대한기계학회 주최

제11회 전국학생설계경진대회(2021년)

설계 최종 보고서

참가부	고등부 (O) / 대학부 ()					
참가분야	공모주제 (O) / 자유주제 ()					
참가팀명	티즐					
설계제목	유동적인 일조량 조절을 위한 반응형 루버					
지도교수/교사	(소속) 하나고등학교 (성명) 전지환					
대표자 (신청인)	성명	소속	연락처 (휴대폰)	E-mail	주소	
	서재원	하나고등학교				

참가팀원 인적사항

NO	성명	소속 / 학년	E-MAIL		
1	김규민	하나고등학교 1 학년			
2	김민재	하나고등학교 2학년			
3	남지은	하나고등학교 1 학년			
4	서재원	하나고등학교 2학년			
5	이윤서	하나고등학교 2학년			
6					

설계 요약문

참가분야	공모주제 (O) / 자유주제 ()				
참가팀명	티즐				
설계제목	유동적인 일조량 조절을 위한 반응형 루버				
대표자명	서재원				
요약문	최근 미관상의 이유로 건물 전체를 유리로 감싸는 통유리, 커튼월 건물의 비율이 높아지고 있다.커튼월 시공은 미관, 탁 트인 시야라는 장점을 가지고 있지만 직사광선이 그대로 유입된다는 점에서 에너지 절약의 관점에서는 문제점을 지니고 있다. 커튼월 시공에서 일조량을 조절하는 방법으로는 루버사용이 있다. 하지만 기존의 루버는 움직임에 제약이 있어 유동적으로 일조량을 조정할 수 없다. 이 부분에서 아이디어를 착안해 일조량에 따라 유동적인 움직임이 가능한 루버를 설계했다. 큰 패널 하나로 유리창 전체를 가리는 방식 대신 여러개의 패널로 루버를 제작해 일조량을 조절한다. 각각의 루버는 두 개의 회전축을 가지고 있으며 건물 외벽에 수평인 회전축으로 좌우 방향으로 구동하고 건물 외벽에 수직인 회전축으로 상하 방향의 구동이 가능하다. 루버에 부착된 4개의 조도 센서를 이용해서 각각의 조도센서의 측정값을 비교해 태양빛이 비추어 오는 방향을 찾는다. 해당 방향으로 루버를 구동해 별도의 조작 없이 자동으로 일조량을 조절할 수 있도록 한다. 상하좌우 모든 방향으로 움직이는 루버를 이용하면 다방면에 도움이 된다. 가장 먼저 루버의 근본적 기능인 일조량 조절을 더욱 효율적으로 할 수 있다. 실내에서 작물을 재배하는 경우 일조량 조절을 통해 재배량을 더욱 증가시킬 수 있다. 또한 과도한 일조량으로 인해 커튼 윌 시공에서 발생하는 문제점인 과도한 난방비로 인한 문제를 해결할 수 있다. 견물 내부의 사용자뿐만이 아니라 건물 외벽의 빛 반사 문제도 해결할 수 있다. 통유리 건물 주변의 주택가나 도로에서 반사광으로 인한 시야 미확보 문제를 건물에 유입되는 일조량을 줄임과 동시에 근본적으로 해결할 수 있다. 루버를 현대 건물에서의 한옥의 전통 구조인 처마의 역할을 하는 것으로도 볼 수 있다. 상하좌우로움직이는 루버를 이용해서 현대적 처마를 재탄생 시킨다면, 기술적 미와 전통적미가 조화를 이루는 세련된 건축물이 될 수 있을 것이다.				
설계프로젝트의 입상 이력	* 교외 울품질적이 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.

1. 설계의 필요성 및 목적

본팀은 이번 경진대회의 공모주제인 '에너지 절약' 주제를 보고 현재 은평구 에너지 소비량 2위에 해당하는 본교에서 에너지 낭비 사례를 찾고자 하였다. 학교의 외관을 보던 중 통유리로 덮여있는 건물인 학교에서 여름철에 온도가 높고 그로 인해 냉방비가 많이 발생한다는 사실을 발견하였다. 이는 통유리 건물들의 공통된 문제점이고, 미관상의 이유로 건물을 통유리로 감싼 커튼 월(curtain wall) 시공은 에너지 효율이좋지 않아 다량의 냉방 비용을 필요로 한다. 실내 온도를 상승시키는 주된 원인은 일조량인데, 커튼 월(curtain wall) 시공은 햇빛을 전부 그대로 받아들이는 구조를 가지고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 일조량을 조절할 수 있는 루버라는 장치를 사용하는데 루버는 고정루버와 전동루버로 나뉜다. 기존의루버는 움직임이 한 방향으로 설정이 되어 유동적으로 건물을 비추는 일조량을 조절할 수 없다. 본팀은 이러한 문제점을 보완해 유동적인 일조량의 변화에 따라 자유롭게 움직일 수 있는 루버를 제작해보자고 생각하여 설계하게 되었다.

2. 설계 핵심 내용

(1) 설계 문제의 정의

커튼월 시공의 낮은 에너지 효율을 극복하기 위해 일조량을 조절할 수 있는 장치가 필요하다. 기존의 일조량 조절 장치로는 커튼, 블라인드, 루버 등이 있으나 현재까지는 차단 또는 개방의 두 가지 선택만을 목적으로 하고 있다. 하지만 이러한 제한적인 일조량 조절은 커튼월 시공의 본질적 이유인 채광, 전망, 외관상의 장점을 해칠 뿐만 아니라 계절과 날씨, 창호 위치에 따라 달라지는 일사 유입에 유동적으로 대응할 수 없다. 건물의 용도, 건물을 사용하는 개인의 특성에 따라서도 적정 일조량이 달라질 수 있기에 수직 또는 수평 방향만이 아니라 유동적으로 움직일 수 있는 일조량 조절 장치가 필요하다. 이 기능을 구현하기 위한 장치로는 건물 외부의 넓은 공간에서 비교적 자유롭게 가동 가능한 루버의 형태가 가장 적합하다. 커튼월 시공과 루버의 공존을 위해, 루버의 고유 기능인 일조량 조절을 최우선으로 하되 건물 디자인의 일부로 수용될 수 있도록 루버를 설계한다. 건물 외관의 미적 가치와 일조량의 유동적 조절을 동시에 고려하여 건물 가치 상승과 더불어 냉난방의 효율적 사용을 통한 자원 절약을 실현한다.

(2) 설계의 독창성 및 접근 방법

1) 설계 방법 및 배경

- (1) 기존의 루버와 달리 두 개의 축을 가지고 구동이 가능하도록 해 태양빛이 비추는 방향에 따라서 태양빛을 차단하는 기능을 가진다.
- 건물 외벽면과 수평한 회전축과 수직한 회전축을 동시에 사용해 좌우, 상하 방향으로 회전을 하며 이에 따라 모든 방향에서의 일조량을 조절할 수 있다.
- (2) 태양빛이 비추는 방향을 스스로 찾아 유동적으로 일조량을 조절할 수 있는 기능을 가진다.
- 4개의 조도센서 측정값의 차이를 통해 태양빛이 오는 방향을 찾은 후 해당 방향으로 루버를 회전시켜서 일조량의 변화에 따라 루버의 방향도 이를 따라가는 움직임을 구현한다.
- 루버의 구동을 임의로 조작할 필요 없이 루버 자체적으로 움직이기 때문에 별도 관리 인력이 필요하지 않다.

2) 설계의 독창성

특허청에 등록 및 공개된 루버 관련 장치의 특징을 분석한 결과는 아래와 같다

(1) 루버 자동 개폐 시스템 (1020190133084-등록)

- ❖ 내부 및 외부 화경을 감지해 자동으로 루버를 개폐함
- ❖ 외부에 황사. 미세먼지, 빗물 등의 이물질 유입을 차단함
- ❖ 뜨거운 유체를 신속하게 배출하면서 외부의 공기를 원활히 유입되게 해 내부 환경을 안전하게 유지함

일조량에 따라 자유롭게 움직이는 것이 아닌, 외부 환경에 따라 자동으로 개폐되는 루버로, 에너지 절약과 는 거리가 있다.

(2) 차양형 접이식 루버창 (1020140122640-등록)

- ❖ 주간에는 건물의 내부로 투과되는 일사량을 조절함
- ❖ 야간에는 외부에서 실내가 보이지 않도록 시선을 차단함과 동시에 외부인이 침입할 수 없도록 방범기능을 갖춤

주간, 야간에 따라 루버의 기능이 달라지는 것이기 때문에 본 설계에서의 루버와는 차이가 있다.

(3) 휘날리지 않고 루버 끼리 일정한 간격을 유지하는 버티컬 블라인드 (2003369630000-등록)

- ❖ 바람 때문에 루버가 서로 충돌하거나 꼬이는 현상이 발생함
- ❖ 루버를 상하로 고정해 루버의 움직임을 최소화 하여 루버간 간섭이 생기지 않도록 함

루버의 고정성을 기존 루버보다 높인 장치로, 일조량에 따라 자유롭게 움직이는 본 설계의 루버와는 차이가 있다.

(4) 튜브 캐리어가 적용된 커튼월의 일체형 루버 결합 구조 (1012458310000-등록)

- ❖ 기존 루버 장치를 커튼월에 설치하기 위해서는 별도의 구조물이 필요하며 조립에 용이하지 못 하다는 문제점이 있다.
- ❖ 상하측 수평 프레임과 좌우측 수직 프레임과 결합된 루버를 통해 커튼월과 일체화된 루버를 설계할 수 있다.
- ❖ 루버를 설치하기 위한 별도의 구조물이 필요가 없어 조립이 용이하고 부품 비용이 절감된다는 효과가 있다.

루버를 설치하는 과정을 없애버린 장치로, 루버의 기능에 미치는 영향은 없다.

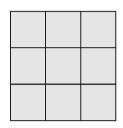
위의 특허 사례에서는 본 설계와 유사한 점이 없으며 본 설계가 독창성을 가짐을 알 수 있다.

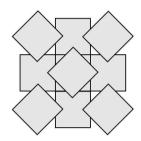
3) 설계의 제약조건 및 문제 해결 방법

(1) 루버의 형태

기존의 루버는 대부분 직사각형 형태이다. 직사각형의 장점은 평면을 한가지 도형으로 전부 채울 수 있다는 점이다. 따라서 직사각형 루버는 채광을 완전히 차단하거나 완전히 개방할 수 있다. 하지만 직사각형 루버는 본 설계에 적용하기에 단점이 있다. 본 설계에서는 루버를 한 종류의 축이 아닌 두 개 이상의 축으로 회전이 가능하도록

설계를 한다. 루버의 회전 축이 벽면에 수평인 축과 벽면에 수직인 축으로 이루어진다고 할 때 벽면에 수직인 축으로 회전할 때 문제가 생긴다. 정사각형을 포함한 직사각형은 대각선의 길이가 각 변의 길이보다 길다. 따라서 루버를 회전하게 되었을 때 상하 좌우의 루버와 공간이 겹칠 수 있고 이는 공간의 비효율적 사용을 일으킨다. 루버간의 간섭은 애초에 회전을 불가능하게 해 설계의 목적에 부합하지 않는다. 루버의 회전으로 인해 공간을 다 채우지 못한다면 루버로서의 기능을 상실하게 된다.



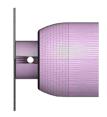


<그림 1: 직사각형 루버 회전시 발생하는 간섭>

따라서 본 설계에서는 직사각형 이외의 도형으로 루버를 디자인한다. 축을 회전할 때에도 간섭이 없도록 하려면 루버를 원형으로 디자인하는 것이 가장 적절하다. 원의 지름은 항상 동일하기 때문에 회전시에도 주변의 루버와 간섭이 생기지 않는다. 하지만 원으로는 평면을 완전히 채울 수 없다. 따라서 원과 유사한 형태를 띄면서 평면을 완전히 채울 수 있는 도형으로 루버를 디자인하는 것이 가장 적합하다. 본 설계에서는 루버의 형태를 정육각형으로 계획하고 있다. 평면을 완전히 채울 수 있으면서도 원과 유사한 정다각형이기 때문에 필요한 조건을 모두 충족할 수 있다. 건물 외벽을 완전히 채운다는 점에서 비정형 도형을 사용할 가능성도 있다. 건물 자체가 비정형일 경우 정다각형으로 루버를 제작할 시 건물 외벽을 효과적으로 채울 수 없을 수가 있다. 따라서 비정형 도형을 이용해 건물 외벽을 채우는 경우도 고려할 필요가 있다.

(2) 루버의 회전축 설정

기존의 루버는 주로 건물 외벽에 평행한 회전축 하나만을 가지고 있다. 예를 들어 남북 방향의 일조량을 조절하고 나 동서 방향의 일조량만 조절하는 방식이다. 본 설계에서는 수평, 수직 회전이 모두 가능하도록 해 남북, 동서 방향의 일조량을 모두 조절할 수 있도록 하려고 한다. 이를 위해서 각각의 루버에 건물 외벽면에 수직인 회전축과 수평인 회전축을 부착해 자유로운 움직임이 가능하도록 한다. 혹은 볼 조인트를 사용할 수도 있다. 볼 조인트는 구형의 베어링을 통해 모든 방향의 자유로운 조향이 가능하다. 볼 조인트를 이용한다면 굳이 축을 두 개 사용할 필요가 없이 하나의 축 만으로도 자유로운 움직임을 구현할 수 있게 된다. 어느 종류의 결합 방식을 사용할 것인 지는 여러 방면에서의 고려가 필요하다. 루버가 건물 외벽에 항상 고정되어 있는 것이 아니라 경우에 따라서 건물 외벽의 전망을 위해 개폐가 가능한 방식으로 설계가 이루어질 것이기 때문이다. 본 설계에서는 건물 외벽에 수직 인 회전축과 수평인 회전축을 가지는 구동 장치 2개를 이용하여 루버를 제작하기로 했다. 기존에 후보군으로 두었던 볼 조인트를 사용하지 않은 이유는 루버의 수납과 관련이 있다. 볼 조인트를 사용하게 된다면 루버를 수평방향이나 수직 방향으로 회전한다고 했을 때 90도까지 회전을 시킬 수 없다.

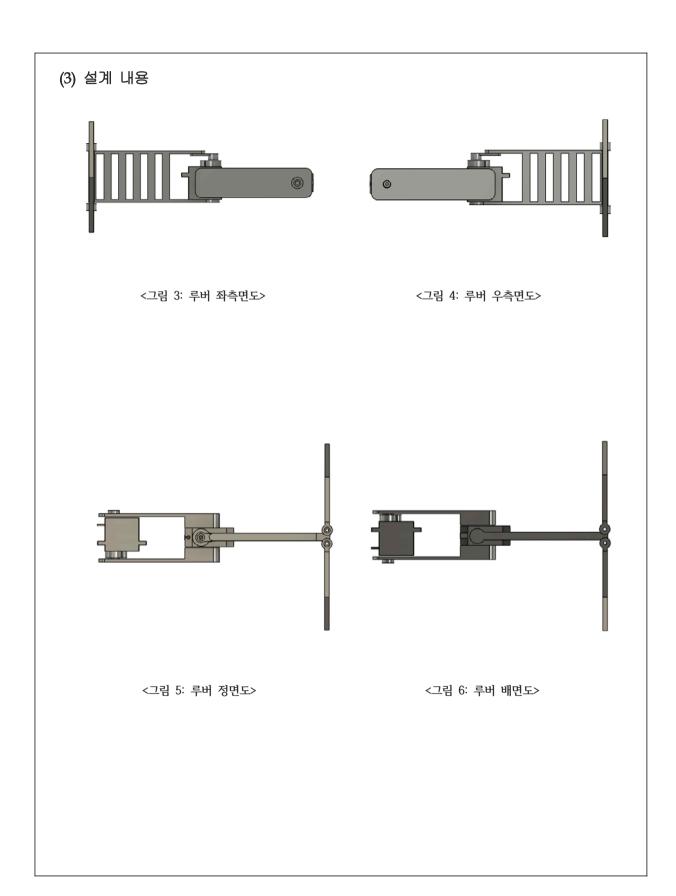


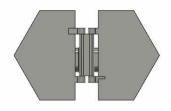
<그림 2: 볼 조인트>

위 그림을 참고하게 된다면 볼 조인트가 회전함에 따라서 고정부와의 간섭이 생기는 것을 볼 수 있다. 루버의 회전각이 제한되어 있기 때문에 효과적인 일조량 조절이 어려울 수 있다. 하짐만 가장 큰 문제는 루버의 수납을 어렵게 한다는 점이다. 루버의 부피를 줄일 수 있는 한계가 있기 때문에 루버가 차지하는 면적이 크고 더욱 수납에 필요한 공간을 많이 요구한다. 이러한 볼 조인트가 가지는 문제를 2개의 회전축으로 나누어서 구동한다면 해결할 수 있다. 이 방법은 설계 내용 부분에서 더욱 자세히 설명하도록 하겠다.

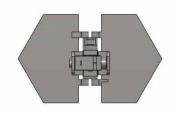
(3) 루버의 개폐

루버가 건물 외벽에 고정되어 있다면 루버를 건물과 연결하는 연결부 등으로 인한 시야 방해가 일어날 수 있다. 특히 커튼월 시공은 넓은 시야가 확보된다는 장점이 있는데 일조량을 줄이기 위한 루버 사용으로 커튼월 시공의 근본적인 기능이 훼손되어서는 안된다. 따라서 루버를 사용하지 않을 시 루버로 인한 시야 방해나 간섭이 없도록 이동이 가능하도록 해야 한다. 본 설계에서는 두 가지 방법을 고려해 보았는데 루버를 건물 외벽과 수평으로 이동 시켜 건물 가장자리로 루버를 옮기거나 건물 골격 안쪽으로 루버를 접을 수 있는 형태로 디자인하는 것이다. 루버를 건물 외벽면에 수평 방향으로 이동한다고 했을 때 루버의 이동을 위한 별도의 레일, 구동 장치등이 필요하고 이는 추가적인 설비를 요구한다. 이보다는 루버를 건물 골격 안쪽으로 개폐하는 방식이 더욱 효과적일 것이라고 판단했다. 루버의 날개를 접을 수 있도록 해서 루버를 사용하지 않을 때에는 최대한 부피를 줄인 후 건물 안에 수 납이 가능하도록 한다. 이 방법은 설계 내용 부분에서 더욱 자세히 설명하도록 하겠다.



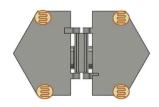






<그림 8: 루버 배면도>

본 설계에서 구현하고자 하는 루버의 형태를 3D 모델링으로 디자인 했다. 우선 루버를 수평방향으로 회전시키기 위한 구동부와 수직방향으로 회전시키기 위한 구동부로 나누어져 있다. 태양빛을 가리는 역할을 하는 육각형 형태의 구조물을 wing으로, wing과 수평방향 구동부를 연결하는 구조물을 bridge로, 수평방향 구동부와 수직방향 구동부를 연결하는 구조물을 leg라고 명명다. wing 부분은 두 개의 구조물로 이루어져 있다. 각각의 wing이 bridge와 연결이 되어 있는데 wing 부분을 분할해서 제작한 이유는 wing의 구동이 가능하게 해서 부피를 줄여 수납에 용이하게 하기 위해서이다. 각각의 wing은 90도의 회전반경을 가지며 최대 각도로 구동했을시 bridge와 수평을 이루게 된다. bridge는 wing과 모터를 연결해 좌우 방향으로 구동하게 된다. 건물 외벽에 설치했을 시동서 방향의 일조량을 조절하게 된다. leg는 bridge와 모터를 연결하며 이 모터는 건물외벽과 결합하게 된다. 모터가 회전하면서 leg에 부착된 bridge와 wing 모두가 수직 방향으로 구동하게 된다. 건물 외벽에 설치했을 시남북 방향의 일조량을 조절하게 된다. 따라서 wing을 접을 수 있는 구동부, 좌우 움직임을 가능하게 하는 구동부, 상하 움직임을 가능하게 하는 구동부, 총 3개의 구동 장치를 이용해 일조량을 조절할 수 있다.



<그림 9: 루버- 조도센서 부착 시>

반응형 루버라고 말하기 위해서는 일조량에 따라 유동적으로 조절하는 기능이 필요하다. 따라서 조도센서로 일조량을 측정한 후 스스로 태양빛이 비치는 방향을 찾아 일조량을 조절하는 기능을 추가한다. 루버에는 4개의 조도센서가 부착되어 있는데 좌측 상단에 위치한 것을 1번, 우측 상단에 위치한 것을 2번, 좌측 하단에 위치한 것을 3번, 우측 하단에 위치한 것을 4번이라고 명명한다. 4개의 조도센서 각각의 측정값을 비교해서 태양빛이 가장 많이 비치는 방향을 찾는다. 예를 들어서 1번 센서의 측정값이 2번과 3번 센서의 측정값보다 크다면 태양빛이 좌측 상단을 비추고 있다는 것을 알 수 있고 해당하는 방향으로 각도를 조절에 일조량을 조절한다. 해당 기능을 수행하는 아두이노 코드는 다음과 같다.

```
1 #include < Servo.h >
2 Servo servo;
4 int motor 1 = 90; // 모터 1 초기 각도 설정
5 int motor_2 = 90; // 모터 2 초기 각도 설정
6 int cds 1 = A0; // 조도센서 1을 정의
7 int cds_2 = A1; // 조도센서 1을 정의
8 int cds_3 = A2; // 조도센서 1을 정의
9 int cds 4 = A3; // 조도센서 1을 정의
10
11 void setup() {
12 servo.attach (motor_1);
13 servo.attach(motor 2);
14 Serial.begin (9600);
15}
16
17 // setup() 함수가 호출된 이후, loop() 함수가 호출되며,
18 // 블록 안의 코드를 무한히 반복 실행됩니다.
19 void loop() {
20 int cdsValue_1 = analogRead(cds_1); // 조도센서 1의 측정값을 정의
21 int cdsValue 2 = analogRead(cds 2); // 조도센서 2의 측정값을 정의
22 int cdsValue_3 = analogRead(cds_3); // 조도센서 3의 측정값을 정의
   int cdsValue 4 = analogRead(cds 4); // 조도센서 4의 측정값을 정의
24
25
   while (cdsValue 1 > 100) {
if (cdsValue_1 > cdsValue_2 + 50 && cdsValue_1>cdsValue_3 + 50) {
    // 1번 센서의 값이 2번, 3번 센서의 값보다 클 때(50만큼의 차이)
27
28
    motor 1 += 30;
   motor 2 -= 30;
29
   delay(30); // 루버의 방향을 왼쪽 위로 향함
30
31
32
33
    if (cdsValue_4 > cdsValue_2 + 50 && cdsValue_4 > cdsValue_3 + 50) {
      // 4번 센서의 값이 2번, 3번 센서의 값보다 클 때(50만큼의 차이)
34
35
    motor 1 -= 30;
36
    motor 2 += 30;
    delay(30); // 루버의 방향을 오른쪽 아래로 향함
37
38
39
    if (cdsValue 1 + 50 < cdsValue 2 && cdsValue 2 > cdsValue 4 + 50) {
40
    // 2번 센서의 값이 1번, 4번 센서의 값보다 클 때(50만큼의 차이)
41
42
    motor 1 -= 30;
43
   motor 2 -= 30;
    delay(30); // 루버의 방향을 오른쪽 위로 향함
44
47
   if (cdsValue_3 > cdsValue_4 + 50 && cdsValue_3 > cdsValue_1 + 50) {
    // 3번 센서의 값이 4번, 1번 센서의 값보다 클 때(50만큼의 차이)
48
49
     motor 1 += 30;
50
     motor_2 += 30;
     51
52 }
53
54 else {
55
   break; // 이외의 경우에는 동작하지 않음
57 delay(200);
58 }
59}
60
```

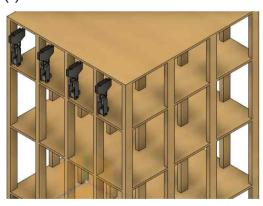
<그림 10: 아두이노 코드>

3. 설계 수행 일정

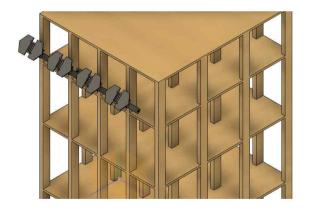
설계 진행 내용	4월	5월	6월	7월	8월	9월
설계 문제 조사 및 설계 계획						
루버 3D 모델링 및 규격 설정						
루버 회전각도 설정을 위한 실험						
루버 개폐 기능 구현						
일조량 반응 기능 구현						
설계 부품 출력 및 조립						
최종 보고서 작성						

4. 설계 결과물

(1) 최종 결과물 형상 및 작동원리



<그림 11: 건물 설치시- 접힌 상태>



<그림 12: 건물 설치시- 펴진 상태>

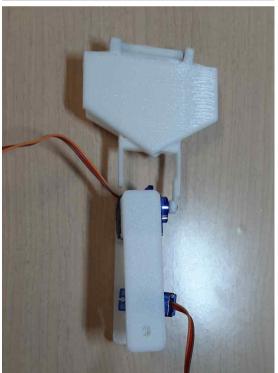
루버를 실제 크기로 제작해 건물에 설치하는 것은 어려움이 있기에 건물 모형에 루버를 부착하는 모델링을 해 보았다. 건물의 골격에 루버가 부착되어있는 것을 볼 수 있으며 루버를 사용하지 않을 시에는 루버를 접어서 건물의 빈 공간에 수납할 수 있다. 루버를 사용할 때에는 3개의 회전축을 이용해서 태양의 위치에 따른 유동적인 일조량에 대한 반응이 가능하다.

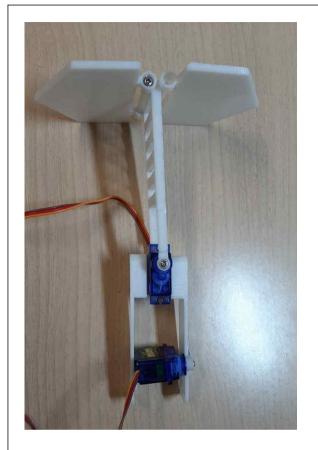
3D 프린터를 이용해 위의 설계 내용에서 제시한 모델링 결과물을 출력했다.

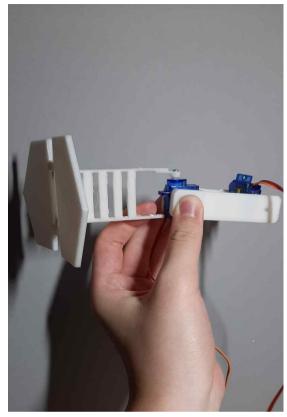












(2) 최종설계 결과물의 장단점 및 의의

통유리인 건물은 그리 흔하지 않은 건물이다. 통유리인 건물이 있더라도, 건물 외향 디자인을 위해 루버를 설치하지 않는 경우를 흔히 볼 수 있다. 또한, 태양이 움직이는 방향은 항상 같기 때문에 루버를 모든 방향으로 움직일 수 있게 만든다고 기존의 루버를 사용할 때 보다 열효율이 놀랍도록 좋아지진 않을 수 있다. 또한 루버를 설치하고 유지 보수하는 비용이 발생할 수 있다. 하지만 통유리 건물의 특유의 문제점인 온실 효과의 근본적 원인인 일조량을 차단한다는 것은 큰 의의를 가진다. 에너지 효율이 낮은 통유리 건물은 냉방을 위해 막대한 양의 에너지를 소비하는데 이를 감소하는 것이 루버의 역할이다. 또한루버는 건물 내부의 이용자에게만 기능을 제공하는 것이 아니다. 통유리 건물의 또 다른 문제점중 하나인 유리창의 태양빛 반사로 인한 시야 미확보 문제 또한 해결할 수 있다. 통유리 건물에 태양빛이 반사되어서 인근 주택가나 도로에 빛을 비추어서 시야가 차단된다는 이슈가 종종 있었다. 루버를 사용함으로써 건물에 반사되는 태양빛의 양을 줄이면 이는 주변 지역사회에까지 도움이 될 수 있다. 루버가 움직임으로서 오는 디자인의 변화가 생기는 것 또한 고려해 보아야 한다. 루버는 일조량을 조절하고 비를 막아주는 등의 기능 이외에도 인테리어 제품으로서의 가치가 매우 높다. 만약 루버가 모든 방향으로 움직인다면 특정 방향으로 루버가 움직였을 때 루버와 건물 디자인에 괴리감이 생길 수 있을 것이다. 이는 루버 디자인을 건물의 외벽 디자인과 유사한 비정형 디자인을 사용하거나 루버에 관절을 삽입해 하나의 유기체와 같이 부드러운 움직임을 가지게 하는 방법으로 해결할 수 있다. 이렇게 된다면 루버의 디자인

은 괴리감을 주는 것이 아니라 오히려 건물의 미적 요소를 높임과 동시에 건물의 가치 상승의 효과를 불러온다.

5. 활용방안 및 기대효과

기존의 루버는 움직임이 한 방향으로 설정이 되어 유동적으로 건물을 비추는 일조량을 조절할 수 없었고, 이러한 문제점을 보완해 유동적인 일조량의 변화에 따라 자유롭게 움직일 수 있는 루버가 낭비되는 냉방의 효율성을 높일 것으로 기대한다. 루버의 고유한 기능의 일조량 조절을 최우선으로 하면서 건물의 디자인의 일부로 사용될 수 있도록 루버를 설계하였고, 이는 건물의 외관의 미적 가치 향상을 통한 건물 가치 상승뿐만 아니라 루버를 사용해 일조량을 조절함으로써 냉난방의 효율적 사용을 통해 낭비되는 자원을 절약할 수 있을 것이다. 루버가 건물 외벽에 항상 고정되어 있는 것이 아니라 경우에 따라서 건물 외벽의 전망을 위해 개폐가 가능한 방법으로 설계가 이루어졌고, 볼 조인트를 사용하여 굳이 축을 두 개 사용할 필요가 없이 하나의 축 만으로도 자유로운 움직임을 구현할 수 있기 때문에 비교적 복잡한 구조가 아니지만 그 기능이 우수하다.

<참고문헌>

- 1) 강대규, 한승호, 김병철, 이동진, 김종규, 김태영, 김성욱 (2016). 메타모델을 이용한 볼 조인트의 형상 최적화. 대한기계학회 춘추학술대회, 112-113
- 2) 이희수, 서지영, 조연주, 최안섭 (2019). 건물 파사드의 동적 가변형 수직 루버 디자인 평가. 한국조명·전기설비학회학술대회논문집, 33-33
- 3) 한문식, 조재웅 (2013). 유니버셜 조인트의 형상 변화에 따른 내구성 해석. 한국기계가공학회지, 12(4), 69-74