

# STEAM R&E 연구 결과보고서

## 1. 기본 정보

지 역	학교명		과제명		
경			어디든 착륙! 길이가 변하는 아두이노 드론		
책임자			공동지도교사		참여학생이름
이름	학교전화	휴대전화	이름	휴대전화	
민O			O		O , O , O

## 〈 연구 결과요약서 〉

과 제 명	어디든 착륙! 아두이노 드론
연구목표	<p>본 연구는 드론의 가장 큰 문제점인 착륙의 불안정성 해결을 목표로 한다. 현재 드론은 경사면에는 착륙하지 못한다는 단점이 있어 활용도가 제한된다. 이를 해결하기 위해 드론 각각의 다리와 지면 사이의 거리를 측정하여 둘 사이의 관계식을 구할 것이다. 이후 다리 길이 조절을 통해 경사면에서 드론의 안전한 착륙을 성공시키는 것이 본 연구의 목적이다.</p>
연구개요 및 내용	<p>□ 이론적 배경 및 선행연구 ○ 이론적 배경</p> <p>하나의 평면을 결정할 수 있는 조건에는 '서로 다른 세 점', '한 직선과 그 위에 있지 않은 한 점', '한 점에서 만나는 두 직선', '평행한 두 직선'으로 총 네 가지가 있다. 본 연구에서는 서로 다른 세 점이 주어지면 하나의 평면이 결정된다는 공리를 활용하여 지면을 결정하고 그것의 기울기를 구해낼 것이다. 드론의 중심을 원점으로 세 다리의 좌표를 고정하고 그로부터 지면 사이의 거리를 구해내면 지면 위의 세 점의 좌표를 구할 수 있다. 이때 드론 다리의 각도와 지면의 각도를 통해 늘어나야 할 다리 길이를 구할 수 있다.</p> <p>드론의 다리 길이를 조절하기 위해 사용한 기어의 반지름을 알고 있으므로 호도법을 활용하여 아두이노의 서보모터가 움직여야 할 각도를 알 수 있다. 이를 아두이노 코드로 제어하여 경사면에 안전하게 착륙할 수 있는 드론을 제작할 수 있다.</p> <p>○ 선행연구</p> <p>아마존의 특허에는 안전한 드론 착륙을 위해 다리에 압력 센서를 달아 다리 한쪽이 지면과 닿은 뒤에 나머지 다리 길이를 조절하여 지면에 닿을 때까지 늘이는 연구가 존재한다. 하지만 본 연구에서는 초음파 센서를 활용하고 드론이 지면에 닿기 전 미리 다리를 늘여 착륙하기 때문에 사용한 센서의 종류와 다리 길이 조절 시기에서 차별화된다.</p> <p>키프리스에 검색해 본 결과 드론 다리의 길이가 아닌 각도를 조절하는 연구가 존재했다. 드론의 다리 각도를 조절하면 드론 다리 세 점이 무게 중심에 가까워지고 드론 본체의 높이가 높아지기 때문에 드론의 무게중심이 위로 움직이게 된다. 이는 안정성에 있어서 문제가 생길 수 있다.</p> <p>위의 연구들 모두 드론의 안전한 착륙을 목표로 한다는 점에서 공통점이 있다. 하지만 안정성을 위해 진행되는 피드백 과정에서의 차이점이 존재한다.</p> <p>□ 연구 주제 선정(목적 및 필요성) ○ 드론은 가까운 미래에 산업, 군용, 구조 활동에 활발하게 사용될 것이다. 현재 대부분의 연구는 드론의 비행 능력과 체공 시간을 늘리기 위한 연구들이 주를 이룬다. 또한 'Drone festival'과 같은 드론 관련 행사에서도 드론의 착지 능력보다는 비행 능력과 물품을 얼마나 정확한 지점에 낙하시킬 수 있는지를 보여주는 시연만을 한다. 그러나 드론의 착지 능력 부족으로 인해 제 기능을 다하지 못하는 경우가 많다. 실제로 향후 드론을 활용한 택배사업을 구상 중인 아마존에서도 드론의 착륙 안정성을 증대시키기 위한 연구를 진행한 것으로 보아 미래 산업에서 드론의 착륙 능력을 발전시키는 연구는 꼭 필요하다는 것을 알 수 있다.</p> <p>위에서 제기된 문제들을 해결하기 위해 본 연구를 진행하게 되었으며 드론의 착지 불안정성이라는 문제를 해결한다면 드론을 더욱 다양한 용도로 활용 가능할 것이다.</p>

	<p>□ 연구 방법</p> <p>○ 실제 드론을 사용하기에는 자원이 부족했기 때문에 드론 모형을 3D 프린터를 활용해 사용하기로 했다. 드론 모형에 다리 3개를 달아 본 연구가 개발한 메커니즘으로 작동하는 기기를 장착했다. 이후 드론이 하강하는 유사한 현상을 구현하기 위해 도르래와 모터를 사용하여 드론 모형을 승강, 하강할 것이다. 이때 모터는 모터 문치를 활용하는데 모터 문치는 동력 조절이 불가능하고 전원만 조절이 가능하기 때문에 제어가 불편하다는 특징이 있다. 그렇기 때문에 실제 드론이 착륙할 때 날개 구동이 멈춰서 내려가는 것과 유사한 현상이 나타나게 된다. 또한 드론이 착지할 경사면을 올릴 수 있는 지지대를 제작하여 임의의 경사에서도 착륙할 수 있는 드론 착륙 메커니즘을 검증했다.</p> <p>드론 모형을 일정 높이만큼 내리고 코드가 작동하도록 한 뒤에 다리 길이가 조절된 후 다시 모형을 내려 경사면에 착지하게 한다.</p> <p>※ 제한점 : 실제의 드론이 아닌 드론 모형을 사용했기 때문에 실제 동력 전달이 가능한지 판단이 불가하다. 초음파 센서가 특정 높이를 인식하여 다리 길이 조절이 시작되는 메커니즘은 개발했으나 지지대의 높이가 낮기 때문에 사용하지 못했다.</p> <p>□ 연구 활동 및 과정</p> <p>○ 연구 활동</p> <p>현재 드론은 비행 방식과 회전 방식, 고도 조절과 더불어 배터리의 무게와 효율을 중점적으로 연구하고 있다. 그러나 드론의 착륙 메커니즘과 관련된 연구는 필요성에 비해 많이 두각을 드러내지 않고 있다. 현존하는 드론은 착륙하는 도중 조작 미숙 등으로 인해 급격하게 모터 구동이 멈춰 낙하하는 경우가 많고 낙하하는 지점에 경사가 존재하면 드론 파손까지 이어지는 경우가 대부분이다. 또한 착륙할 수 있는 지형이 굉장히 제한적이라는 단점이 있다. 이러한 단점을 해결하기 위해 원거리에서 미리 경사면의 기울기를 측정할 수 있는 메커니즘에 대해 고안해 내었다.</p> <p>○ 연구 과정</p> <p>연구 초기에는 드론의 다리가 지면과 수직이라고 가정하여 연구를 진행하였지만 이는 실생활에서의 드론과 조건이 다르기 때문에 적용이 힘들다고 판단되어 다리의 각도를 설정하고 연구를 진행하였다. 또한 초기 수식에서는 경사면과 다리 사이의 각도만을 고려하여 제작했기 때문에 오차가 나기 시작했고 이유를 탐색해 보았다. 그 결과 드론의 다리끼리 120°의 차이가 난다는 것을 고려하지 않은 점이 오차 원인이었다. 이를 해결하기 위한 수식은 드론과 다리의 각도가 30°라는 조건에서 <math>\tan</math>, <math>\sin</math>의 배각 공식을 적절히 사용하여 <math>(D1/(3.4*57.2958*0.86602))/(0.5773+21/(D1+D2+D3-3*D1))</math> 이라는 수식이 나왔다. 이 값은 다리 길이가 지면에 닿을 때까지의 길이였으므로 비례식을 하나 설정해야 했다. 각각의 경우에서 늘릴 수 있는 최대 길이가 래크의 길이였으므로 변화량이 가장 큰 다리의 변화 값을 래크의 80% 길이로 설정하여 나머지 다리 길이를 비례하게 조절했다.</p>
연구성과	<p>□ 연구 결과</p> <p>○ 각도를 10°, 15°, 20°로 정한 뒤 드론 모형을 착륙시켜 본 결과 모두 다리 길이가 알맞게 돌아가 안전한 착륙을 할 수 있었다. 또한 30° 정도의 각도에서도 착륙이 가능했다.</p> <p>○ 바닥과 만나는 드론 다리의 재질을 고무 찰흙, 절연 테이프, 사포로 바꾸어가며 아크릴 바닥, 나무 바닥에 착륙시켜 본 결과 사포, 절연 테이프, 고무 찰흙 순으로 안정도가 높았고,</p>

	<p>아크릴 바닥에 착륙시켜 본 결과 고무 찰흙, 절연 테이프, 사포 순으로 안정도가 높았다.</p> <p>□ 결과 해석 및 논의</p> <p>○ 드론의 상당히 높은 경사까지도 안전하게 착륙하는 점을 보아 다양한 지형에서도 안전한 착륙을 할 수 있을 것이라 기대된다. 이러한 이점을 살려 여러 가지 드론의 비행 능력을 극대화시킬 수 있으며 원하는 착륙지점에 안전하게 착륙할 수 있을 것이다.</p> <p>○ 드론은 실생활에서 여러 가지 재질의 바닥에 착륙하기 때문에 사포나 고무 찰흙과 같이 특정 재질에만 안정성이 높아지는 물질 대신 절연 테이프를 활용하는 것이 좋다는 결론을 내렸다. 이후 실제 드론 다리를 제작할 때 절연 테이프와 유사한 재질을 사용한다면 안정성이 높아질 것이다.</p> <p>□ 결론 및 제언(시사점 및 향후 계획)</p> <p>○ 본 연구에서는 드론 착륙의 기울기와 상관없이 안전한 착륙을 할 수 있도록 하는 메커니즘을 개발하였다. 드론의 사고 대부분이 부정확한 착지로 일어나게 되며 종종 파손이 되곤 한다. 따라서 본 연구에서 개발한 메커니즘을 이용하여 드론에 적용한다면 드론이 착지할 때 경사로 인한 사고를 현저히 줄일 것이며 드론 파손 대부분이 착륙할 때 발생한다는 점을 고려하면 드론 수리 혹은 파기로 인한 자원의 낭비를 줄일 수 있을 것이다.</p> <p>○ 산과 같이 접근하기 힘든 지형에 사람이 고립되었을 때 흔히 헬기로 구출하곤 한다. 하지만 사람이 고립된 지역이 심한 경사를 띠거나 지형이 복잡할 경우에는 헬기는 크기로 인해 접근하기가 거의 불가능하다는 문제가 있다. 본 연구에서 개발한 메커니즘을 드론에 적용하여 인명 구조할 때 이용하게 된다면 경사로나 험난한 지형에도 드론의 안전한 착륙을 통하여 물품 전달 혹은 인명구조의 속도와 정확성을 향상시킬 수 있을 것이다.</p> <p>○ 현존하는 드론 택배 사업 같은 경우 특정한 드론 정착지를 정해두고 원하는 정착지로 물품을 드론으로 옮긴 뒤에 다시 사람이 운반하는 형태를 띄고 있다. 그렇기 때문에 큰 효율도 없을뿐더러 정착지 제작에 많은 비용이 든다. 하지만 본 연구에서 개발한 메커니즘을 드론에 탑재한다면 드론이 다양한 지형에 착륙이 가능하기 때문에 정착지 필요 없이 원하는 지역으로 배송이 가능해질 것이다. 이로 인해 신속하게 물품을 옮기고 더군다나 안전한 착륙을 통하여 물품이 손상됨을 방지할 수 있을 것이다. 그러므로 본 메커니즘이 적용된 드론을 택배사업에 활용한다면 높은 효과를 볼 수 있을 것이다.</p> <p>○ 원거리에서 경사면을 보고 적절한 피드백을 하는 과정은 드론 이외에도 여러 분야에 활용이 가능하다. 미리 경사각을 구해 올라갈 수 있는 알려주는 메커니즘을 통해 휠체어 이용자 혹은 공사현장에서 트럭이 올라갈 수 있는 경사로인지에 대한 판단이 가능해진다. 이외에도 자동차 자율 주행 장치에도 적용할 수 있다. 현존하는 자율 주행 장치는 속력을 인지하고 속력이 떨어지면 올리는 방식을 사용하여 연료의 소비가 크다. 하지만 미리 경사면을 인지하고 가속하는 방식을 사용한다면 적은 가속으로 속도가 올라간 상태에서 경사를 올라가므로 연료의 소비를 줄일 수 있다.</p>
주요어	드론, 다리길이, 아0두이노, 기하학, 안정성, 경사면

# < 연구 결과보고서 >

## 1. 개요

### □ 연구목적

#### ○ 드론 착지 능력의 중요성

- 택배사업이나 군사용 목적 혹은 인명구조 등 다양한 방면에 활용되고 있다. 하지만, 인명구조의 경우에는 해상에서 하는 경우가 대부분인 제한점과 택배사업이나 군사용 목적에서도 역시 착륙 문제 때문에 제한점을 가지게 된다. 또한, 드론 사고 중 대부분은 드론이 착륙할 때 일어나게 되고 드론 이용자들은 이러한 문제 때문에 종종 드론 파손 문제에 직면하게 된다. 따라서, 본 연구는 드론의 착륙 안정성을 확보함으로써 경제성 및 현 드론이 활용되고 있는 분야를 발전시킬 것이다.



<그림 1> 택배사업



<그림 2> 인명구조 드론

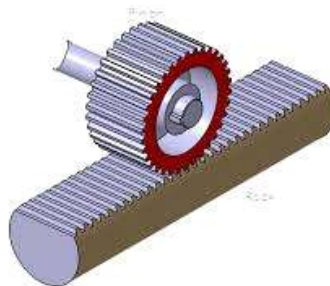
### □ 연구범위

#### ○ 공학

- 본 연구에서 모형드론을 제작하여 안전한 드론 착륙을 시뮬레이션 형식으로 보여 줄 것이다. 이때, 아두이노와 수학적 메커니즘을 활용하여 안전한 착륙을 가능하게 할 것이다. 모형드론을 제작할 때 전체적인 모양을 3D 프린터로 작업하고 드론 다리나 조절을 하기 위한 부분을 과학상자의 래크 기어와 스퍼기어를 사용할 것이다.



<그림 3> 아두이노



<그림 4> 래크 스퍼기어



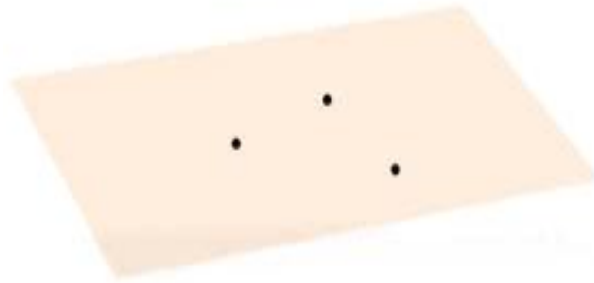
<그림 5> 3D 프린터

## 2. 연구 수행 내용

### □ 이론적 배경 및 선행연구

#### ○ 평면의 결정조건 및 활용

- 하나의 평면을 결정할 수 있는 조건에는 '서로 다른 세 점', '한 직선과 그 위에 있지 않은 한 점', '한 점에서 만나는 두 직선', '평행한 두 직선'으로 총 네 가지가 있다. 그중 본 연구에서 이용한 조건은 '서로 다른 세 점이 주어졌을 때 하나의 평면이 결정된다'는 공리를 이용한다. 각각의 드론 다리 시작점의 위치를 원형 드론 모형의 반지름과 다리끼리 이루는 각도를 통하여 직교좌표계( $x, y$  부분)로 표현한다. 그 뒤 각각의 다리에서 초음파 센서를 이용하여 경사면까지의 수직거리를 측정한다. 이는 다리 위치의  $z$ 부분이 되어 경사면 위의 세 점의 좌표를 직교좌표계 ( $x, y, z$ )로 표현이 가능하므로, 평면의 결정 공리를 활용해 경사면의 평면의 방정식을 구해낼 수 있다.

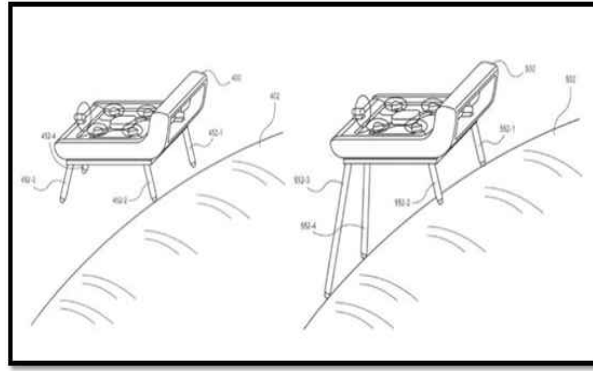


<그림 6> 평면의 결정조건

- 또한 각각의 드론 다리에서 늘려야 하는 다리 길이를 구할 때, 래크가 무한정 늘어난다고 생각한다. 경사면에 래크가 닿을 때의 예상되는 좌표는 늘어나야 하는 길이를 변수  $L$ 로 설정하고 드론 다리와 드론 모형이 이루는 각도를 통하여 직교좌표계 ( $x, y, z$ )로 표현할 수 있다. 이 좌표들을 위에서 구한 평면의 방정식에 대입하여 늘려야 하는 길이  $L$ 을 구할 것이다.

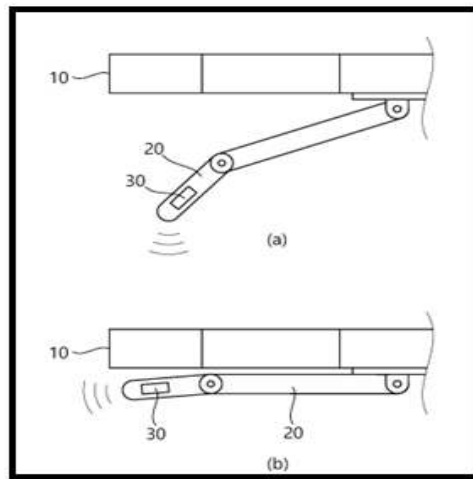
#### ○ 선행연구

- 아마존에서 개발한 드론은 하강하다 착륙면과 닿는 순간 압력센서를 이용하여 착륙하였음을 인지한다. 그 후, 닿은 다리를 제외한 나머지 부분의 다리 길이를 조절하여 안전한 착륙을 가능하게 하는 방법을 이용한다. 본 연구에서는 착륙면과 닿기 전에 초음파 센서를 이용하여 다리길이를 조절하는 방식으로, 다리길이를 조절하는 방식은 유사하지만 다리 길이를 조절하는 시기에서 차이점이 있다.



<그림 7> 아마존 드론

- 키프리스에서 탐색해본 결과, 본 연구와 관련이 있는 드론이 존재했다. 특허에서의 드론은 다리 사이 각도를 조절하여 안전한 착륙을 가능하게 한다. 하지만, 드론 다리 사이각도가 줄어들게 되면 착륙면에 닿는 면적이 줄어들고 드론의 무게중심이 다리 사이 각도를 조절하기 이전보다 높아지기 때문에 오히려 안전한 착륙이 불가능 할 수 있다. 본 연구에서는 단지 다리길이 만을 조절하는 방식을 이용하였기 때문에, 오히려 무게중심이 내려가고 착륙면에 닿는 면적이 증가하기 때문에 기존 드론과 많은 차이점이 있다.



<그림 8> 키프리스 드론

## □ 연구주제의 선정

### ○ 드론의 안전한 착륙

- 본 연구의 목적은 드론의 안전한 착륙이다. 따라서, 드론이 평지가 아닌 다른 면에서도 안전한 착륙을 하고자 하였다. 본 연구의 모형드론은 주로 경사면에서 안전한 착지를 한다.

- 드론 다리가 수직인 경우에는 울퉁불퉁한 면에 안전한 착지가 가능하지만, 실제 드론과 최대한 비슷하게 하기 위하여 드론 다리가 30도의 각도를 이루게 하여 울퉁불퉁한 면에서는 경사면만큼의 착륙의 안정성이 떨어진다.



<그림 9> 일반적인 드론 착륙

## □ 연구 방법

### ○ 연구 형식

- 본 연구에서는 자원 문제 때문에, 실제 드론을 사용하기보다 드론 모형을 제작하여 시뮬레이션을 진행하는 형식으로 연구를 추진하였다. 전체적인 모양을 잡기위해 3D 프린터를 이용하였고 다리길이를 조절하는 기계 설계를 위하여 과학상자의 래크와 스퍼기어 등을 사용하였다. 또한, 초음파 센서와 서보모터 등 아두이노를 활용하여 다리길이를 조절하였다.
- 본 연구에서 스퍼기어와 래크가 실제의 드론 다리 부분이며 래크기어의 길이를 조절하기 위해 톱니바퀴를 이용하였다. 또한 이 톱니바퀴를 돌리기 위해 톱니에 서보모터를 달았고 각각 120°를 이루는 드론다리 밑 부분에 초음파 센서를 설치하였다. 이 초음파 센서가 경사면까지 각각의 다리부분과의 거리를 측정하여 드론과 30°의 각도를 이루는 래크가 조절되어야 하는 수학적 메커니즘을 통해 길이를 구하였다.

## □ 연구 활동 및 과정

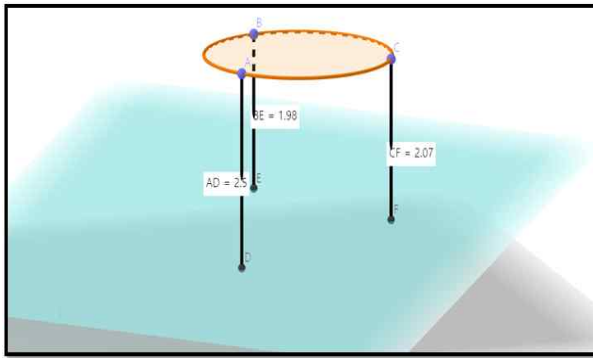
### ○ 초기 연구

- 연구 초기에는 각각의 다리에서 초음파센서로 경사면까지의 거리를 측정하였다. 또한 이 중 최솟값을 구하는 코드를 이용하여 나머지 두 측정값에 이 최솟값을 뺀 길이만큼을 보정하는 코드를 제작하였다. 하지만, 이는 드론다리가 오직 하나일 때만 성립하고 드론다리 사이 이루는 각도를 고려하지 않았을 때 조절해야 하는 길이이므로 오류가 발생하였다.

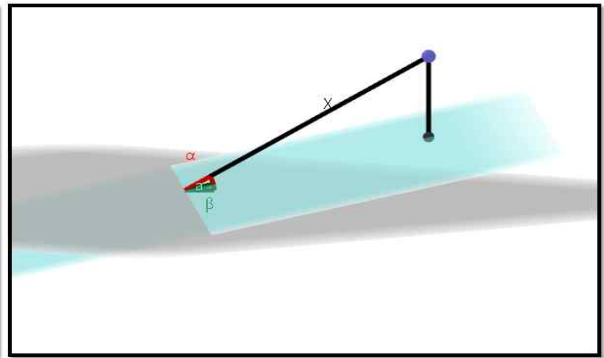


- 조절해야하는 다리 길이는 다음과 같은 수학식으로 구해진다. 
$$x = \frac{(\sin\alpha - \cos\alpha \tan\beta)}{\sin\alpha}$$

여기서  $x$ 는 측정값에서 최솟값을 뺀 보정 값이며  $\alpha$ 는 드론다리와 드론이 이루는 각도이며  $\beta$ 는 착륙할 경사각이다.



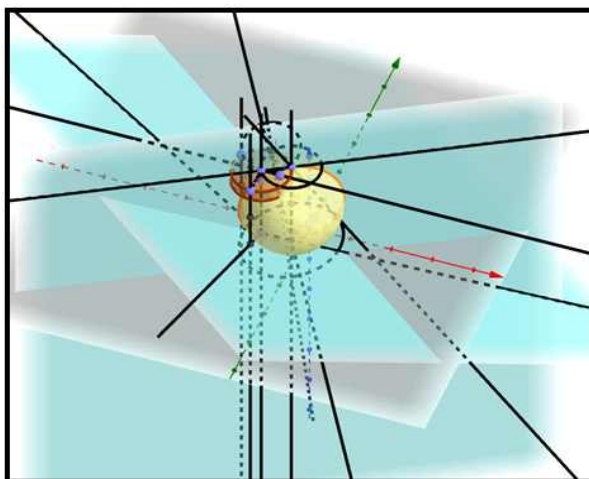
<그림 10> 초음파 센서 측정 값



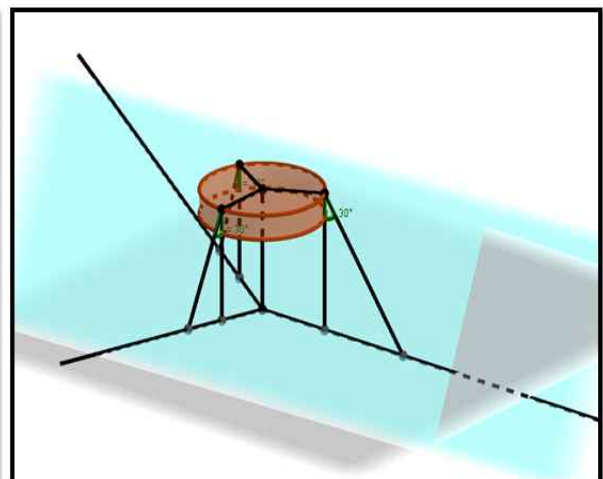
<그림 11> 다리길이 조절 값

#### ○ 최종 연구

- 최종 연구에는 각각의 다리에서 초음파센서로 경사면 까지의 거리를 측정하는 방식은 초기 연구와 동일하나, 최종 연구에서는 직교좌표계를 도입하는 방식으로 연구를 추진하였다. 드론 다리 위치를  $x, y, z$ 로 표현하고, 경사면 위의 세점 또한 직교좌표계를 도입하여 평면의 결정조건을 이용하여 착륙면의 평면의 방정식을 구하였다. 또한 이를 통해 늘려야 하는 다리길이를 구하였다. 측정값의 최댓값을  $M$ 이라 하고, 비례식을 통해 늘려야하는 길이를 조절하였다.



<그림 12> 드론 모형 시각화



<그림 13> 최종 드론모형

- 주요 코드는 다음 과 같다.

```
digitalWrite(trig1, HIGH);  
delayMicroseconds(10);  
digitalWrite(trig1, LOW);  
d1 = pulseIn(echo1, HIGH)* 17 * 30 / 1010 / 28;
```

초음파 센서를 활용하여 각각의 드론 다리에서 경사면까지의 거리를 임의로 d1,d2,d3 라고 하였다. d2,d3도 위와 같은 방식으로 측정하였다.

```
M = 0;  
if(M < d1){  
    M = d1;  
}  
if(M < d2){  
    M = d2;  
}  
if(M < d3){  
    M = d3;  
}
```

초음파 센서로 측정한 각각의 d1,d2,d3 값 중 최댓값을 M이라 하였다. 초음파 센서에서 측정한 d값이 래크의 길이보다 길어지게 되는 경우에는 래크가 스퍼기어에서 빠질 우려가 있기 때문에, 최댓값M을 래크길이의 80%로 치환하고, 나머지 다리 길이도 이 비례식을 활용하여 조절해야 하는 다리길이를 구해내었다.

```
for(i=0 ; i< (42*d1*22.0368*11)/((-2*d1+d2+d3+5.1961*7)*M) ; i++ ){  
    servo1.write( i );  
    delay(25);  
}  
  
for(j=0 ; j< (42*d2*22.0368*11)/((d1-2*d2+d3+5.1961*7)*M) ; j++ ){  
    servo2.write( j );  
    delay(25);  
}
```

```

for(k=0 ; k< (42*d3*22.0368*11)/((d1+d2-2*d3+5.1961*7)*M) ; k++ ){
servo3.write( k );
    delay(25);
}

```

각각의 서보모터가 회전해야 하는 각도를 구해내었다. servo.write(x) 는 서보모터가 회전해야하는 각도를 나타낸다. 서보모터가 회전해야하는 각도는 다음과 같은 수학적 메커니즘을 이용하여 구했다.

#### - 서보모터 회전 각도

먼저, 3개의 드론 다리 중 드론 중심과 임의의 한 다리를 지나는 직선을 x축이라 하고 나머지를 y,z 축으로 잡는다. 그 후, 드론 다리 위치를 드론 반지름 r과 드론 다리 사이 각도 120도를 이용하여  $(r,0,0), (-r\sin30, r\cos30,0), (-r\sin30, -r\cos30,0)$ 로 드론 다리 좌표를 표현한다.

두 번째로 각각의 드론 다리 위치에서 경사면까지의 거리  $d1, d2, d3$ 를 이용하여 경사면 위의 세 좌표를  $(r,0,d1), (-r\sin30, r\cos30, d2), (-r\sin30, -r\cos30, d3)$ 로 나타내어 평면의 방정식 일반식  $x + Ay + Bz + C = 0$  ( $x$ 계수  $\neq 0$ )과 세점을 대입하여 경사면의 평면의 방정식을 구한다.

세 번째로, 각 다리에서 늘려야하는 길이를  $L$ 이라 하면

$$\begin{aligned}
 &(r + L_1\cos60, 0, L_1\sin60), \\
 &(-r\sin30 - L_2\cos60\sin30, r\cos30 + L_2\cos60\sin60, L_2\sin60), \\
 &(-r\sin30 - L_3\cos60\sin30, -r\cos30 - L_3\cos60\sin60, L_3\sin60)
 \end{aligned}$$

의 세 점의 좌표가 경사면 위에 존재해야 하므로 위에서 구한 경사면 방정식에 대입하여  $L_1, L_2, L_3$ 를 구한다.

네 번째로, 거리 값 들 중 최댓값을 M이라 하여 래크의 길이 80%인 11cm에 나누식을 각각에 곱해 준다.  $(\frac{11}{M})$

마지막으로, 서보모터가 부착된 톱니바귀의 반지름 R(2.5cm)과 회전해야하는 각도  $\theta$ 에 대해  $R\theta = L$ 을 만족하는  $L$ 을 구한다.

### 3. 연구 결과 및 시사점

#### □ 연구 결과

○ 드론 모형에서 경사로까지 거리 측정이 정확히 되는지 아두이노의 기능 중 하나인 시리얼 모니터를 활용하여 체크를 하였다. 다리가 정확한 길이만큼 늘어났는지를 확인하기 위해 착지면에 직접 내려보고, 다리 길이를 통해 만든 경사면의 각도와 실제 경사면의 각도를 비교해본 결과 거의 일치하는 값이 나왔다. 30°의 각도에서는 대략 32°정도의 각도를 만들었고 20°의 각도에서는 대략 21° 정도의 각도를 만들었다. 이후에는 경사면에 착륙만 시키며 각도를 확인하였는데, 20°, 15°, 10°의 각도에 착륙을 시켜보며 안정도를 판단하였다.

각도가 낮아질수록 보다 안정해졌지만, 초음파 센서가 cm단위로 측정이 되기 때문에 아주 작은 각도에서는 각도 조절이 제대로 되지 않았다. 그러나 초음파 센서가 측정하지 못할 정도의 거리 차이는 cm 이하의 차이를 의미하기 때문에 실제 상황에서 큰 위험이 되지 않다고 판단하였다.

○ 경사면의 종류와 다리의 재질에 따른 실험을 진행하였을 때 아크릴 경사면에서 사포는 10°, 절연 테이프는 25°, 고무찰흙은 29° 정도까지 안정성을 유지했다. 나무 경사면에서 사포는 35°, 절연 테이프는 30°, 고무찰흙은 22° 정도까지 안정성을 유지했다. 본 연구에서는 다양한 지형에도 안정성을 유지해야 하므로 고무찰흙과 사포와 같이 특정 재질의 경사로에서만 높은 안정성을 보이기 보다는 절연 테이프와 같이 다양한 경사면에서 준수한 안정성을 보이는 재질이 좋다고 판단하였다.

#### □ 시사점

○ 본 연구를 통해 경사면의 각도를 원거리에서 측정할 수 있다는 점과 드론의 안전한 착륙이 가능하다는 점을 보여주었다. 경사면의 각도를 원거리에서 구하는 메커니즘을 개발하여 다양한 연구에 활용될 것이다. 드론을 착륙시키는 것뿐만 아니라 공사현장 혹은 휠체어 경사로에도 사용될 수 있을 것이다. 본 연구의 메커니즘과 동일한 메커니즘을 활용하여 휠체어와 아두이노, 앱 인벤터를 활용하여 경사면을 올라가는 이용자들의 안전사고를 줄일 수 있는 연구 또한 진행하였다. 공사현장에서는 트럭의 하중을 측정하는 무게센서를 활용하여 트럭의 출력과 비교하여 올라갈 수 있는 최대 경사각을 측정하는 수식을 구하면 본 연구의 메커니즘을 통해 공사장의 안정성을 높일 수 있을 것이다.

### 4. 홍보 및 사후 활용

#### □ 추가 연구

○ 본 연구는 아직 고르지 못한 지형에는 착륙이 힘들다는 단점이 있다. 드론의 다리를 수직으로 설치하면 고르지 못하더라도 착륙할 수 있지만 이는 실제 드론의 설계와 다르기 때문에 실제와 같이 드론의 다리의 각도를 유지하면서 진행하였다. 고르지

못한 지형에 착지하기 위해 아마존에서 진행한 압력센서를 활용한 연구가 존재한다. 하지만 센서가 다리에 달려있어 접지력을 높여주는 재질의 활용이 불가능하다. 본 연구에서 평탄하지 못한 경사면에 착륙하기 위해 초음파 센서의 각도와 다리 가도를 일치시키는 방법을 생각해내었다. 하지만 아직 산과 같은 곳에서 낙엽이 거리 측정값을 교란시키는 점을 해결하는 방안을 찾지 못 했다.

## 5. 참고문헌

- 이준혁(2016), 아두이노 상상을 현실로 만드는 프로젝트 실전편, 전체  
임수연(2015), 재난 안전 현장에서의 드론(drone) 활용, 1-4  
서영배(2016), 아두이노 101, 전체  
서영배(2015), 대화하는 사물을 만드는 아두이노 통신 프로젝트, 전체  
장태진(2017), 드론의 발전과 기술혁신, 1-7  
홍성대(2017), 수학의 정석 기하와 벡터, 68-228