

대한기계학회 주최

제11회 전국학생설계경진대회(2021년)

설계 최종 보고서

참가부	고등부 (☒) / 대학부 (☐)				
참가분야	공모주제 (☒) / 자유주제 (☐)				
참가팀명	하이드리(하나의 아름다운 디자이너들)				
설계제목	물리적 원리를 활용한 조명 효율 극대화 및 사용자 제어 시스템 개발				
지도교수/교사	(소속) 하나고등학교 (성명) 허보람				
대표자 (신청인)	성명	소속	연락처 (휴대폰)	E-mail	주소
	권능주	하나고등학교			

참가팀원 인적사항

NO	성명	소속 / 학년	E-MAIL
1	강승언	하나고등학교 / 2학년	
2	권능주	하나고등학교 / 2학년	
3	김태린	하나고등학교 / 1학년	
4	한도윤	하나고등학교 / 1학년	
5			
6			

설계 요약문

참가분야	공모주제 (O) / 자유주제 ()
참가팀명	하이드 (하나의 이름난 디자이너들)
설계제목	물리적 원리를 활용한 조명 효율 극대화 및 사용자 제어 시스템 개발
대표자명	권능주
요약문	본 연구는 에너지 절약이라는 키워드를 중심으로 물리공학적 원리에 기반한 장치 설계 및 애플리케이션 연동 시스템 구축에 목적을 두고 있다. 현재 우리의 삶에 사용되는 기계 장치 중, 새롭게 설계하여 불필요한 에너지 소모를 낮추고 에너지 절약에 효과적인 장치로 재탄생시킬 대상을 조명 장치로 선정하였다. 스탠드를 비롯한 조명 장치를 사용할 때 목적에 필요한 양보다 지나치게 조명의 밝기를 높여 사용한다는 특징이 있다는 문제를 발견하였다. 이를 해결하기 위해 본 팀은 에너지 절약이라는 주제에 맞는 조명 장치를 2가지 측면에서 개발했다. 첫 번째는 물리적 원리를 이용하여 조명 장치의 효율성을 높이는 측면이고, 두 번째는 어플을 이용해 사용자의 에너지 사용 습관과 인식을 개선하는 측면이다. 물리적으로 조명의 효율을 높이기 위해 렌즈와 거울을 이용해 빛의 분산을 조절하는 장치를 개발하였다. LED 조명에서 나오는 빛은 장치 내부의 거울로 인해 한곳으로 빛이 집중되어 나가게 되며, 나가는 방향에 위치한 렌즈의 높낮이를 조절하여 사용자의 목적에 맞게 조명 장치를 이용할 수 있다. 그리고 스마트폰 어플을 개발하여 이 조명 장치의 전원과 렌즈의 높낮이를 편하게 조절할 수 있도록 하였다. 또한 이 어플은 조명 장치의 사용 시간 및 전기 에너지 사용량을 시각화하고 있다. 개발한 장치를 이용하면 목적에 맞게 최대한 효율적으로 조명 장치를 사용하여 불필요한 전기 에너지가 절약될 것이며, 어플을 통해서 간접적으로 에너지 절약 실천을 유도할 수 있을것이라고 기대하고 있다.
설계프로젝트의 입상 이력	※ 교외 출품실적이 있는 경우 작성 - 출품작명 : - 대회명 : - 수상내역 :

※ 설계 요약문은 공개될 예정이며, 제출 시 이에 동의하는 것으로 간주함.

※ 제공된 개인정보는 심사과정에만 사용되며, 제출 시 이에 동의하는 것으로 간주함.

I. 설계의 필요성 및 목적

본 연구는 에너지 절약이라는 키워드를 중심으로 여러 부가 기능들이 추가된 조명 장치를 설계하고, 직접 제작하는 데에 목적을 두고 있다. 크게 두 가지의 갈래로 나누어서 생각할 수 있는데, 첫 번째로 물리적 원리를 활용한 고효율 에너지 장치 설계이다. 상황에 맞게 조명이 필요한 영역의 범위 등을 조절하여 불필요한 조명 설정으로 인한 전기 에너지 손실을 방지할 수 있으며, 특히 렌즈와 거울을 이용하여 조도를 조절할 수 있는 장치를 제작하고자 하였다. 두 번째는 에너지 사용량에 대한 사용자 인식 개선으로, 본 연구팀에서 기획한 모바일 애플리케이션의 부가적인 기능 중 하나이다. 조명이 켜져 있는 시간을 측정하고 그 데이터를 분석하여 에너지 사용량을 표시하고, 사용자로 하여금 조명을 통해 소비하고 있는 전기 에너지량을 자각하게 하여 직접 에너지를 절약하도록 촉구할 수 있다.

II. 설계 핵심 내용

1. 설계 문제의 정의

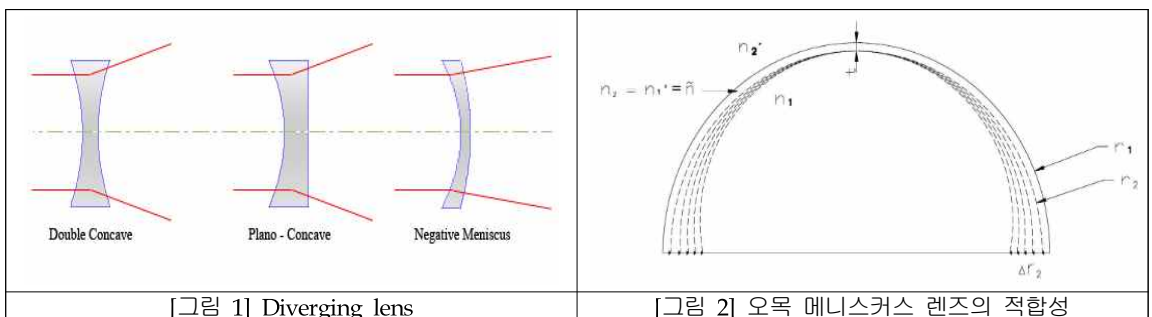
조명은 필요 이상의 에너지를 소비하게 만드는 주범이다. 예를 들어 책을 읽기 위해 조명을 필요로 한다고 할 때, 조명을 책 중심으로만 비추어도 충분하나 일반적으로 책상 전체를 비추곤 한다. 이를 통해 불필요한 전기 에너지 손실이 일어나지만, 소비자들은 이에 대한 심각성을 인지하지 못하고 심지어는 자신이 불필요하게 전기 에너지를 낭비하고 있다는 사실조차 자각하지 못할 때가 많다. 따라서 조명이 필요 이상으로 전기 에너지를 낭비하고, 사용자들은 이 심각성을 인지하지 못하고 있다는 점이 본 설계에서 다루고자 하는 주요 문제점이다.

2. 설계의 독창성 및 접근 방법

(1) 설계 방법 및 배경

1) 장치의 물리적 원리: 물리적 원리를 구현할 수 있는 다양한 도구 중에서도 주변에서 쉽게 구할 수 있는 렌즈와 거울을 활용하여 빛의 진행 방향을 바꾸는 작업을 진행하였다. CdS 조도 센서를 이용해 광원과 렌즈 사이의 거리를 구간마다 나누어 실효성이 있는지를 확인하는 과정을 거쳤다.

본 설계 팀은 렌즈를 활용하여 광효율을 증가시키는 방법으로 크게 2가지 방법을 추릴 수 있었다. 렌즈는 광선속을 변화시키는 능력에 따라 diverging lens와 converging lens로 구분되는데 각각의 렌즈가 위 2가지 방법에 대응된다. 먼저 diverging lens를 활용하는 방법이다. diverging lens는 광선속을 확산시키는 성질을 가지고 있으며 광각의 배광 분포를 갖는다. [그림 1]은 diverging lens의 예시이며, [그림 2]의 경우 diverging lens 중 오목 메니스커스(negative meniscus) 렌즈가 광 확산용 2차 렌즈로 사용하기에 적합함을 보여준다.



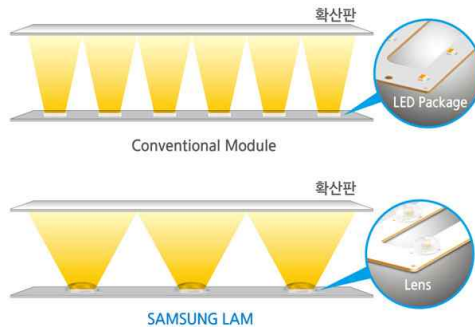
굴절률 n_1 , n'_1 은 2차렌즈의 전면의 전,후측 굴절률이고 굴절률 n_2 , n'_2 은 후면의 전,후측 굴절률이다. 굴절률 n_2 , n'_1 은 렌즈의 굴절률이기 때문에 n 으로 표시하고 굴절률 n_1 , n'_2 은 공기 속에 있기 때문에 굴절률을 1로 한다. 길이 t 는 렌즈의 중심 두께이고 r_1 , r_2 는 전,후면의 곡률반경이다. 여기서 r_1 및 t 는 고정하고 r_2 를 변수로 하였다. 굴절력의 변화를 보기 위한 관계식은 다음과 같다.

$$\text{전면의 굴절력: } D'_1 = \frac{n'_1 - n_1}{r_1}$$

$$\text{후면의 굴절력: } D'_2 = \frac{n'_2 - n_2}{r_2}$$

$$\text{총 굴절력: } D' = D'_1 + D'_2 - \frac{t}{n} \cdot D'_1 \cdot D'_2$$

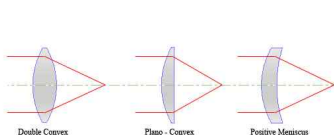
r_2 값이 줄어들면서 렌즈의 형태가 Negative Lens의 형태를 갖게 되는데 diverging lens의 특성상 광선속을 발산하는 특성을 갖기 때문에 배광 각도를 넓히기 위한 방법으로 diverging lens의 형태를 갖도록 설계하는 것이 적합함을 알 수 있다.



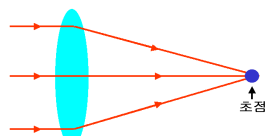
[그림 3] 삼성 전자의 LAM 시리즈

[그림 3]은 삼성전자의 “LAM 시리즈”로 diverging lens를 LED의 2차 렌즈로 사용하여 LED의 지향각을 넓힌 모습이다. 관련 보도 자료에 의하면 한 개의 LED 패키지가 밝힐 수 있는 면적이 넓어져 기존과 동일한 광품질과 균일도를 구현하면서도 LED모듈에 필요한 LED 패키지 수를 최대 50%까지 줄일 수 있다고 한다.

Converging lens는 광선속을 모으는 성질을 가지고 있다. [그림 4]는 converging lens의 예이다.



[그림 4] Converging lens



볼록렌즈의 특징(1)

[그림 5] 볼록렌즈의 집광 원리



[그림 6] 평면 볼록 렌즈와 LED

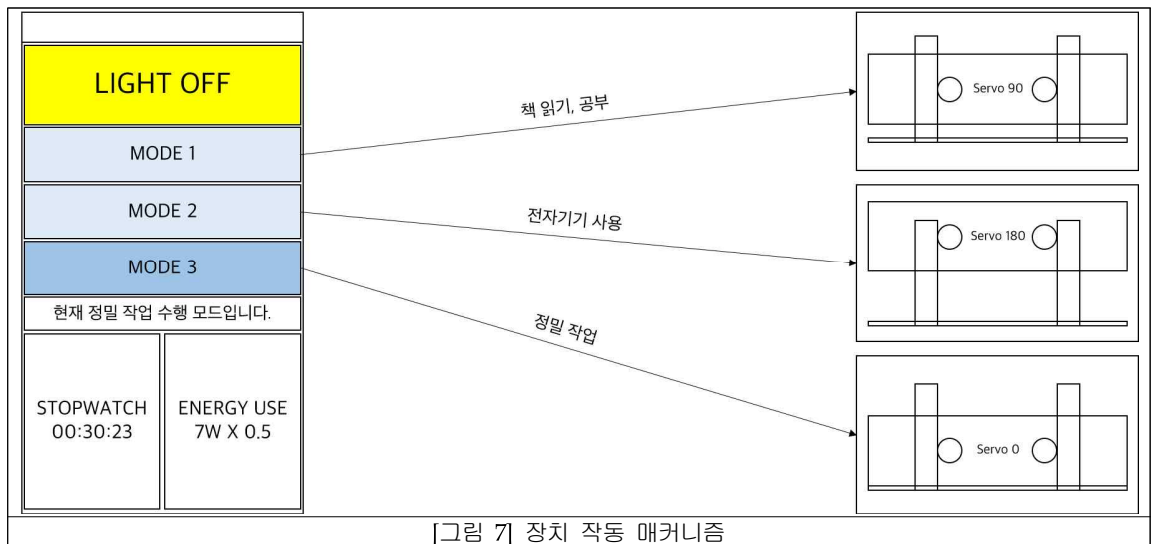
[그림 5]은 볼록렌즈의 집광 원리, [그림 6]은 평면 볼록 렌즈(Plano-Convex lens)형태의 집광 렌즈를 led에 부착한 모습이다. converging lens를 활용하면 불필요한 곳까지 퍼져나가는 광속을 모아 특정한 곳을 더 밝게 밝힐 수 있다.

2가지 방법을 요약하자면 먼저 diverging lens는 LED의 지향각을 넓혀 보다 적은 LED로도 넓은 곳을 밝힐 수 있게 하는 것이 핵심이며, converging lens는 불필요한 곳까지 나아가는 광속을 특정 방향으로 모아 더 밝은 빛을 만드는 것이 핵심이다.

2) 애플리케이션 구성

장치 설계만으로 계획한 목적에 부합하는 기능을 구현할 수 있으나, 원격 제어가 가능한 시스템을 구축하면 사용자의 관점에서 더욱 효율적인 장치를 완성할 수 있을 것이라는 논의가 이루어졌다. 오픈 소스 플랫폼인 Android Studio를 활용해 애플리케이션을 제작하였으며, 이를 아두이노 우노 보드와 연결하여 스마트폰으로 기기를 조작할 수 있도록 설계하였다. ESP8266이나 아두이노의 WIFI 모듈, Bluetooth 모듈과 같이 통신을 가능하게 하는 여러 가지 장치 중에서도 프로토타입 구현이 가장 쉬운 블루투스 모듈을 선택하였다. 조명 장치의 전원 버튼이나 옵션 설정 메뉴와 같은 핵심적인 기능을 중심으로 레이아웃을 구성하면서도, 불필요한 전기 에너지 낭비에 대한 사용자의 인식에 초점을 맞추어 설계하였다. 세부적인 구성 요소로는 조명이 켜져 있는 시간을 측정하는 스톱워치 기능 탑재, 조명 사용량에 따른 에너지 사용량 송출 등이 있다.

3) 하드웨어 및 소프트웨어 설계



(2) 설계의 독창성

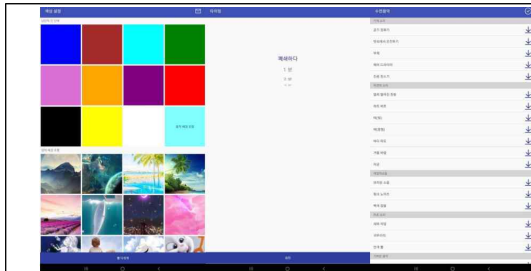
1) 관련 타 제품, 특허, 논문, 표준 등에 대한 분석

① 하드웨어 제품

 모델명 : Triangle323.553 재료 : FPL 32W x 3, FPL 55W x 3 크기 : W730 x D632 x H85, W850 x D745 x H85 재료 : STEEL, GLASS, ACRYL, AL DIE, AL 합금 하부 : 좌부	- 에너지 절약, 기구 자체의 수명 연장에 기여 - 삼각을 모티브로 한 독창적인 형태미 - 측면 아크릴을 통해서 간접 조명 효과 제공 - 안정기와 램프를 분리하여 수명 연장
--	---

[그림 8] 논문 <주택용 고효율 조명 기구 개발>

② Play Store, App Store 애플리케이션



[그림 9] 애플리케이션 '야간 조명'

- 다양한 색상, 사진, 영상을 전체화면으로 띄워 조명 효과를 줌
- 화면 지속 시간 분 단위로 설정 가능
- 배경 음악으로 취침 분위기 조성 가능
- 화면 밝기 조정 가능
- RGB 값 조절을 통한 색상 커스터마이징



[그림 10] 애플리케이션 'Mood Light'

- 다양한 색상을 전체화면으로 띄워 조명 효과
- 색상 밝기 조절 가능
- 취침 시 타이머를 설정하여 원하는 시간 동안 조명 사용 가능



[그림 11] 애플리케이션 '스마트 조명'

- 사전 등록된 특정 주거 공간에서 사용 가능
- 주거 공간 전체의 조명 제어 가능
- 주거 공간에 따라 방 개수 설정 가능
- 사용 목적에 따른 모드 설정 가능
- 조명 밝기와 색 온도 설정 가능



[그림 12] 애플리케이션 '스마트 조명 리모컨'

- 블루투스로 특정 조명과 연결하여 사용
- 조명 밝기 조절 가능
- 조명 타이머 설정 가능

2) 설계의 독창성 분석

스마트 조명은 앞서 기술한 하드웨어, 소프트웨어 측면 모두에 있어 고도의 기술로 발전된 상태이다. 고효율 조명 자체의 경우 조도 설정 기능뿐만 아니라 반사각을 비롯하여 조명 공간을 효율적으로 이용한 시제품이 상용화되어있고, 이와 관련한 논문이나 학술 자료 또한 쉽게 찾아볼 수 있다. 애플리케이션의 경우 App Store, Google Play Store를 통해 찾아볼 수 있듯이 사용자 맞춤형 플랫폼이 잘 구축되어 있다.

그리하여 본 설계는 기존에 나와 있는 조명 서비스와는 확실한 차별점이 필요하다고 느꼈고, 물리·공학적 원리를 적용한 새로운 플랫폼으로 재구성해야만 그 가치가 입증될 수 있다고 판단했다. 결론적으로 렌즈와 거울을 활용한 장치 설계와 더불어 '사용자 맞춤형 제어'와 '사용자 인식 개선'에 초점을 맞추어 매커니즘을 구성할 수 있었다.

(3) 설계의 제약조건 및 문제 해결 방법

조명 장치 설계를 진행하는 과정에서 설계의 주된 목적인 고효율 조명 개발을 충족시키기 어려울 수 있다는 판단이 섰다. 빛이 조명 내부 벽에서 흡수되어 오히려 조명 빛의 세기가 약해질 수도 있기 때문인데, 이러한 문제를 해결하기 위해 조명의 높이를 줄여 빛이 내부 벽의 영향을 받는 상황을 최소화하였다. 또한, 조명 내부에 거울 시트지를 부착하여 빛이 조명 외벽에 완전히 흡수되는 대신 반사가 일어나도록 하여 내부에서 흡수되는 빛의 양을 줄였고, 결론적으로 빛의 손실을 줄이고자 하였다.

3. 설계 내용

1) 렌즈와 거울을 활용한 장치 설계

본 설계의 장치는 크게 4가지 부분으로 구성되어있다. USB타입 LED 줄조명, 렌즈가 위치한 판, 그 판을 위아래로 움직이는 래크 기어와 피니언 기어, 서보모터, 마지막으로 구성품들이 제 자리에 있도록 해주는 박스 형태의 틀이 있다.

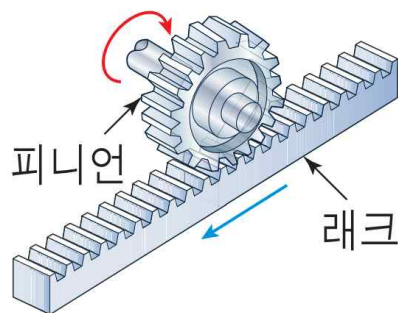
LED 조명이 다른 종류의 조명(형광등, 전구)과 비교했을 때 광효율이 높고 차지하는 부피가 작아서 부품으로 사용하기 용이하였다. 또한 220V의 콘센트에 연결하는 장치는 부피가 크고 장치를 제작할 때 감전 위험이 있어 부피도 작고 사용하기 간편한 USB 타입의 LED 줄조명을 사용하기로 하였다. 또한 줄조명은 원하는 위치에 원하는 모양으로 부착할 수 있다는 장점이 있다.

렌즈는 [그림 13]과 같이 시중에 판매하는 볼록 렌즈(Plano-Convex lens)형태의 LED 렌즈를 사용하였다. 렌즈 판에 여러개의 구멍이 있어 각각의 구멍에 렌즈를 고정할 수 있도록 설계하였다.

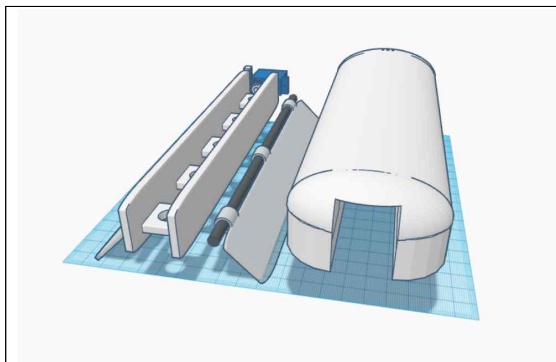
본 조명 장치 설계의 가장 큰 과제는 렌즈를 상하로 조작하는 움직임을 구현하는 것이었다. 렌즈가 박혀있는 가림판에 직선 왕복 운동을 하는 래크 기어를 연결하고, 서보모터에 회전 운동을 하는 피니언 기어를 연결하여 가림판이 위아래로 움직일 수 있도록 하였다.



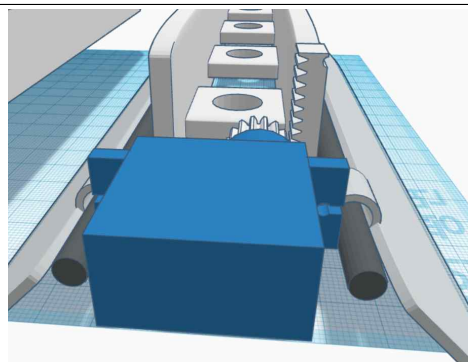
[그림 13] USB타입 LED 줄조명



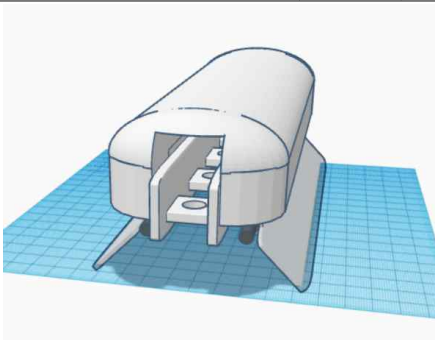
[그림 14] 피니언 기어와 래크 기어



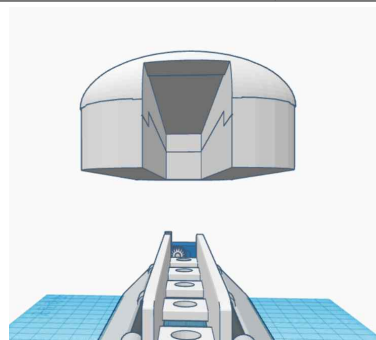
[그림 15] 1차 모델링 (외부 구조)



[그림 16] 1차 모델링 (내부 구조)



[그림 17] 1차 모델링 (외부 구조)



[그림 18] 1차 모델링 (내부 구조)

[그림 15]는 첫 번째 3D 모델링 결과물이다. [그림 16]처럼 서보모터에 피니언 기어를 연결하고 렌즈가 들어갈 홈이 있는 판에 작은 래크 기어를 부착하여 서보모터가 회전함에 따라 판이 위아래로 내려올 수 있도록 하였다. 비닐하우스처럼 생긴 구조물이 이 장치의 틀인데 가운데 뚫려있는 직사각형 모양의 구멍으로 아래 그림처럼 렌즈 판이 들어간다. [그림 18]에서 확인할 수 있는 틀의 구멍 천장에 LED 줄 조명이 위치한다.

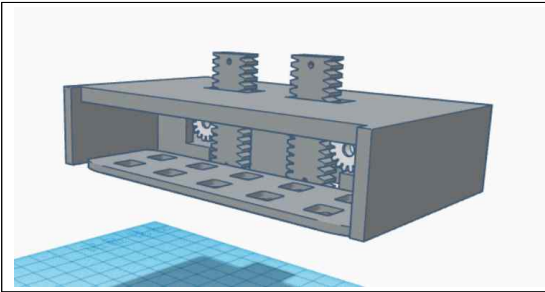
렌즈 판 양옆, 가림막과 같이 생긴 구조물에는 거울과 서보모터를 부착하여 빛의 방향을 조절을 할 수 있게 하는 것도 목표였는데 부피가 너무 커지고 서보모터가 많을수록 에너지 절약과는 거리가 멀어져 거울 부분을 없애기로 하였다.



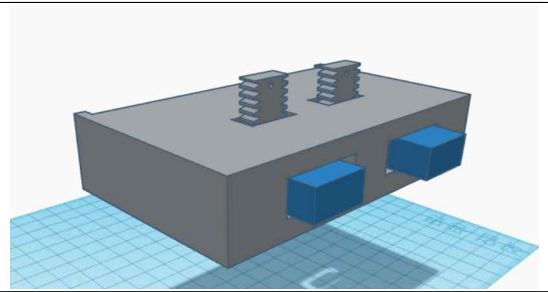
[그림 19] 1차 모델링 결과물

[그림 19]는 3D 모델링 출력 결과물이다. 첫 번째 결과물은 외관적으로는 문제가 없었으나, 한쪽에만 달린 작은 래크 기어로는 렌즈 판이 상하로 잘 움직이지 않았고 틀 안의 공간이 부족하였다.

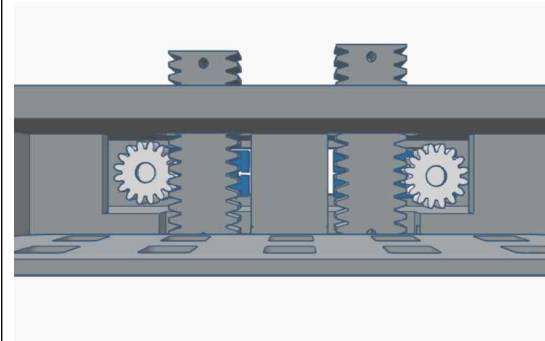
이러한 문제점으로 보완하여 틀 안쪽 공간을 넓게 하고 렌즈 판의 상하 운동에 초점을 맞춘 설계가 바로 두 번째 설계이다.



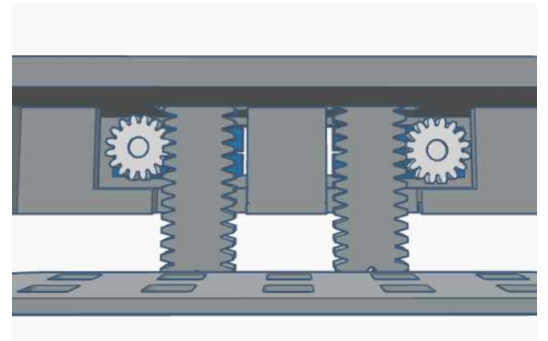
[그림 20] 2차 모델링 (외부 구조)



[그림 21] 2차 모델링 (외부 구조)



[그림 22] 2차 모델링 (내부 구조)



[그림 23] 2차 모델링 (내부 구조)

렌즈 판을 보다 효과적으로 상하로 움직이기 위해서는 적어도 2개의 랙 기어와 서보모터가 필요하다고 생각되어 구동계의 부품을 하나씩 추가하였으며, [그림 22]와 [그림 23]을 통해 상하 운동의 개선을 확인할 수 있다.

2) 거리에 따른 조도 측정값 비교

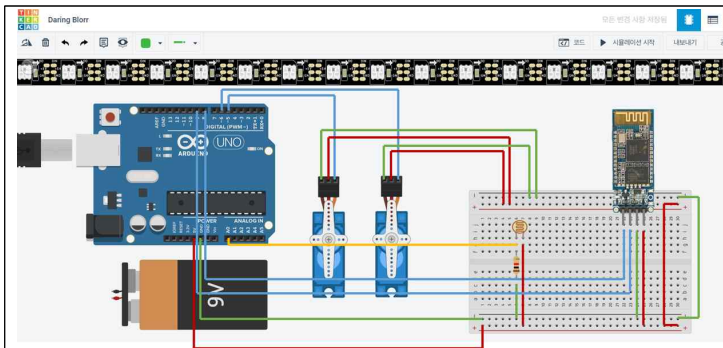
본 실험의 목적은 조명의 렌즈와 전구 사이의 거리에 따라서 빛이 퍼지는 범위와 부분별 세기를 조절하는 과정으로, 조명의 사용 상황에 따라 적절한 조명 사용 환경을 설정하는 것이다. 조작 변인은 렌즈와 전구 사이의 거리이고, 통제 변인은 주변 밝기, 조도 센서와 조명의 위치 등이다. 종속 변인은 조도 센서로 측정되는 빛의 범위와 부분별 세기이다. 구체적인 측정 방법은 먼저 렌즈 사이의 거리를 $\{(최대\ 거리)-(최소\ 거리)/5\}$ 의 간격으로 나눈 6개의 측정값을 비교하여 각각 3가지 상황에 대응시켜서 상황마다의 기본값을 설정하는 것이다.

첫 번째 상황은 책을 보거나 공부를 할 때로, 적당히 밝고 적당히 분산된 조명이 필요하다. 두 번째는 전자 기기를 이용할 때로, 어둡고 넓게 분산된 조명이 필요하다. 마지막은 조립 등의 정밀한 작업을 수행할 때이고, 이때는 굉장히 밝고 집중된 조명이 필요하다.

밝기를 측정하고 그 수치를 비교하기 위하여 CdS 조도 센서(모델명: GL10537-1)를 활용하였으며, 아두이노에 연결한 후 시리얼 모니터를 통해 경과를 지켜보았다. 49~969의 범위 내에서 관찰한 결과 렌즈 판과 광원 사이의 거리가 최소일 때 940, 최대일 때 892 정도의 수치를 보였으며 렌즈의 효율을 확인할 수 있었다.

3) Arduino Uno와의 연동

아두이노 우노 보드와 블루투스 모듈, 2개의 서보모터를 연결한 회로를 구성하였다.

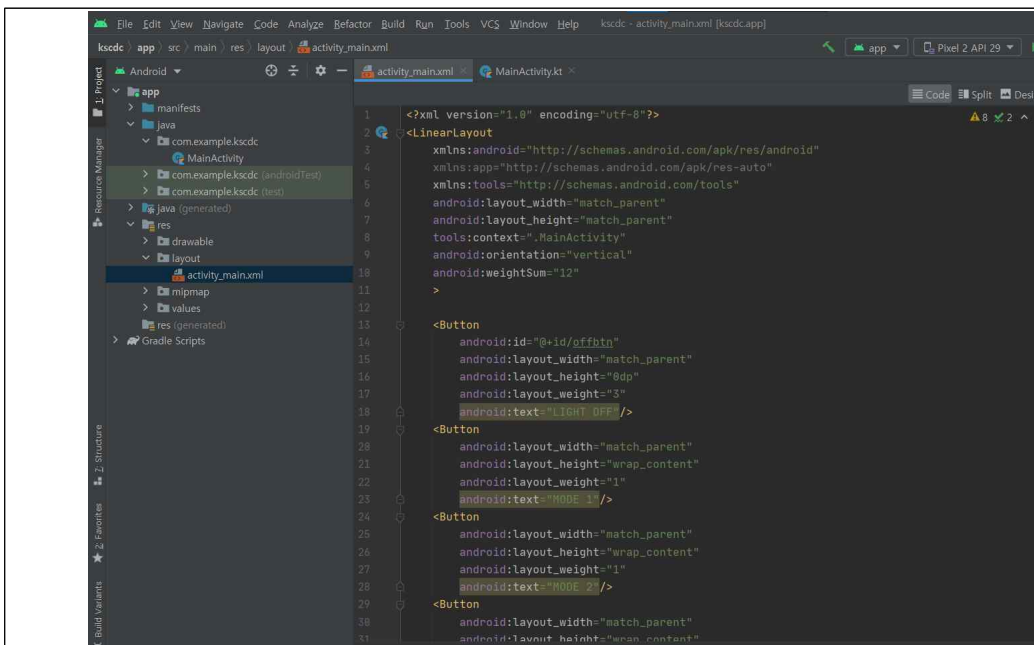


[그림 24] 텀커카드를 활용한 아두이노 회로도



[그림 25] 다중 서보모터 소스 코드

4) 모바일 애플리케이션 제작을 통한 사용자 제어 플랫폼 구축



[그림 26] 안드로이드 스튜디오 레이아웃 코드

III. 설계 수행 일정

설계 진행 내용	4월	5월	6월	7월	8월	9월
주제 선정 및 제안서 작성	■					
아이디어 구체화		■	■			
중간보고서 작성			■			
물리적 원리 파악 및 장치 설계			■	■		
아두이노 회로도 구성 및 개발				■	■	
애플리케이션 제작				■	■	
최종 보고서 작성					■	■

IV. 설계 결과물

1. 최종 결과물 형상 및 작동 원리

조명 장치가 렌즈 위에 위치하여 빛이 렌즈를 통과할 때의 굴절을 이용할 수 있도록 장치를 설계하였다. 조명으로부터 렌즈까지의 거리를 래크 기어를 활용해 조절할 수 있도록 하였으며, 장치 내부에서 빛의 집광을 위해 거울을 이용한 벽면을 설계하였다. 사용자가 렌즈의 높이를 조절하여 빛이 퍼지는 정도를 조절할 수 있으며, 상황에 따른 렌즈의 높이는 애플리케이션을 통해서 조절할 수 있도록 하였다. 애플리케이션의 경우 사용자 맞춤 설정 이외에도 조명 장치의 사용 시간, 에너지 사용량 등을 시각적으로 나타낼 수 있는 플랫폼을 구축하였다.

2. 최종 설계 결과물의 장단점 및 의의

제작하여 연결한 장치를 구동하는 데에 추가적인 전기 에너지가 소비되지 않는다는 점에서 최종적인 목적인 에너지 절약에 부합한다고 판단했다. 더 나아가 사용자가 애플리케이션만을 사용해서도 쉽고 빠르게 조명을 조절할 수 있으며, 조명과 전기 에너지 사용량을 한 번에 확인할 수 있다는 점에서 의의를 갖는다. 다만 프로토타입 제작을 위한 최소한의 기능만을 구현하였다는 점에서 하드웨어, 소프트웨어 측면에서 한계점을 보였고, 향후 추가적인 연구를 통해 아래 [그림]과 같은 알고리즘을 구현할 계획이다.

다만 초기 세팅으로 세 가지 경우로만 나누어 구현했다는 부분에 대해서는 한계점을 보인다. 프로토타입 제작을 목적으로 하였기에 래크 기어의 길이나 집광량이 충분하지 않았으며, 완벽한 시제품으로 발전하기 위해서는 세부적인 범위 구분이 필요하다.

더불어 안드로이드 스튜디오로 제작한 앱이 연동을 위한 최소한의 기능만을 제공하고 있으므로, 백엔드 코딩에 있어 부가적인 알고리즘을 추가하면 좋을 것 같다고 판단했고, 향후 추가적인 연구를 통해 발전된 알고리즘을 구현할 계획이다. 옵션 추가 모듈을 활용하여 옵션을 추가할 수 있도록 하고, 각도의 수치적인 값을 대입할 수 있는 폼 구성을 도입하여 추가 옵션에 대한 사용자 설정을 가능하게 할 수 있도록 기능적인 발전이 필요하며, 추가한 부분에 대하여 아두이노와 연동시키는 과정 또한 이루어져야 한다.

V. 활용방안 및 기대효과

본 설계팀의 조명 장치는 책상 위의 스탠드처럼 사용할 수 있도록 만든 장치이다. LED와 렌즈로 개선된 광효율로 에너지 절약과 공부할 때나 휴식할 때, 조금 더 넓은 영역을 비추고 싶을 때 등과 같은 다양한 상황에서 사용자가 원하는 광품질로 조절할 수 있다. 기대되는 효과로는 에너지 절약과 사용자의 사용감 증진이 있다.

<참고문헌>

주원돈, 오상현. "광 확산용 2차 렌즈 설계 기술 연구." 조명·전기설비학회논문지 26.6 (2012): 1-7.

SAMSUNG SEMICONSTORY 삼성전자, 광원에 렌즈 부착한 LED모듈 'LAM(램) 시리즈' 출시
<https://www.samsungsemiconstory.com/kr/%EC%82%BC%EC%84%B1%EC%A0%84%EC%9E%90-%EA%B4%91%EC%9B%90%EC%97%90-%EB%A0%8C%EC%A6%88-%EB%B6%80%EC%B0%A9%ED%95%9C-led%EB%AA%A8%EB%93%88-lam%EB%9E%A8-%EC%8B%9C%EB%A6%AC%EC%A6%88/>