

대한기계학회 주최

제13회 전국학생설계경진대회(2023년)

설계 최종 보고서

참가부	고등부 (<input checked="" type="checkbox"/>)				
참가분야	공모주제 (<input checked="" type="checkbox"/>) / 자유주제 (<input type="checkbox"/>)				
참가팀명	draw future on a drawer				
설계제목	영유아 서랍장 전복 사고 방지를 위한 기계적 장치 설계				
지도교수/교사	(소속) 하나고등학교 (성명) 박준혁 (연락처) (이메일)				
대표자 (신청인)	성명	소속	연락처 (휴대폰)	E-mail	주소
	한덕웅	하나고등학교			

참가팀원 인적사항

NO	성명	소속 / 학년	E-MAIL
1	한덕웅	하나고등학교 / 2학년	
2	박정현	하나고등학교 / 1학년	
3	고은재	하나고등학교 / 1학년	
4	이청미	하나고등학교 / 1학년	
5	하윤희	하나고등학교 / 1학년	

설계 요약문

참가분야	공모주제 (<input checked="" type="checkbox"/>) / 자유주제 (<input type="checkbox"/>)
참가팀명	draw future on a drawer
설계제목	영유아 서랍장 전복 사고 방지를 위한 기계적 장치 설계
대표자명	한덕웅
요약문	<p>영유아가 서랍장을 오르다 서랍장이 쓰러져 피해를 입는 사례는 예전부터 꾸준히 존재해왔다. 아직 신체적으로 연약한 영유아가 서랍장이 쓰러지는 충격을 그대로 받게 될 경우, 심각하면 사망에 이를 수도 있기에 이를 방지하고자 잠금장치, 매트 등의 예방책이 존재한다. 하지만 이것들은 근본적으로 영유아가 오르지 못하게 하거나 부모님에게 위험 사실을 알리는 등의 조치는 취하지 못하기 때문에 근본적인 해결법이라 볼 수 없다.</p> <p>따라서 우리는 이 점에서 착안하여 영유아가 서랍장을 타고 올라갈 경우 우선적으로 서랍장의 전복을 막은 후, 부모님에게 알람을 보내고 소리를 통해 영유아에게 경고를 보내는 등의 조치를 취할 수 있는 장치를 개발하고자 하였다.</p> <p>먼저, 영유아가 서랍장을 오르는 것을 접촉 센서와 기울기 센서를 통해 감지할 것이다. 센서는 서랍장에서 가장 하단에 있는 서랍의 윗부분에 붙일 것이다.</p> <p>다음으로, 랙피니언 기어와와 라쳇 구조를 적용하여 서랍장이 쓰러지는 순간에 낙하를 막아줄 수 있는 장치를 설계하였다. 모터를 이용해 영유아가 서랍장을 오르는 것을 감지하는 순간 피니언이 랙을 밀어내어 바닥에 최대한 밀착되도록 만들 것이다. 모터의 힘만으로는 서랍장의 무게를 견디는 것이 라쳇 구조를 이용해 견고하게 랙을 고정하여 서랍장의 전복을 방지할 것이다.</p> <p>마지막으로 통신모듈과 스피커를 이용해 보호자에게 알람이 가고 동시에 소리를 통해 영유아와 보호자에게 신호를 줄 수 있는 장치를 만들 것이다.</p> <p>이러한 방법으로 장치를 개발하면 영유아 서랍장 전복 사고를 막을 수 있을 것이다.</p>
설계프로젝트의 입상 이력	

1. 설계의 필요성 및 목적

- 영유아는 한창 근육이 성장하는 시기이기 때문에 문, 서랍 위를 올라타며 활발히 활동하는데, 그 과정에서 다양한 사고가 일어나고 있다.
- 영유아가 아닌 청소년과 성인의 경우에도 무게중심이 쏠리면 충분히 가구가 전복되어 사고가 일어날 가능성이 있기에 방지할 수 있는 장치가 필요하다고 생각하였다.
- 가구 전복 사고는 매년 꾸준히 일어나고 있고, 소비자위해감지시스템에서 2017년 발표한 결과에 따르면 영유아의 기계 전도 사고중 서랍장이 45.7%로 가장 높은 비중을 차지하고있다고 한다.
그렇기에 서랍장에 초점을 맞추어 사고를 방지할 수 있는 장치를 설계하였다.
- 가구 전복 사고를 막기 위한 잠금장치, 매트 등의 물리적 방법이 있으나 이는 한 번 시작되면 막기 어렵다는 단점과 시간이 지나면 느슨해지거나 빠질 수 있는 단점이 존재하기에 이를 보완하고자 장치 설계가 필요하다고 보았다.
- 가구에 접촉센서와 소리 센서를 설치함으로써 보호자에게 가구가 넘어지고 있다는 사실을 알려 즉각적인 대응을 함으로써 최종적인 사고를 막고자 한다.
- 또한 서랍장이 기울어지는 것을 방지해주고 전복을 지연시켜줄 수 있는 장치를 설계하고자 함.
- 동력을 사용하지 않고도 서랍장의 무게를 효율적으로 버틸 수 있도록 하고자 한다.
- 최근에는 벽고정 장치가 나와 이전의 상품보다는 안전성이 높아졌지만 많은 집들이 벽에 구멍을 뚫을 수 없기에 불필요한 노동을 최소화하고 사고를 방지할 수 있는 장치를 설계하고자 하였다.

2. 설계 핵심 내용

(1) 설계 문제의 정의

- 현재 시중에서 판매되고 있는 가구 전복 장치 및 패드는 초기 방지용으로 제작되었기에 방지할 수 있는 한계를 넘을시 사고를 막을 수 없다.
- 최근에는 벽고정 장치가 나와 이전의 상품보다는 안전성이 높아졌지만 많은 집들이 벽에 구멍을 뚫을 수 없다는 한계점을 가진다.
- 기존 장치들은 사고의 발생을 알릴 수 없다는 단점이 있다.
- 이케아 서랍장 전복사고가 문제가 된 이후 2016년에 가구 안정성을 재검토해야한다는 말이 나왔음에도 불구하고 확실히 방지할 수 있는 장치가 없다.
- 2022년 보도된 미국 소비자제품 안전위원회에 따르면 2018년부터 2020년까지 3년간 연평균 22,500명에 이르는 미국 소비자들이 가구, 가전제품 등의 전복사고로 인해 많은 상해를 입은 것으로 드러났다.
- 피해자 가운데 44%는 18세 이하의 아동, 청소년이다.
- 또한 2000년 이후 가구 전복 사고로 인해 사망에 이른 케이스는 총 581건이며, 이 중 81%인 472명이 아동임을 밝힌 바 있다.
- 이런 피해를 줄이기 위해 캠페인을 열어 피해의 정도를 감소시켰으나 그럼에도 불구하고 예기치 못한 전복으로 인한 상해나 사망 피해를 피할 순 없기에 이를 예방할 수 있는 대책을 강구할 필요가 있다.

(2) 설계의 독창성 및 접근 방법

1) 설계 방법 및 배경

- 방법: 1차적으로 압력과 접촉 신호를 감지했을 때 소리가 나게 하므로써 영유아가 물체에 더이상 접근하지 못하게 하며 2차적으로 기울기가 감지되었을 때 부모님께 연락 조치를 취한다.
- 압력센서: 영유아가 손과 발을 걸치는 수납장 위쪽 앞부분에 부착한다.
- 압력 센서 위에 알루미늄 호일로 만들어진 접촉 센서를 제작하여 호일에 신체가 접촉될 때, 감지하여 신호를 보낼 수 있게 만든다.
- 이를 통해 수납장 서랍의 앞부분을 밟았을 때, 압력센서와 접촉 센서가 작동하여 보호자의 핸드폰에 신호를 보낼 수 있게 된다.
- 만약 1차적인 조치를 취했음에도 영유아가 계속해서 수납장 위를 올라가다가 기울어지게 된다면 수납장이 쓰러져 사고가 발생하므로, 기어를 통해 기울기를 조절하여 전복사고를 막을 수 있다.
- 마이크로비트가 기울기를 감지했을 때 모터가 작동하게 하고, 동시에 강한 소리를 내어 주변에 위험한 상황이 벌어지고 있음을 알린다.

2) 설계의 독창성

- 본 설계를 통해서 효율적으로 서랍장이 기울어지는 것을 막아주고 전복을 지연시켜 영유아들의 서랍장 전복 사고를 막을 수 있다.
- 꾸준히 발생하고 있는 전복사고인 만큼, 효율적인 장치 활용으로 사회 안전에 이바지 할 수 있다.
- 타 제품인 서랍장 전복 방지를 위한 안전 고리와 차별화시켜 센서를 활용하여 사고를 보다 안전하게 예방할 수 있고, 전복 속도를 늦춘다는 점이 두드러지는 특징이다.

3) 설계의 제약조건 및 문제 해결 방법

1) 제약조건

- 전복 방지 장치는 공간 효율성을 위해 서랍장 부피의 50% 이하로 제작해야 한다.
- 사고 즉시 빠르게 작동되며, 2차 상해의 가능성이 적은 장치를 설계해야 한다.
- 서랍장과 영유아의 무게를 견딜 수 있도록 장치를 제작해야 한다,
- 경제성을 고려하여 재사용이 가능해야 한다,
- 잔고장이 적고 구조가 간단해야한다.

2) 문제 해결 방법

- 앞선 제약 조건을 종합하였을 때, 충격 완화 장치로 많이 사용되는 에어백은 사출 과정에서 발생하는 폭발로 인해 영유아에게 2차 상해를 가할 수 있다. 또한 넘어지는 서랍장을 고정시키거나 일시적으로 멈추게 하는 것은 힘들다.
- 랙피니언 방식의 기어를 적용하면 해결이 가능하다. 많은 부피를 차지하지도 않으며, 서랍장의 무게를 충분히 견딜 수 있다. 또한 단순 기어이기에 재사용이 가능하며 모터를 제외하면 복잡한 장치가 없어 구조가 간단하고 그만큼 잔고장과 결함의 위험으로부터 안전하다.

(3) 설계 내용

우리는 앞서 설명한 문제점들을 해결하기 위해 다음과 같은 설계를 진행하고자 한다.

먼저 센서들에 대한 코딩을 하였다.

밑에 코드는 터치 센서를 통해 접촉 여부를 감지하는 센서이다. 터치 센서는 알루미늄 호일로 만들었다.

```
#include <CapacitiveSensor.h>
CapacitiveSensor cs_4_6 = CapacitiveSensor(4,6); // 터치 센서1
void setup() {
    cs_4_6.set_CS_Autocal_Millis(0xFFFFFFFF);
    Serial.begin(9600);
}
void loop() {
    long total1 = cs_4_6.capacitiveSensor(50);
    Serial.println(total1);
    Serial.println("\t");
    delay(100);
}
```

밑에 코드는 소리를 발생하는 코드이다. tone 함수는 핀에 특정 주파수의 구형파를 발생 시켜 피에조 버저 또는 스피커에 연결하여 tone을 연주할 수 있다.

```
void setup() {
    // put your setup code here, to run once:
}
void loop() {
    // put your main code here, to run repeatedly:
    tone(8, 523, 250); // 5옥타브 도를 0.25초 소리로 출력
    delay(400);
    noTone(8); // 8번 핀에 연결
}
```

기울기 센서에 대한 코드이다. 자이로 센서에서 틸트 기울기 센서로 바꾸어 진행했다.

```
int tilt = 2; // 기울기 센서 핀을 2번으로
void setup() {
    Serial.begin(9600); // 시리얼 통신, 통신 속도 9600
    pinMode(tilt, INPUT); // 기울기 센서를 입력모드로 설정
}
void loop() {
    int val = digitalRead(tilt); // 정수형 변수 val을 생성한 후 기울기 센서 값을 입력
    Serial.println(val); // 시리얼 모니터에 값을 보여줌
}
```

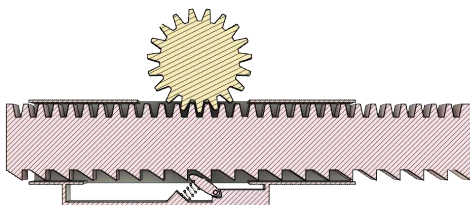
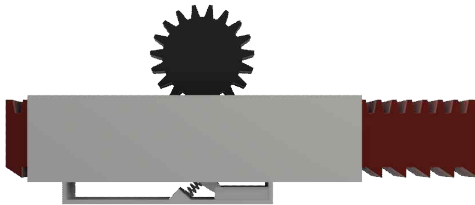
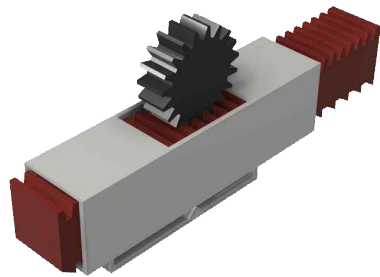
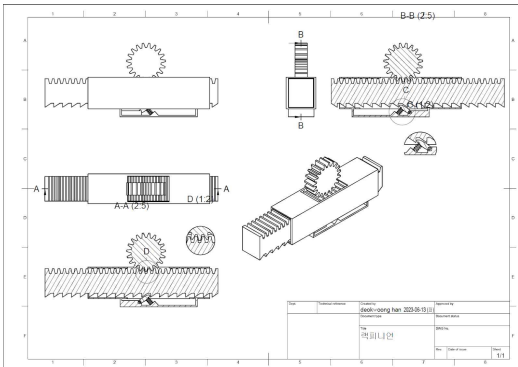
서보 모터 작동에 대한 코드이다. 랙 어피니언과 결합하여 각도를 조정해야 하므로 입력 값에 따라 각도를 조정할 수 있도록 하였다.

```
. #include<Servo.h>//Servo 라이브러리를 추가
Servo servo;// Servo 클래스로 servo 객체 설정
intvalue = 0;//각도를 조절할 변수 value
void setup() {
    servo.attach(7);//attach 핀 설정
    Serial.begin(9600);//시리얼 모니터 사용
}
void loop() {
    if (Serial.available()){//시리얼 모니터에 데이터가 입력된다면
        charin_data;        //입력된 데이터를 담은 변수 in_data
        in_data = Serial.read();//시리얼 모니터로 입력된 데이터 in_data로 저장
        if (in_data == '1'){    //입력된 데이터가 1이라면
            value +=30;        //각도를 30도 증가 시킴
            if(value == 180)    //각도가 180도가 되면
                value = 0;        //각도를 0으로 초기화
        }
        else
            value = 0;//그외의 데이터가 입력되면 각도를 0으로 초기화
        servo.write(value);//value 값의 각도로 회전
    }
}
```

블루투스 모듈의 연결 코드이다.

```
#include <SoftwareSerial.h>//시리얼통신 라이브러리 호출
intblueTx=2;//Tx(보내는 핀 설정)
intblueRx=3;//Rx(받는 핀 설정)
SoftwareSerial mySerial(blueTx, blueRx);//시리얼 통신을 위한 객체 선언
void setup() {
    Serial.begin(9600);//시리얼모니터
    mySerial.begin(9600);//블루투스 시리얼
}
void loop() {
    if (mySerial.available()) {
        Serial.write(mySerial.read());//블루투스측 내용을 시리얼 모니터에 출력
    }
    if (Serial.available()) {
        mySerial.write(Serial.read());//시리얼 모니터 내용을 블루투스에 write
    }
}
```

하드웨어는 다음과 같이 디자인 하였다.
기존 설계는 아래와 같이 되어 있었다.



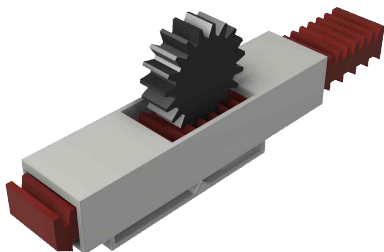
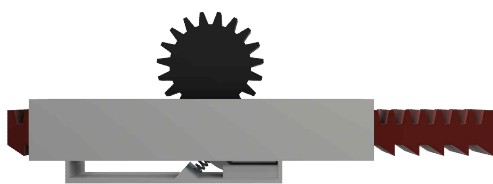
하지만 진행을 하다보니 모터의 출력, 부피, 효율 등의 문제들로 인해 랙 어피니언의 크기를 줄이는 방향으로 가는 것이 맞다고 판단을 하였다. 따라서 우리는 하드웨어의 전체적인 두께와 부피를 줄이고 대신 강도와 길이를 높이는 방향으로 최종 산물을 만들고자 한다. 현재까지 고쳐야할 부분은 라쳇 구조물의 전체적인 보강 및 부피 축소, 기어의 크기 축소, 지지대의 높이 축소 및 길이 증가, 지지대를 감싸고 있는 구조물의 보강 및 디자인 변경, 모터 삽입 공간 제작, 기어비 수정, 서랍장 바닥쪽에 장착 가능하도록 수정 등이 있다.

3. 설계 수행 일정

설계 진행 내용	4월	5월	6월	7월	8월	9월
서랍장 설계	■					
랙피니언 설계			■			■
아두이노 코딩 진행			■			
최종 제작				■	■	■
최종 점검					■	■

4. 설계 결과물

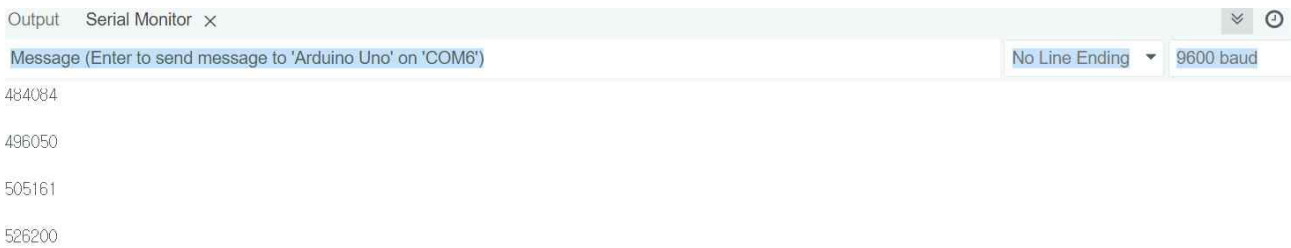
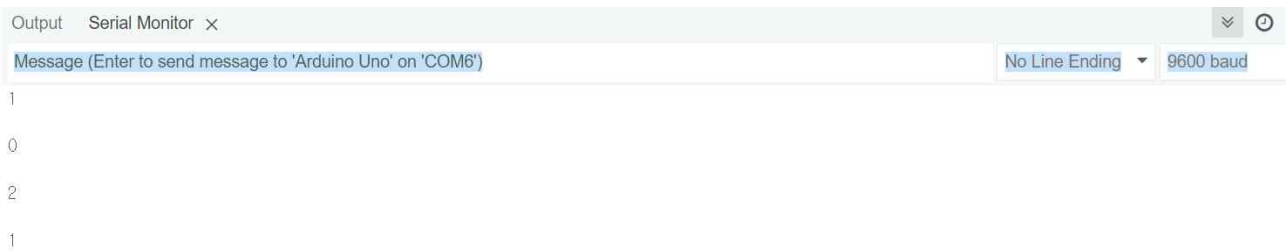
(1) 최종 결과물 형상 및 작동원리



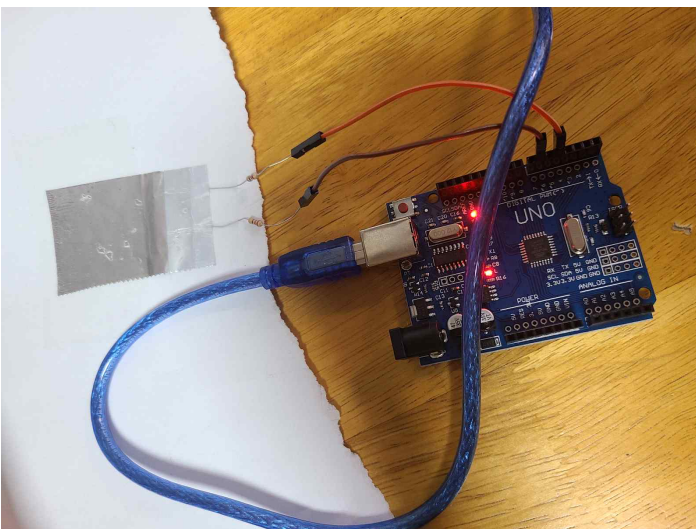


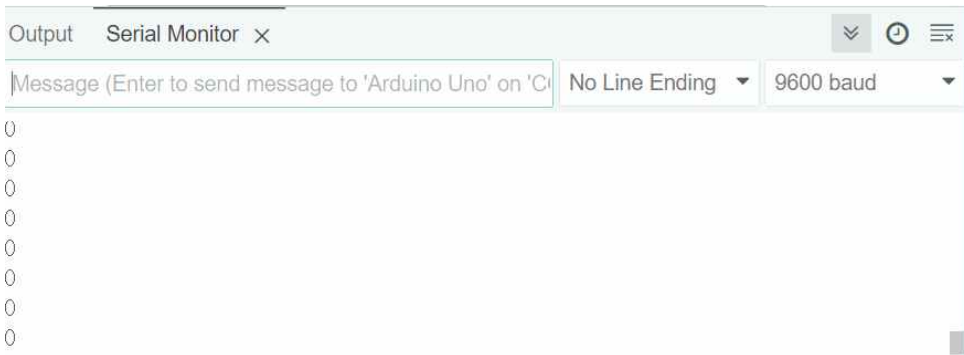
-> 대략적으로 수정한 모습(바뀐점: 랙피니언의 크기, 지지대를 감싸고 있는 구조물의 두께 변화, 라쳇 스프링에 구조물 추가 등)

밑의 사진은 순서대로 터치 센서에서 압력이 작을 때와 터치 센서에서 압력이 클 때의 사진이다.



밑의 사진은 압력 센서의 실제 사진이다

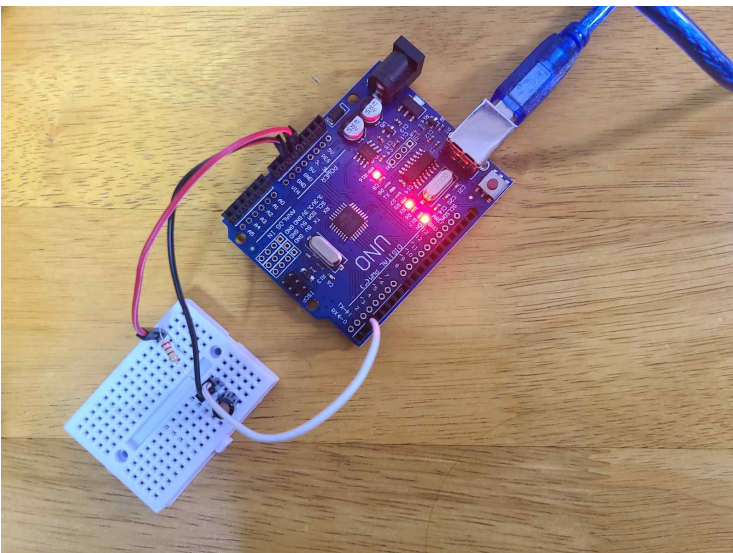




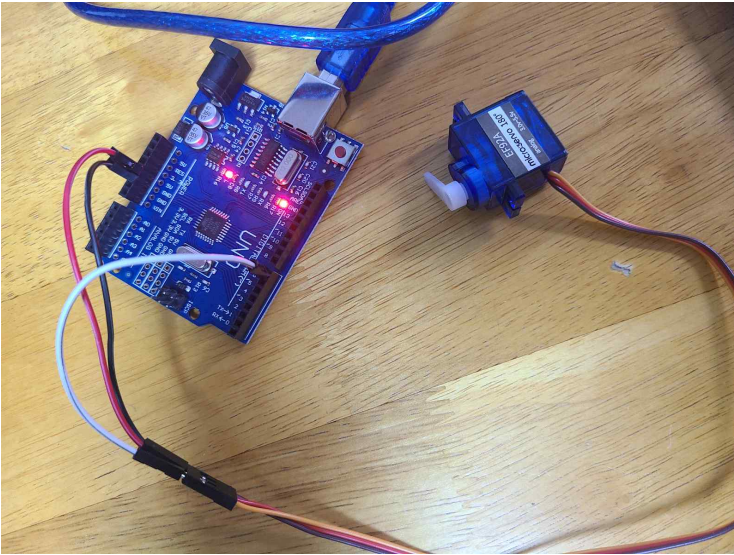
위의 사진은 기울어지지 않았을 때의 시리얼 모니터 사진이고 아래의 사진은 기울기가 감지되었을 때 시리얼 모니터의 사진이다.



아래의 사진은 기울기 센서를 연결한 모습이다.



아래의 사진은 모터를 아두이노와 연결한 모습이다



센서가 작동하여 모터가 회전하면, 피니언이 회전하며 랙을 밀어낼 것이다. 이때 만약 랙이 그냥 바닥에 닿게 된다면 모터의 힘만으로는 서랍장을 버티는데 한계가 있기 때문에 라켓 구조를 사용하여 동력을 사용하지 않고도 서랍장의 무게를 효율적으로 버틸 수 있도록 해놓았다. 만약 이 과정에서 라켓을 지지하고 있던 축이 부러지더라도 그 기능은 유지할 수 있도록 뒤쪽에 작은 홈을 파냈고, 결과적으로 랙이 서랍장이 쓰러지는 것을 물리적으로 막아줄 것이다.

(2) 최종설계 결과물의 장단점 및 의의

1) 장점

- 랙피니언 기어를 활용한 전복 방지 장치는 간단하지만 그 성능은 효과적이다.
- 많은 부피를 차지하지도 않으며, 물리적으로 가구의 전복을 멈출 수 있다.
- 벽에 후크를 걸어 고정하는 기존 방식은 버틸 수 있는 힘이 제한적이며, 한번 시작된 전복을 막기 힘들다는 한계점을 해당 장치를 통해 보완 가능하다
- 통신 모듈을 통해 서랍장의 전복 사실을 실시간으로 알릴 수 있다
- 영유아는 약한 신체 구조를 갖고 있기에 전복되는 가구를 버티기 힘든데, 전복 방지 장치를 통해 서랍장의 전복 제지 및 전복 시간 지연이라는 효과를 기대할 수 있다

2) 단점

- 모터와 기어가 외부로 나와 있는 구조이기에 미관상 좋지 않다
- 센서의 작동을 위해서 지속적인 전력 공급이 필요하다
- 영유아가 기어가 작동되는 위치에 있다면 효과를 보기 힘들다

3) 상용화 가능성

- 전력 공급 방식을 해결한다면 상용화에 무리가 없을 것으로 보인다.
- 기어 부분을 감추는 디자인을 통해 미관상의 문제도 해결 가능할 것으로 보인다.

5. 활용방안 및 기대효과

- 이 결과물을 통해 매년 발생하고 있는 가구 전복 사고를 서랍장의 전복을 멈춤으로써 인명 피해의 감소라는 긍정적인 결과를 기대할 수 있을 것이다.
- 간단한 구조로 잔고장이 적으며 낮은 전력을 소모해 유지 및 보수가 번거롭지 않기에 실용성이 있을 것으로 기대된다.
- 실시간 알림을 통해 보호자가 사고 사실을 인지하고 즉각적인 조치를 취할 수 있다.
- 적은 부피를 차지해 서랍장 주변에 추가적인 공간을 마련할 필요가 없다.
- 완전히 전복이 되지 않기 때문에 영유아의 충분한 탈출 공간이 확보 되어 상해를 최소화할 수 있다.
- 현재 사용되고 있는 후크로 고정하는 방식과 함께 사용한다면 전복 가능성이 더욱 줄어들 것이다.

<참고문헌>

tone().(n.d.).<https://www.arduino.cc/reference/ko/language/functions/advanced-io/tone/>.

Capacitive Sensing Library . (2018).
<https://www.arduino.cc/reference/ko/language/functions/advanced-io/tone/>.

MARUSYSedu . (n.d.).
<https://marusysmall.co.kr/product/%EC%95%84%EB%91%90%EC%9D%B4%EB%85%B8-%EB%B8%94%EB%A3%A8%ED%88%AC%EC%8A%A4-hc-06-%EB%AA%A8%EB%93%88-hc06-arduino-bluetooth-%EC%8A%AC%EB%A0%88%EC%9D%B4%EB%B8%8C-%EA%B3%A0%EC%A0%95/495/>.

United States CONSUMER PRODUCT SAFETY COMMISSION
<https://www.cpsc.gov/Newsroom/News-Releases/2022/CPSC-Injury-and-Fatality-Report-Shows-Despite-Some-Progress-Need-for-TV-and-Furniture-Tip-Over-Prevention-Remains-Strong>

(United States Consumer Product Safety Commission [CPSC], 2021)

Secure it! Working together to create a safe home.
<https://www.ikea.com/ch/en/customer-service/product-support/secure-it-pub120d802a>