릎관절을 움직인다. 그러나 이 과정은 허리와 무릎 관절 등 관절에 불편함이 있으신 노인들에게 통증을 유발하는데, 이런 문제를 해결하기 위해 우리 팀은 노인들이 의자에 앉거나 일어서실 때 허리의 통증을 완화하기 위한 관절 통증 방지 의자를 설계했다. 우리 팀은 가스 스프링과 웜과 웜기어, 체인, 모터 등을 이용하여 설계하였고, 크게 관절 두 개로 구분되어 있다. 첫 번째 관절은 가스 스프링과 랙 기어를 이용하여 각도를 조절하고, 두 번째 관절은 첫 번째 관절과 체인을 이용하여 각도 조절을 할 수 있도록설계했다. 또한, 좌판과 밑판의 각도와 등받이와 좌판 각도를 조절이 가능하게 만들어, 노인들이 의자에 통증 없이 앉을 수 있게 했다. 초기 상태의 1차 관절 각도를 최대 70도까지 펼 수 있게 만들어 노인의 체형에 구애받지 않고 의자에 편히 앉을 수 있게 했으며, 의자 중심봉을 달아 의자의 높이를 사용자가조절하여 사용자의 체형에 맞게 사용할 수 있도록 만들었다. 마지막으로 손잡이에 버튼을 달아 관절부를 제어할 수 있게 했다. ***********************************



1. 설계의 필요성 및 목적

건강보험심사평가원(2017년)의 자료에 따르면 요추간판탈출증 (허리 디스크)의 2016년 진료 인원 중 약 40%가 60대 이상의 노인들이고, 대한슬관절협회에 따르면 우리나라 65세 이상의 인구 중에서 퇴행성관절염의 유병률은 40%에 육박한다. 이와 같은 조사를 진행한 결과 우리는 앞서 제시한 질병들로 인하여 노인에게 일상생활 속에서 관절을 사용할 때 통증이 뒤따른다는 것을 알 수 있었다. 이에 일상생활에서 허리와 무릎관절을 사용하는 행위 중 대표적이고, 통증을 유발하기 쉬운 행위는 의자에 앉는 행위라고 판단했다. 판단의 근거는 의자에 앉을 때 허리를 숙이고 무릎을 굽히는 동작들로 인해 허리와 무릎관절에 무리가갈 것이기 때문이다. 따라서 허리와 무릎 관절의 움직임에 통증이 있는 노인들에게 이러한 행위는 큰 고통을 수반하기 때문에우리는 앉고 일어설 때 허리 및 무릎 통증을 완화해주는 관절통증 방지 의자를 설계하기로 결정했다.



2. 설계 핵심 내용

(1) 설계 문제의 정의

의자를 이용할 때 관절에 통증을 느끼는 부분은 크게 허리와 무릎으로 나뉜다. 의자를 이용할 때, 무릎과 허리를 굽히면서 의자에 앉고, 반대의 경우 무릎과 허리를 펴면서 의자로부터 일어나게 된다. 이러한 동작 을 수행할 때 관절에 힘을 가하게 되는데, 이때 요추간판 탈출증(허리 디스크) 또는 퇴행성 관절염을 겪는 사람은 관절에 통증을 느끼게 된다. 따라서 우리는 허리와 무릎의 관절을 사람이 직접 구부리지 않고 의자 가 받쳐주며 자연스럽게 관절이 움직일 수 있도록 하여 허리 및 무릎 통증을 완화해 주는 의자를 설계하 였다.

(2) 설계의 독창성 및 접근 방법

1) 설계 방법 및 배경

관절은 우리 몸의 활동을 가능하게 하는 중요한 부위이다. 관절에 병이 생긴다면 일상생활에 큰 지장이생길 수 있고, 심하면 움직일 수 없기 때문에 매우 불편하고 위험하다. 하지만 50세 이상의 노인들은 요추간판탈출증과 퇴행성 관절염과 같은 관절과 관련된 질환이 많이 발병한다는 것을 조사를 통해 알아냈고, 이를 통해 노인들이 관절의 사용에 큰 어려움을 겪음을 알 수 있었다. 우리는 일상생활 속에서 관절을 쓰게 되는 다양한 상황들을 생각해보았고, 의자에 앉고 일어서는 것이 일상에서 매우 많이 행해지며, 의자를 사용할 때 무릎관절을 굽히고 허리를 구부리는 자세를 취한다는 것에 주목하였다. 따라서 우리는 "어떻게하면 관절에 큰 힘을 들이지 않고 의자에 앉거나 일어설 수 있을까?" 라는 의문을 가지게 되었고, 수많은 아이디어 회의와 이미 시중에 있는 제품을 조사하며 관절에 도움이 되는지 찾아보았다. 그 결과 시중에 나온 제품 중에는 허리 자세를 교정해 주어 허리 통증을 방지하는 쿠션이 있었으나, 직접 허리를 지탱하며 허리 통증을 줄여주고 무릎 관절의 통증까지 줄여주지는 못했다. 따라서 우리 팀은 앉거나 일어설 때 등과무릎을 받쳐 통증을 줄여주는 의자를 만들기로 결정했다. 우리는 먼저 앉고 일어설 때의 자세 변화에 주목했다. 의자를 이용할 때, 우리는 세 가지 과정을 거치게 된다.

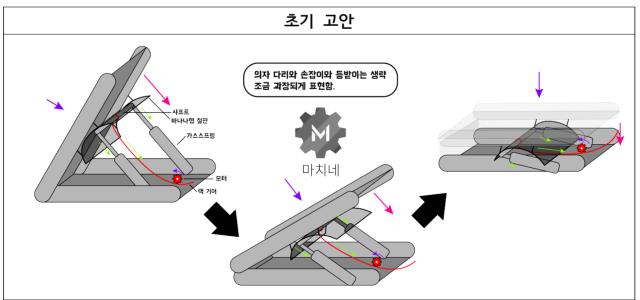
- 1. 무릎을 굽혀 엉덩이의 높이를 의자의 높이에 맞춘다.
- 2. 허리를 굽히며 엉덩이를 의자 안쪽으로 집어넣으면서 의자 좌판 깊숙이 안정적으로 자리를 잡는다.
- 3. 허리를 세우며 등받이의 구석부터 등이 천천히 닿도록 한다.

우리는 이러한 과정에 주목하여 의자의 등받이와 좌판이 기본적으로 위쪽으로 펴져 있다가, 의자 등받이에 기대면 위 과정과 같이 무릎이나 허리를 구부릴 필요 없이 체중에 의해 등받이와 좌판이 자연스럽게 기울 어지고, 지속해서 허리와 다리를 지탱하며 자연스럽게 의자에 앉도록 자세 변화를 유도하는 방식을 고안하였다.

		부가 설명
팔걸이 등받이 2차관절	손잡이	손잡이를 잡아 안정적으로 앉을 수 있고, 내장된 버튼을 눌러 1차관절을 구동시킴
작판 밑판 의자 다리	1차관절	의자가 사진과 같이 펴지고 일반적인 의자 처럼 접히며 관절을 지탱하는 장치.
<초기 고안>	2차관절	1차관절에 의해 의자가 접히고 펴질 때 등 받이의 각도 또한 바뀌도록 하는 장치

가. 초기 설계

1차관절의 경우 초기에는 밑판과 좌판의 각도가 70도로 설정되어 있다가, 착석하면 0도가 되게 하기로 했다. 따라서 초기에는 아래와 같은 고안을 했다.



가스스프링과 랙 앤 피니언을 이용하여 의자의 밑판과 좌판을 접고 펴도록 설계하였다. 기본적으로 가스스 프링이 노인분들의 평균적인 체중을 들 정도의 반발력을 가지고 있고, 랙 기어와 연결된 모터가 좌판을 밀고 당기며 노인분이 앉고 일어서도록 한다.

위 표가 1차관절의 초기 고안인데, 이 초기 고안은 아래와 같은 문제점이 있었다.

산 사는 대한기계학회

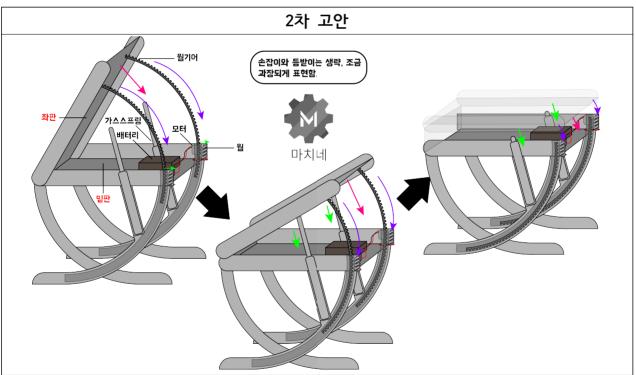
The Korean Society of Mechanical Engineers

	초기 고안의 문제점	2차 고안에서의 해결 방식
1	설계의 특성상 일어날 때 가스스프링이 힘을 주지 못해 모터 힘으로만 체중을 들어올려야 한다.	랙과 피니언을 웜과 웜기어로 교체하고, 가스스프 링의 각도를 고정한다.
2	노인들의 다양한 체중을 고려하였을 때 모터가 충분히 힘이 세야 한다.	랙 기어를 원의 호 모양으로 만들어 힘이 효율적으로 전달되도록 한다.
3	모터에 전력을 공급하기 위해 콘센트에 꽂아 사용해야 하게 되면 의자의 이동성이 제한 된다.	전기 공급방식을 배터리로 바꾼다.
4	바나나형 철판이나 샤프트향 같은 복잡한 곡면 은 직접 설계하고 제작하는 데에 어려움이 있다.	설계상의 각종 곡면을 없애고, 이외의 곡면은 부채꼴의 호와 같은 모양의 곡면만을 설계한다.

따라서 초기 고안에서 많은 부분이 수정되어야 했다. 먼저, 의자의 상승 방식을 전면 수정했다. 기존에는 랙 기어 를 통해 샤프트를 움직여 올리는 방식으로, 힘의 전달이 매우 비효율적으로 이루어졌다. 이를 해결하기 위해 우리 팀은 의자의 좌판이 움직이는 경로를 고려해 설계하기로 결정했다.

나. 중간 설계

따라서 위 표의 내용을 반영한 2차 고안은 다음과 같았다.



앉을 때, 부채꼴의 호 모양을 띠는 웜기어가 위로 올라가 있다가, 체중이 가해지면 웜이 웜기어와 맞물리지 않도록 의자 뒤쪽으로 이동하며 체중에 의해 의자가 내려간다. 의자는 내려가다 가속력을 상쇄시키는 가스 스프링과 만나며 가스스프링이 충돌 시간을 증가시키며 충격력이 줄어들며 천천히 앉게 된다.

결과적으로 의자의 좌판은 밑판과 닿아 일반적인 의자의 형태를 띠게 된다.



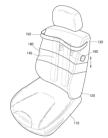
2차 고안은 아래와 같은 문제점이 있었다.

아래 표에서 1번 문제와 2번 문제를 해결했고, 그것이 바로 현재 최종 고안이다.

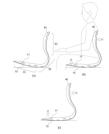
	2차 고안의 문제점	현 고안에서의 해결 방식
1	초기 고안과 마찬가지로, 착석 시 의자의 높낮이 조절이 불가	새로운 의자의 높낮이 조절 방식
1	능하다.	을 고안하였다.
		다리에 해당하는 부채꼴의 반지
2	노인들이 앉기에 의자 다리의 높이가 너무 높다.	름 길이를 줄여 다리의 형태를 X
		자가 아닌 ㅅ자로 변경하였다.

2) 설계의 독창성

기본적으로, 시중에 허리통증을 방지하고 허리 자세를 교정해주어 허리디스크를 예방하는 의자 또는 쿠션 종류의 제품은 있었으나, 실제로 의자 자체의 형태가 변화하는 제품은 찾을 수 없었다. 특허 검색을 진행한 결과, 위에서 말한 바와 같이 허리 자세를 교정하여 통증을 방지해주는 쿠션과 같은 특허를 찾을 수 있었다.



특허 제10-1801840호 및 제10-151735호와 같이 허리 자세를 교정해 주어 허리 통증을 방지하는 쿠션은 이미 존재한다. 그러나 직접허리를 지탱하며 허리 통증을 줄여주고, 무릎 관절의 통증까지 줄여주는 기능은 우리 의자만이 가지는 독특한 장점이다.



▲10-18018400000 (2017.11.21.) (요추 통증 완화를 위한 감압의자 및 감압장치)

10-15173500000 (2015.04.28.)▲ (착석시 바른자세 유도와 안락성을 기대할 수 있는 의자)

기존 관절 통증 방지 의자	우리 팀의 관절 통증 방지 의자
기존의 관절 통증 방지 의자는 고정형(쿠션)으로	우리 팀 관절 통증 방지 의자는 의자가 움직이며
거치되어 있어서 위치가 고정적이고, 따라서	부위를 직접적으로 지탱해주며, 의자의 높이를
사용자에 따라 효과가 달라지며, 통증 부위를	사용자에 맞게 변화가 가능하여 일관적인 효과를
직접적으로 지탱해줄 수 없다.	기대할 수 있다.

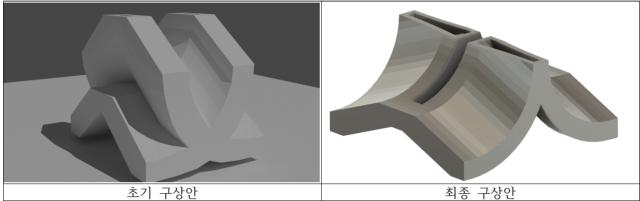
3) 설계의 제약조건 및 문제 해결 방법

사람을 들어 올릴만한 모터를 찾아보았는데, 토크가 센 모터들은 하나같이 비용이 많이 나갔다. 따라서 우리는 의자를 올리는 속도를 어느 정도 손해 보는 대신에 적은 힘으로 들어 올릴 수 있게 하기로 했다. 처음에는 기어비를 이용해 사용자를 들어 올릴 생각을 했으나, 기어는 너무 많은 힘이 주어지면 헛돌 위험성이 있기 때문에 헛돌 위험성이 상대적으로 적은 웜과 웜기어로 높이를 조절하기로 결정했다.

또한 의자의 아랫부분이 밑판과 좌판으로 나뉘어 접히고 펴지는 과정에서 랙기어가 노출된다는 문제가 있었다. 이로 인해 랙기어에 먼지나 이물질이 끼이기 쉽고, 신체가 부딪히거나 손가락이 랙기어나 좌판과 밑판 사이에 끼일 수 있다는 안전상의 문제점이 있는데, 이를 우리는 플라스틱 커튼이나 접이식 부채로 좌판과 밑판에 연결하여 랙기어의 노출을 차단했다.

뿐만 아니라 우리 팀의 설계는 기본적으로 사용자의 허리와 무릎관절 부분에 무리가 가지 않도록 등허리

와 허벅지를 지탱해주면서 사용자의 관절에 부담이 최대한 가지 않도록 하는 것이었다. 그런데 사람에 따라 신장, 다리의 길이, 허리의 길이 등 여러 신체 길이가 다르므로, 사용자가 자신의 신체에 맞추어 의자의 크기나 길이 따위를 조정할 수 있어야 했다. 의자의 크기나 길이 따위가 고정적이라면 우리의 의도와는 다르게 사용자에 따라 의자가 지탱하게 되는 신체 부위가 달라질 수 있었다. 따라서 1, 2차 설계안에서는 다리의 형태를 x자 모양으로 설계했으나, 다리가 안쪽으로 모이면서 상승하는 'ㅅ'자 모양의 다리를 구상했다.

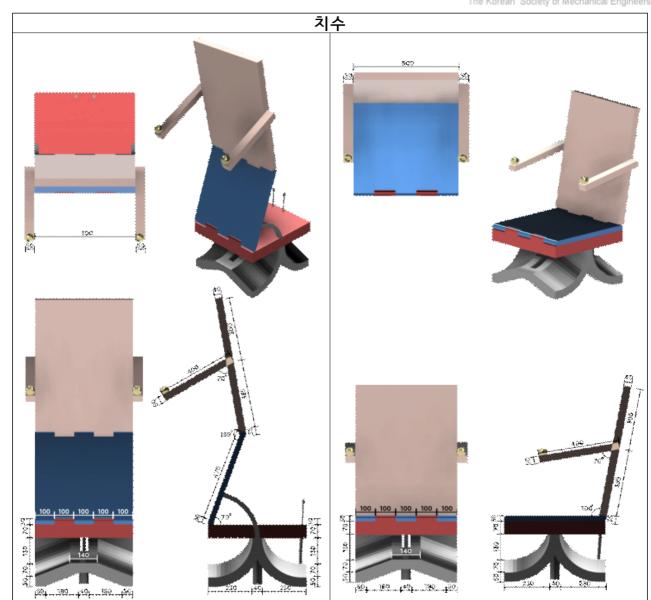


최종 구상안의 다리에서, 의자 중심봉의 레버를 당기면 디자 모듈과 의자의 중심봉 부분에 연결된 두 체인이 작동되며 두 랙 기어 사이의 거리가 좁혀지면서 의자의 높낮이를 조절할 수 있게 했다. 또한 랙기어의 길이가 다리의 길이에 직접적인 영향을 미치므로 랙기어의 길이를 조절했고, 이에 따라 랙기어의 이동경로의 곡률이 바뀌므로 다리의 형태를 'ㅅ'자 모양으로 바꿈으로써 이러한 초기 구상안의 단점을 보완하며 제약조건을 해결할 수 있었다.

(3) 설계 내용

	설계 모양	설명
전 체 구 조		의자가 일어서 있는 모습으로, 의자의 전체적인 구조는 이와 같다. 핵심 부분은 1차관절과 2차관절, 디자 모듈, 의자다리이다.
손 잡 이	83	노인분이 앉고 일어설 때 편하게 이용하기 위해 의자의 팔걸이 끝에는 손으로 잡을 구 형태의 손잡 이가 있는데, 이 중 오른쪽 손잡이에는 다른 장치들 과 선으로 연결된 버튼 이 달려있다, 또한 버튼을 실 수로 누르는 것을 방지하기 위해 버튼을 구 모양 속 깊숙이 넣었다.

	설계 모양	설명
ㄷ 자 모 듈	틀 워 모터1 랙 모터2	다자 모듈은 왼쪽 그림과 같이 되어있다. 사용자가 버튼을 누를 시 작동한다. 모터 1로 인해 랙이 움직 여 웜과 웜기어가 맞물리거나 맞물리지 않게 움직 이게 되고, 모터 2로는 웜을 돌린다. 이때 모터의 동력은 의자의 밑판에 있는 배터리를 사용하게 된다.
1 차 관 절	원기어 배터리 가스스프링 마자 모듈	다자 모듈에서 웜이 돌아가면, 웜기어가 의자의 좌 판을 위로 올리게 된다. 가스스프링은 의자가 밑으로 내려올 때 충격을 상쇄시키는 역할과 의자를 위로 들어 올릴 때 힘을 보태는 역할을 한다.
2 차 관 절		밑판에 고정되어있는 고정기어와 등받이에 고정되어있는 유동기어가 서로 체인으로 연결되어 있고, 유동기어의 톱니 수와 고정기어의 톱니 수를 20:28 로 한다. 따라서 웜과 웜기어와 가스스프링에 의해 좌판과 밑판의 각도가 변화하게 되면 톱니 수의 비 에 따라 등받이의 각도도 함께 변화하게 된다.
의 자 다 리		의자다리는 가운데로 모이는 형태로 설계했다. 랙기어는 아래 의자다리의 구멍으로 들어가며, 랙기 어는 디자 모듈로 인해 위·아래·옆으로 움직인다. 디자 모듈은 서로 체인으로 연결되어 작동한다. 의자다리에는 무게중심을 맞추기 위한 무게추가 달려있어 의자가 뒤로 넘어지지 않도록 했다.



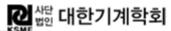
우리 팀이 의자 부위별 치수를 위와 같이 정한 이유는 다음과 같다.

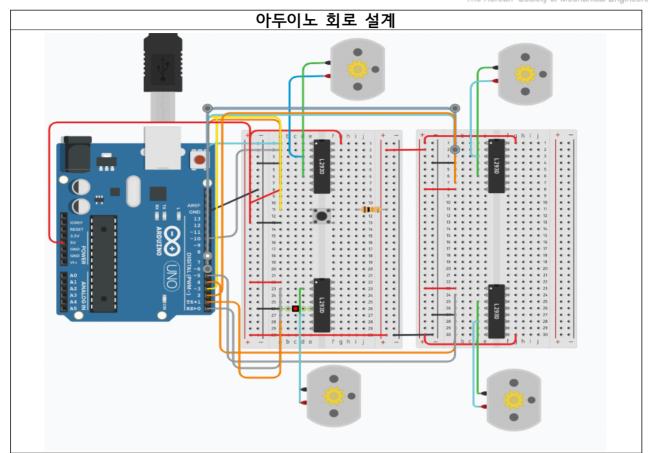
먼저, 의자 다리의 길이를 정하기 위해 60대 이상의 평균 오금 높이를 조사한 결과, 평균이 388.92mm이고 표준 편차는 22.26mm였다. 따라서, 35~42cm(38.5±3.5cm)의 높이 조절이 가능한 의자 다리를 만들었다.

둘째로, 좌판의 길이를 정하기 위해 60대 이상의 평균 엉덩이 오금 길이를 조사한 결과, 평균이 465.35mm, 최 소길이는 395mm, 표준편차는 22.27mm였다. 하지만 우리의 의도에 따르면 엉덩이 오금 길이가 짧은 사람도 엉 덩이가 의자 등받이 부분에 닿아야 허리 통증을 완화할 수 있기 때문에 최소길이에 중점을 둬서 400mm로 정하 였다.

셋째로, 등받이의 길이를 정하기 위해 60대 이상의 평균 앉은 목 뒤 높이를 조사한 결과, 평균이 634.54mm, 표 준편차는 36.44mm였다. 이를 바탕으로, 의자에 앉을 때는 머리가 등받이에 닿는 것이 편하기 때문에 등받이의 길이는 685mm로 정하였다.

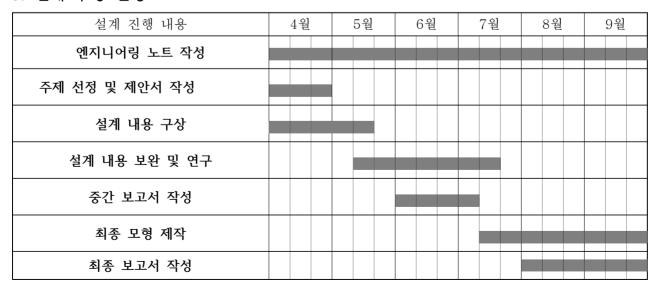
넷째로, 팔걸이의 길이를 정하기 위해 60대 이상의 팔꿈치 손끝 수평길이를 조사한 결과, 평균이 424.05mm, 표 준편차가 21.62mm였다. 이를 바탕으로, 우리 팀은 팔걸이에 팔을 대었을 때 손이 남는 게 편하다 생각하여 400mm로 정하였다. 추가로, 좌판의 앉는 부분에 쿠션을 덧대어 사용자가 의자에 편히 앉을 수 있게 했다.





아두이노 회로는 위와 같이 설계하였다. 4개의 모터는 모두 C자 모듈의 모터이고, 두 개의 DC 모터는 의자의 양쪽에 있는 웜기어를 돌려 의자를 상승시키는 역할을 한다. 나머지 두 개의 DC 모터는 웜과 웜기어를 맞물리거나 맞물리지 않게 움직이는 역할을 해 의자를 올리거나 내릴 수 있게 한다. 버튼은 DC 모터의 출력을 조정해 의자를 올리게 할 것인지 내리게 할 것인지를 정한다.

3. 설계 수행 일정

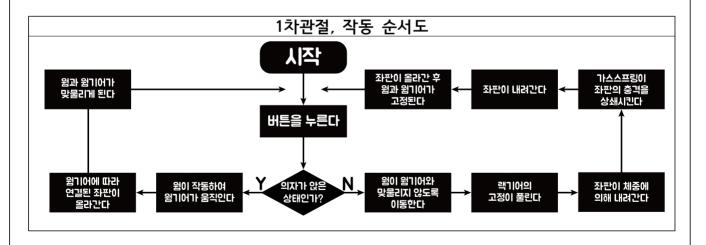


4. 설계 결과물

(1) 최종 결과물 형상 및 작동원리

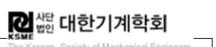


위는 랙기어와 □자 모듈을 모형으로 구현한 것이며, 현재 모형을 제작 중이다.





1차관절, 앉을 때
앉을 때, 부채꼴의 호 모양을 띠는 웜기어가 위로 올라가 있다 가, 버튼을 누르면 디자 모듈 내부에서 웜이 웜기어와 맞물리지 않 도록 뒤쪽으로 이동하며, 이에 따라 체중에 의해 의자가 내려간다.
의자는 내려가다 가속력을 상쇄시키는 가스스프링과 만나며 가스스프링이 충돌 시간을 증가시키며 충격력이 줄어들게 되 고, 가스스프링에 의해 감속된 좌판은 천천히 내려오게 되어 사용자가 안전하게 앉을 수 있게 된다.
결과적으로 의자의 좌판은 밑판과 닿아 일반적인 의자의 형 태를 띠게 되고, 의자가 앉게 된 후 그 상태를 유지하기 위해 디자 모듈 내부에서 웜이 웜기어와 맞물리도록 앞으로 이동한다.

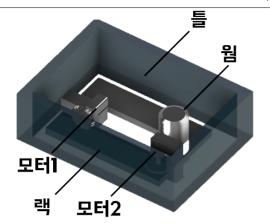


The Korean Society of Mechanical Engineers 1차관절, 일어날 때
일어날 때, 디자 모듈의 웜이 돌아가며 웜기어가 천천히 올라가고, 추가로 가스스프링의 탄력을 받으며 의자의 좌판이 상승하게 된다.
의자의 좌판이 가스스프링이 닿지 않을 정도로 올라간 후엔 온 전히 웜과 웜기어에 의해 천천히 의자의 좌판이 상승하게 되고, 이를 통해 노인분들이 일어나는 과정에서 넘어질 위험성을 최소 화했다.
결과적으로 의자는 앉기 전과 같은 형태를 띠게 된다.

전 생한 대한기계학회

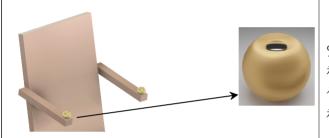
The Korean Society of Mechanical Engineers



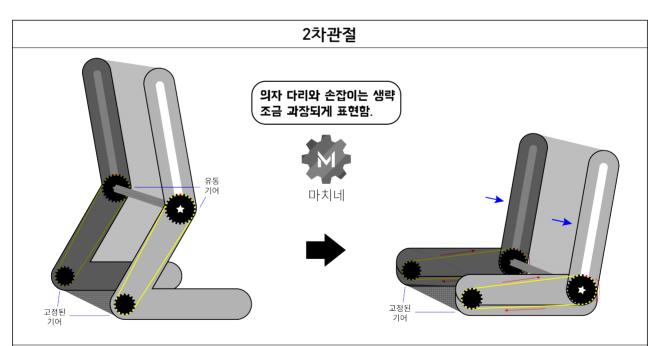


기본적으로 웜이 웜기어와 맞물려 있지만, 앉을 때는 그림 속 왼쪽 아래에 위치한 모터가 돌아가 **랙이 바깥쪽으로** 움직이며 웜이 랙기어와 맞물리지 않게 된다. 일어설 때는 랙이 안쪽으로 돌며 웜이 웜기어와 맞물리게 된다.

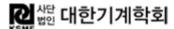
작동 과정에서 랙 기어가 대각선으로 기울어질 위험이 있으므로, \Box 자 모듈이 랙기어가 좌우로 흔 들리지 않도록 잡아 둘 수 있도록 만든다.



이 손잡이는 노인분들이 안정적으로 잡으실 수 있도록 구형을 띠고 있다. 이 손잡이에는 다른 장 치들과 선으로 연결된 **버튼**이 달려있어 앉고 일어 설 때 이 버튼을 누름으로써 위 항목에 기술된 장 치를 가동하여 의자를 움직인다.

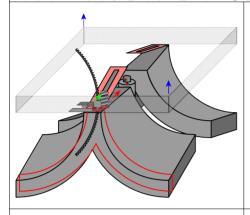


밑판과 좌판의 관절 부분에 고정되어있는 **고정기어**와 등받이에 고정되어있는 **유동기어**가 서로 체인으로 맞물려 있고, 고정기어의 톱니 수와 유동기어의 톱니 수가 일정한 비로 되어있어 의자의 좌판과 밑판의 각도를 기어비에 따라 조정할 수 있다.



의자 높이 조절

아래 그림에서, 빨간색 외곽선은 랙 기어가 위치하는 부분의 단면을 나타낸 것이고, 투명한 면은 밑판을 나타낸 것이다. 의자다리의 위쪽 붉은 단면은 ㄷ자 모듈의 이동 경로를 나타낸다. 파란색 선은 ㄷ자 모듈과 밑판에 연결된 체인이다. 체인과 맞물려 있는 빨간 톱니바퀴 중 위쪽의 톱니바퀴는 밑판에 위치하고, 아래쪽 톱니바퀴는 의자 중심봉에 위치한다.



일어서 있는 상태에서 의자 다리의 가운데에 달린 의자 중심봉의 레버를 누르게 되면 의자 중심봉이 상승하며 밑판이 함께 상승하게 된다.

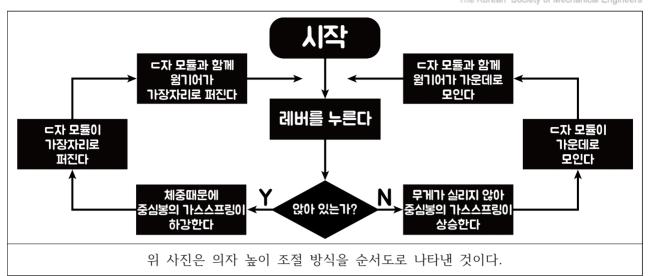
이때 밑판에 부착되어있는 C자 모듈과 의자 중심봉의 밑부분이 체인으로 연결되어있어 밑판이 상승함에 따라 체인에 의해 C자 모듈이 의자 중심봉쪽으로 끌어당겨지며, 랙기어는 C자 모듈에 고정되어 있으므로 C자 모듈과 함께 이동하게 된다.

따라서 밑판이 상승함과 동시에 밑판에 부착된 C자 모듈 및 랙기어가 의자 중심봉쪽으로 이동하므로 전체적인 움직임은 C 자 모듈이 대각선 위쪽으로 상승하는 형태가 된다.

이때 체인이 톱니바퀴를 따라 위아래로 1번 왕복하므로, ㄷ자 모듈 및 랙기어가 좌우로 움직이는 거리는 의자 높이의 변화량 의 두 배가 된다.

이러한 움직임을 통해 밑판이 상승하고 C자 모듈과 함께 랙기 어가 이동하며, 결과적으로 의자의 높이가 상승하게 된다.

이 때 밑판은 딱 7cm만 상승해야 하므로 ㄷ자 모듈이 14cm 이상 가운데로 이동할 수 없도록 의자다리의 구멍을 16cm (이 동 거리 14cm + 랙 두깨 2cm)로 뚫었다.



(2) 최종설계 결과물의 장단점 및 의의

시중에 있는 의자들은 허리 통증 완화의 한 기능에만 치중이 되어있었지만, 우리 팀이 설계한 의자의 경우 노인 분들이 허리와 무릎에 큰 힘을 주지 않고도 일어나거나 앉을 수 있고, 의자의 앉는 부분과 등받이 부분의 디자인 또한 노인들이 앉거나 일어서는 활동에 맞추어 설계했다. 이 의자는 비단 노인들뿐만 아니라 젊고, 관절에 불편함을 느끼지 못하는 사람들도 편하게 앉을 수 있고, 관절이 불편한 사람이나 무릎 또는 허리에 부상을 입은 사람들도 이 의자를 사용함으로써 관절의 부하를 줄여 고통을 덜 수 있다.

의자의 개선할 점으로는, 우리의 의자는 높이 조절은 되지만 의자의 등받이의 각도를 수동으로 조절할 수는 없다. 따라서 노인분들이 자신이 원하는 각도로 조절을 할 수 없어 불편하실 수 있다. 또한 의자에 바퀴가 달려있지 않고 보통 의자보다 무겁기 때문에 의자를 이동시킬 때 어려움을 느낄 수 있다. 바퀴를 달지 못한 이유는, 앉을때 바퀴에 의해 의자가 뒤로 밀릴 수 있기 때문이다. 이를 해결하기 위해 오토락 바퀴를 생각했으나, 오토락 바퀴의 경우 충분한 하중이 실려야 잠금이 되는데, 사용자가 앉을 때는 오직 사용자의 팔로만 하중을 걸 수 있다. 이때 힘이 상대적으로 약한 노인들은 팔로 거는 하중으로 오토락 바퀴를 작동시키기 힘들 것이므로, 바퀴를 다는 것은 보류하였다. 안전상의 문제점을 살피자면, 의자의 아랫부분이 밑판과 좌판으로 나뉘어 접히고 펴지는 과정에서, 랙기어가 노출된다는 점이다. 이로 인해 랙기어에 먼지나 이물질이 끼이기 쉽고, 손가락 등이 랙기어나 좌판과 밑판 사이에 끼일 수 있다는 문제점이 있다.

5. 활용방안 및 기대효과

본 고안은 노인분들이 의자에 앉을 때 관절에 가해지는 부담으로 인한 통증을 완화하는 목적을 가지고 있다. 실제로 이 기계장치는 설계 목적에 따라 관절이 불편하거나 추간판 탈출증, 퇴행성 관절염 등 병을 앓고 있을 때 이 기계장치를 사용함으로써 의자가 자동으로 사용자를 받쳐 내려가 사용자의 관절에 부담이 덜하다. 또한 이 의자를 전동 휠체어에 접목하게 되면 장애인들도 사용할 수 있으며, 일반인들도 퇴행성 관절염의 시기를 늦출 수 있어 여러 방면에 활용될 수 있다. 특히 노인들이 자주 방문하는 경로당, 공원, 요양원, 시청, 구청, 은행과 같은 공공기관에 설치하게 되면 일반 의자를 사용하는 것보다 더 활용성이 증가해 관절이 약하거나 거동이 불편한 사람들도 사용할 수 있어 우리 의자가 가진 장점이 최대화될 것이고, 우리 설계가 가진 이점을 최대한 살릴 수 있을 것이다. 또한, 이 의자를 노인을 위한 의자가 아니라 일반 사람들을 위한 의자로 만든다면 팔로 충분한 하중을 줄 수 있을 것이기 때문에 바퀴를 달 수 있을 것이다.



<참고문헌>

- KOSIS 시도별 성별 연령별 평균 체중 분포 현황 : 일반, 2018 (http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=350&tblId=DT_35007_N132)
- Size korea 성별 연령별 평균 치수 조사 : 일반, 2015 (https://sizekorea.kr/measurement-data/body)
- 보건의료빅데이터개방시스템-연령별 질병 통계: 일반, 2019 (http://opendata.hira.or.kr/op/opc/olapMfrnIntrsIlnsInfo.do)
- 노인분들의 요통원인
 - 1) 추간판탈출증_건강보험심사원 공식 블로그, .2019 (https://m.blog.naver.com/ok_hira/221704105299)
 - 2) 강북연세병원 박영식 의사의 지식인 답변 (허리디스크 예방법), 2018 (https://kin.naver.com/qna/detail.nhn?d1id=7&dirId=70106&docId=312682196)
 - 3) 광주새우리병원 3대 척추질환, 2018 (https://blog.naver.com/saewoori8000/221348230086)
- 노인분들의 무릎관절원인 강동경희대학교병원 (https://www.khnmc.or.kr/healthinfo/healthview.do?seg=242&cPage=8)
- KIPRIS
 - 1) 특허 10-18018400000, 2017 (https://doi.org/10.8080/1020150099844)
 - 2) 특허 10-15173500000, 2015 (https://doi.org/10.8080/1020140062331)
- 슬관절학회와함께하는퇴행성 관절염가이드북 대한슬관절확회 (http://www.koreaknee.or.kr/pop/file/quidebook.pdf)