KIT Engineering Fair 2023

기업연계 Capstone Design 122

작 품 명

실시간 모니터링을 이용한 군집 화물 운송 로봇

과제번호 : 기업연계-MN-17

- **팀 명 :** 시나브로
- **학부(과)명 :** 기계시스템공학과
- **참여학생 :** 김시형, 박진성, 이대원, 이영준, 이승민
- **지도교수 :** 최성대, 김기만

작품개요

▪ **목 적 :** 4차 산업의 발달로 인한 물류의 증가와 유연생산시스템(FMS)의 등장으로 화물 운송 로봇의 필요성이 대두되고 있다. 하지만 각 화물 운송 로봇당 운송 가능한 무게가 제한적이며, 운반 중 화물의 안전성이 보장되지 않는 등 여러 문제로 인해 보편화되지 못하고 특정 분야에만 한정되어 사용되고 있다. 본 연구에서는 자동화를 통해 사람의 역할을 최소화하고 적외선 센서를 이용한 장애물 탐지로 화물을 안전하게 운송하며, 화물 크기에 따라 군집 가능한 수송 로봇을 만드는 것을 목표로 연구를 진행하였다.

▪ **작품설명 :** 본 장치에서는 화물의 크기와 형상에 따라 기동 방식을 달리한다. 크기가 작은 화물일 경우 하나의 장치를 이용하여 운송하지만, 크기가 큰 화물의 경우 행 또는 열 방향으로 장치를 결합하여 화물을 적재하고 운송한다. 결합 방식은 메인장치의 리니어 액추에이터를 활용한 수동 결합으로 이루어진다. 장치마다 두 개의 바퀴를 사용하여 주행하고, 바퀴와 연결된 모터의 속도 차로 회전 방향을 결정한다. 두 개의 바퀴를 사용하는 장치 특성상 원활한 제자리 조향이 가능하다. 또한, 장치의 수평과 무게중심을 맞추기 위해 두 개의 캐스터 휠을 장착하였다. 일 기동 시에는 액추에이터를 안에 위치하여 기동에 방해되지 않도록 하였고, 군집 기동 시에는 액추에이터를 연장시켜 서브장치의 연결부에 결합한다. 액추에이터의 최대 연장 길이는 300mm로 화물의 길이에 맞추어 조절하여 결합할 수 있다. 열 방향으로 결합하여 기동할 경우 단일 기동과 동일한 방식으로 회전한다. 메인장치가 단일 기동 방식으로 제자리 조향한다면 서브장치의 옴니 휠이 메인장치의 회전 방향에 따라오게 된다. 옴니 휠은 전진 방향에 수직한 방향으로 힘을 받을 시 바퀴 접지부에 장착된 롤러에 의해 수동적인 움직임을 가진다.

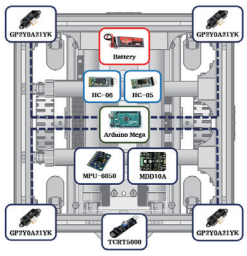
〈시스템 제원〉

- 제품 중량(kg) : 25
- 최대 적재하중(kg) : 100
- 규격 W X L X H (mm) : 500 X 500 X 350(330)
- 최고 주행 속도(m/s) : 0.073
- 모션 : 전 / 후 / 회전

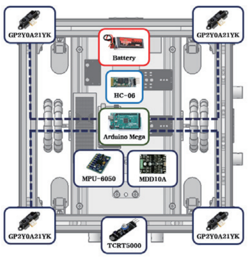
- 기능
  - 장치 상승 / 하강
  - 장애물 감지 / 경보
  - 군집 기능
  - 실시간 카메라 정보
  - 무선 조종

▪ **기대효과 :** 본 연구는 무인 전동 이송 장치를 개발하여 물류 시스템의 효율성을 높이고 작업자를 줄이며, 실시간 모니터링 및 무선 조종으로 안전성을 높인다. 반복적인 물류 수송을 라인 트레이서를 이용하여 자동화함으로써 작업 시간을 단축하고 인력 비용 절감을 통해 생산성을 늘린다. 화물의 크기와 형상에 따라 선택적으로 단일 기동 또는 군집 기동이 가능하므로, 다양한 조건과 요구 사항에 맞춰 유연한 적용이 가능하다.

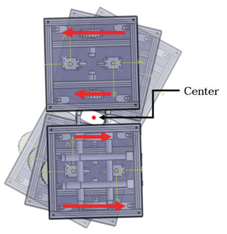
작품사진



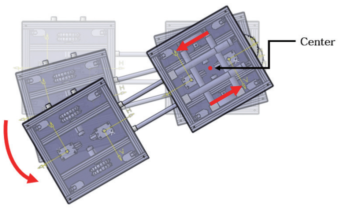
메인장치 개략도



서브장치 개략도



행 결합 군집 기동 방식



열 결합 군집 기동 방식

KIT Engineering Fair 2023

기업연계 Capstone Design 123

작 품 명

2축 인장 시험기

과제번호 : 기업연계-MN-18

- **팀 명 :** 시험은 피로해! 인장?
- **학부(과)명 :** 기계시스템공학과
- **참여학생 :** 남현승, 이혁재, 조형준, 박진우
- **지도교수 :** 최성대, 김기만

작품개요

■ **목 적 :** 인장시험기는 재료 및 구조물의 기계적 특성을 평가하는 데 사용되는 시험 장비이다. 실험 등을 통해 인장력에 대해 학습할 때 대부분 1축 인장시험기를 처음으로 접하게 되지만, 현장에서는 정확한 조건과 데이터를 필요로 하기 때문에 2축 인장시험기의 사용이 필요하다. 또한 기존의 상용화된 인장시험기는 큰 부피를 차지하는 고가의 제품이라 쉽게 이동용 장비로 사용할 수 없다. 따라서 본 연구에서는 소형화를 통해 설치 및 사용에 있어 공간적 부담을 최소화하고, 이동이 필요한 작업환경에서도 효율적으로 작동이 가능한 인정시험기를 연구 및 개발하고자 하며, 응력-변형률 곡선 그래프를 나타낼 수 있는 인장시험기를 개발하고자 한다.

■ **작품설명 :** 2축 인장시험기에 사용되는 모터는 소형화 설계에 적합해야 하며, 동시에 인장시험기의 정밀한 작업을 위해 회전각도와 속도를 원활하게 제어할 수 있어야 하여 스텝모터를 채택하였다.

$$T = \frac{1}{2\pi\eta} \times p \times F = \frac{1}{2\pi \times 0.9} \times 0.3 \times 300 = 15.915\, kg\, cm$$

위 식에서 스텝모터의 필요토크 T는 시편에 걸리는 최대인장력 300 kg, 전달효율 0.9, 볼 스크류의 피치 3 mm를 고려하면 15.91 kg · cm이다. 선정된 스텝 모터 A16K-G268는 15.70 kg · cm의 홀딩토크를 내는 제품으로, 축력 300 kg은 500 Mpa를 가진 폭 3mm 두께 2mm의 시편을 파괴 가능한 정도이나 현 시편이 기존보다 4mm 길어졌기 때문에 Al 6061 재질의 인장시험은 힘들 것으로 판단하여 실제 시편이 아닌 3D 프린팅 시편으로 대체하여 인장시험을 시뮬레이션하고자 한다.

$$L_h = \frac{10^6}{10N_m} \times \left(\frac{C}{P_m f_\omega}\right)^3 = \frac{10^6}{10 \times 10} \times \left(\frac{611.83}{550 \times 1.5}\right)^3 = 4068(hour)$$

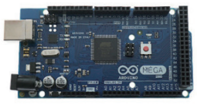
기구부의 주요 부품인 볼 스크류 전조 볼나사, 강도 수식과 운전시 수명수식을 적용하여 파손에 대한 안전율3.0 이상과 수명 10,000시간 이상을 확보하였다. 특히, 볼 스크류 나사의 경우, 소형화를 위해 작은 지름을 선택했을 때 하중을 못 견디고 볼이 빠져나가는 상황이 발생하였으므로, 611 kg의 최대 인장력에 대해 안전율 2.1와 수명 4,068시간을 확보하도록 조치하였다. 위의 볼 스크류 나사 수명식에서 Nm은 볼나사의 평균회전수(min-1), C는 동정격하중(kg), Pm은 축방향 최대하중(kg), fw는 운전계수(보통운전)이다.

아두이노를 사용하여 2축 스테핑 모터를 제어하고, 동시에 두 개의 로드셀을 통해 무게 변화를 감지하고 분석하는 시스템을 설계하였다. 이를 통해 인장력을 측정하고 분석이 가능하다. 추가적으로 무게 변화가 감지될 경우 스테핑 모터를 즉시 중지시키는 안전 장치도 구현하였다.

〈스텝 모터〉

〈볼 스크류〉

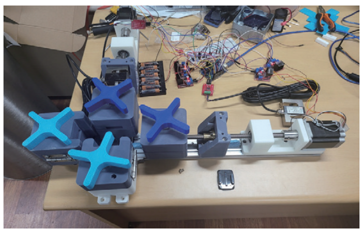
〈중량센서 로드셀〉



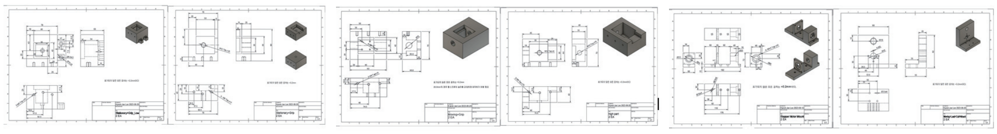
〈아두이노 Mega〉

■ **기대효과 :** 소형화를 통해 설치 공간을 최소화하였으며, 실제 상황에서는 단축 방향보다 2축 방향으로 인장력이 작용하는 경우가 많으므로 2축으로 설계하였다. 또한 시편이 고정되어 파단이 될 때까지의 응력-변형률 그래프를 아두이노를 이용하여 나타낼 수 있고 이를 토대로 탄성계수, 인장강도, 항복강도 등의 주요 기계적 물성치를 찾아 낼 수 있다.

작품사진



〈작품의 전체 형상〉



〈각 부품별 도면〉

작 품 명

하중각 가변형 소형 2축 피로시험기

과제번호 : 기업연계-MN-19

- **팀 명 :** 밀당
- **학부(과)명 :** 기계시스템공학과
- **참여학생 :** 이호성, 이대한, 이창훈, 정민석
- **지도교수 :** 김기만, 최성대

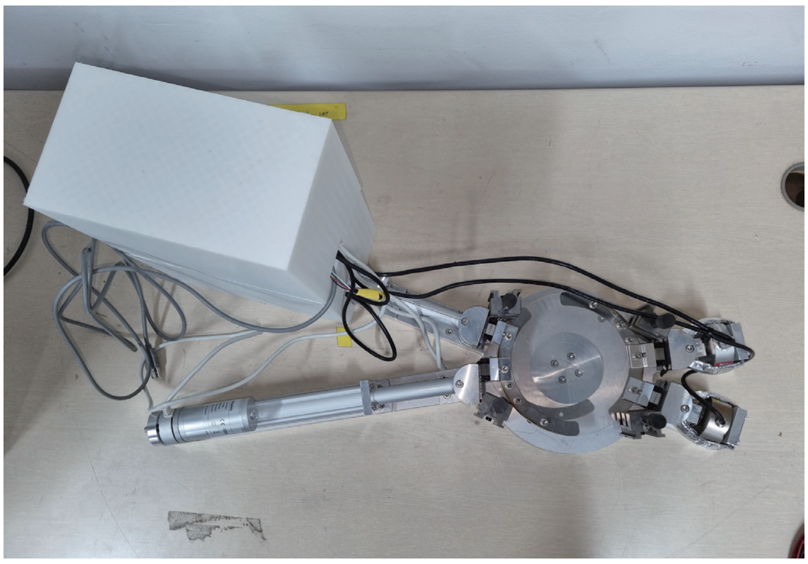
작품개요

■ **목 적 :** 기계나 구조물의 파괴가 대부분 피로파괴라 할 정도로 피로파괴에 대한 안정성 확보과 설계 시 매우 중요한 사항 중 하나이다. 본 작품은 기계나 구조물에 사용되는 소재의 피로에 대한 특성을 제대로 파악하기 위해 여러 각도에서 피로시험 관측이 가능할 수 있도록 하중각을 변형 시킬 수 있는 형태의 2축 피로시험기를 제작하는 것이 목적이다.

■ **작품설명 :** 본 작품은 기존에 특수한 형태의 지그(JIG)를 이용해야만 했던 2축 피로시험기를 직접적으로 각도를 자유롭게 변형 가능한 2개의 축을 통해 소재에 원하는 하중과 하중각을 가할 수 있도록 설계 하였으며, 기존의 크기가 커서 공간에 제약이 컸던 피로시험기를 작게 소형화 하여 휴대에 용이하게 제작 하였다. 또한 피로시험 과정 중 소재에 일어나는 형상의 변화를 관측하기 위해 관찰카메라를 설치하여 실시간으로 지켜볼 수 있다. 소재에 가해지는 동력원은 24V 리튬이온배터리를 전력원으로 500kgf의 용량을 가진 리니어 모터를 사용하였으며, 이는 아두이노 MEGA를 이용해서 제어를 한다.

■ **기대효과 :** 기존 1축 피로시험기를 변형시킨 2축 피로시험기를 제작하였으며, 각 축의 각도를 자유로이 변형시킬 수 있도록 설계하였기 때문에 트러스트 구조나 여러 조건에서 받는 하중에 대한 피로파손의 결과값을 측정할 수 있는 것이 특징이다. 또한 각 축이 병진운동의 역할을 수행할 수 있기 때문에 여러 환경을 구축 해봄으로써 기존의 시험기 보다 실제 상황에 조금 더 부합하는 시험을 진행해 볼 수 있다. 2축 피로시험기는 기존에도 복합응력 피로시험기의 형태로 존재하나, 각도를 직접 변형시킬 수 있는 구조의 시험기는 없었으며, 상황에 맞는 특수한 지그(JIG)의 도움을 받아 하중각을 변형시키는 구조이기 때문에, 본 작품에 그 의미가 있다고 할 수 있다.

작품사진



KIT Engineering Fair 2023

기업연계 Capstone Design 125

작 품 명

디지털 트윈을 활용한 로더 엔진 모델링 및 고장 진단 시스템 개발

과제번호 : 기업연계-MN-20

- **팀 명 :** meta
- **학부(과)명 :** 기계시스템공학과
- **참여학생 :** 김선용, 양승찬, 채태성, 남주성
- **지도교수 :** 허장욱

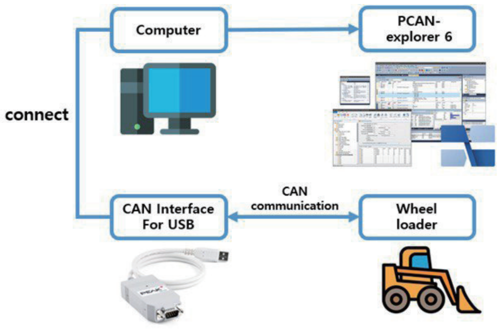
작품개요

▪ **목 적 :** 건설 중장비의 교육을 위해서 실제 중장비를 사용하게 될 경우 항상 시간과 공간의 제약이 따르며, 중장비를 작동하는데 많은 비용이 발생하게 되는 부담을 경감시킴과 동시에 피교육자가 시뮬레이터를 이용시에도 실제 장비와의 차이를 줄여 높은 학습효과를보일수 있을 것으로 예상한다. 또한 획득한 데이터들을 활용하여 로더 엔진 고장 진단 시스템을 개발하고자 한다.

▪ **작품설명 :** 기존의 시뮬레이터 들은 현실과는 많은 차이가 있어 교육의 효과가 떨어지는 경우가 있었다. 하지만 CAN통신을 통하여 획득한 데이터를 시뮬레이터의 3D모델링에 적용시켜 더욱 현실에 가까운 환경에서 로더의 교육이 가능하며 교육의 효율성 또한 향상시킬 수 있다. 또한 실제 장비를 활용하여 훈련하기 어려운 로더의 엔진 정비 교육에도 활용이 가능할 것으로 예상된다.

▪ **기대효과 :** 기존의 다른 시뮬레이터 들과는 달리 실제 중장비의 데이터를 3D모델링에 적용시킴으로써 사용자의 시뮬레이터를 통한 교육의 효과를 더욱 향상 시킬 뿐만 아니라 실제 장비와 비교하였을 때 시간과 공간적 제약이 없기 때문에 교육자 피교육자 모두의 부담을 경감시킬 수 있을것으로 기대한다.

작품사진



KIT Engineering Fair 2023

기업연계 Capstone Design 126

작 품 명

디지털 트윈을 활용한 로더 트랜스미션 구성 및 고장진단시스템 개발

과제번호 : 기업연계-MN-21

- **팀 명 :** VR heavy trainer
- **학부(과)명 :** 기계시스템공학과
- **참여학생 :** 곽동훈, 권용민, 김민규
- **지도교수 :** 허장욱

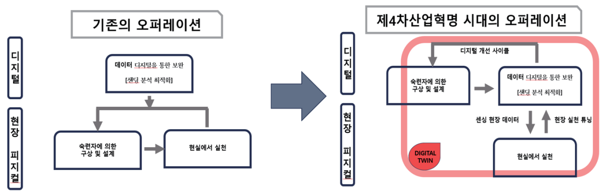
작품개요

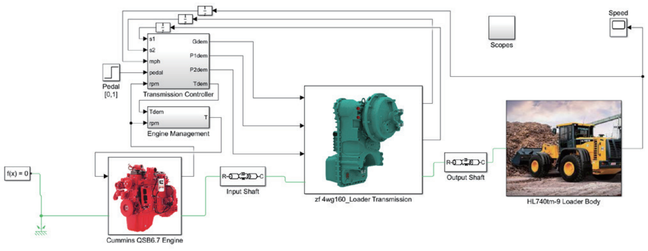
- **목 적 :** Front Loader를 시스템화하여 개발선행단계부터 이후 고장예지진단을 통해 제품의 수명 Cycle 동안 Cost와 Schedule관리를 바탕으로 제품의 신뢰성과 경쟁력을 올리고자 한다.

- **작품설명 :** 최근 4차 산업혁명과 함께 사회전반과 산업현장이 급속도로 변화하고 있다. 그중에서 중심에있는 디지털트윈은 여러분야에서 활용도가 높아 다양한 분야에서 활용되고 있다. 우리는 로더에 고장이나 결함을 진단하는 고장진단예지 시스템을 Digital Twin을 적용 시켜 구현하는 것을 목표로 한다. 이에 본 연구는 CAN data를 획득,변환,추출하여 그 값들을 이용해 로더 시뮬레이터를 unity program으로 구현하고, 또한 loaderDriveline,브레이크 시스템,엔진,작업장치의 디지털화를 위해 실제 Mechanical part를 simulink로 구현해냈다. 이를 통해 실제 운용데이터를통해 실제 운용데이터획득을 위한 Digital Twin에 대해 제시하며 본 연구를 활용하여 로더의 고장 예지시스템으로 활용할수 있는 기대효과도 있다.

- **기대효과 :** 제품을 선행적으로 시스템 상에서 변경하여 데이터를 미리 획득할 수 있고, 제품의 수명 Cycle 동안 Cost와 Schedule관리를 바탕으로 제품의 신뢰성과 경쟁력을 올릴 수 있는 기반을 획득하였다.

작품사진





KIT Engineering Fair 2023

기업연계 Capstone Design 127

작 품 명

항공 엔진 수리용 전동가변형 모듈 스탠드 개발

과제번호 : 기업연계-MN-89

- **팀 명 :** 우당탕탕 캡스톤
- **학부(과)명 :** 기계시스템공학과
- **참여학생 :** 김동욱, 이태웅, 백지윤
- **지도교수 :** 최성대

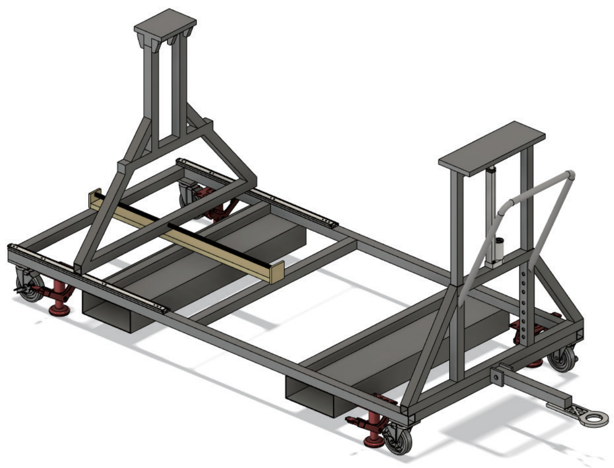
작품개요

■ 목 적 : 항공기 수리 정비 MRO의 경우 대부분 외국 OEM에 의존하는 상황으로 국내 수리 정비를 위한 장비가 없는 실정이다. 따라서 엔진 수리 및 장비를 대부분 수입하여 사용하고 있다. 그러므로 항공 수리 장비를 국산화를 시켜 외화 유출을 줄일 수 있다.
현재 각기 다른 엔진의 사양에 따라 다른 모듈 스탠드를 사용하므로 종류가 많아 자리를 차지하는 경우가 많으며 길이나 사양에 맞춰 유동적으로 조절할 수 있는 다목적 스탠드 개발이 필요하다.

■ 작품설명 : 전동가변형 모듈스탠드는 높이와 하단 부분의 가로 폭 길이를 조정가능한 스탠드이다. 높이의 경우 스위치를 작동시키면 리니어 액추에이터의 힘으로 어댑터 결합부가 밀리며 하단에 삽입되어있는 사각파이프가 상승으로 높이 조절이 가능하며, 가로의 경우 볼 스크류를 활용한 액추에이터로 왕복운동하며 모듈스탠드 양끝단에 슬라이더를 미끄러질 수 있게 설계하였다. 또한 이동에 필요한 캐스터의 손상을 방지하기 위해 플로어락을 부착하여 정지 시 지면에 띄워 고정이 가능하며, FORK LIFT, 접이식 견인고리를 부착하여 스탠드 이동에 편리를 더하였다. 가로 폭 2m 세로 폭 1.5m 높이 1m, 허용하중은 400kg으로 설계하였다.

■ 기대효과 : 1. 현재 항공기 수리 정비 MRO의 경우 대부분 외국 OEM에 의존하는 상황으로 국내 수리 정비를 위한 장비가 없으므로 국산화를 시켜 외화 유출을 줄일 수 있다.
2. 가변형 모듈 스탠드가 개발됨에 따라 기존 각각의 엔진마다 다른 스탠드를 사용하지 않아도 되어 기업장 내 공간 창출이 가능하다.
3. 국산화로 인하여 수리 용이 및 구매 비용 절감 효과가 있다.
4. 개발됨에 따라 국내시장이 활성화를 기대할 수 있다.

작품사진



KIT Engineering Fair 2023

기업연계 Capstone Design 128

작 품 명

UWB 센서를 활용한 가상 공간 생성 및 드론 자율 주행 시스템

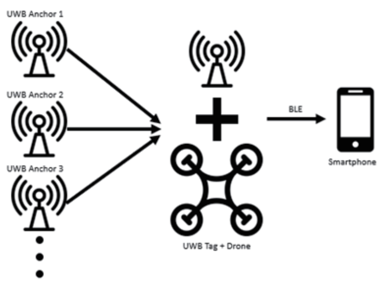
과제번호 : 기업연계-MN-92

- **팀 명 :** HTD
- **학부(과)명 :** 기계시스템공학과
- **참여학생 :** 최제익, 윤지석, 이재욱, 박소윤
- **지도교수 :** 신동원

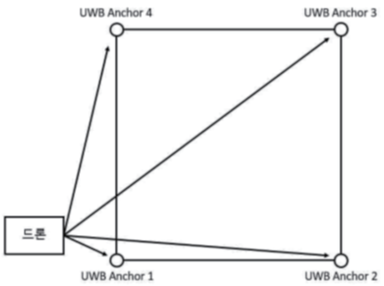
작품개요

▪ **목 적 :** 최근 농업 재배 화경도 디지털화가 진행됨에 따라 로봇 및 IoT를 활용한 관리 및 생산 시스템이 증가하고 있다. 그중, 농약 살포와 같은 작업은 드론을 활용하는 작업자들이 증가하고 있다. 작업용 드론과 같은 대형 드론은 전문 자격증을 가진 조종사들을 고용하여 작업을 수행해야 한다. 하지만 작업 수요에 비해 조종사의 수가 매우 적어 예약이 어렵고 예약을 대기하는데 많은 시간이 소요된다. 따라서, 본 프로젝트는 농약 살포 드론과 같이 특정 영역 안에서 이동하며 작업하는 드론에 이동 가능 영역을 지정하여 자동으로 드론이 이동 가능한 시스템을 설계하여 전문 조종사 없이 일반인도 손쉽게 드론을 활용하여 작업이 가능하도록 한다.

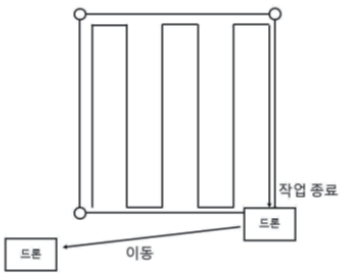
▪ **작품설명 :** 본 시스템의 전체 구성도는 [그림 1]과 같다. UWB 센서 4개를 Anchor로 활용하여 [그림 2]와 같은 가상 공간(5m X 5m)을 설정한다. 가상 영역 안에서 드론에 부착된 UWB 센서 1개를 Tag로 활용하여 드론의 좌표를 파악한다. 드론의 좌표를 활용해 이동 한계 영역을 설정하고, [그림 3]과 같이 드론의 이동 경로를 추정 후 드론이 자동으로 주행한다. 이 전체 과정을 스마트폰에서 블루투스 통신을 통해 제어할 수 있도록 시스템을 구성하여 전문 조종사 없이도 일반인이 드론을 활용하여 작업이 가능하도록 한다.



[그림 1] 전체 시스템 구성도



[그림 2] UWB 센서를 활용한 좌표계 생성



[그림 3] 생성된 좌표계 기반 정해진 경로 주행

▪ **기대효과 :** 본 시스템을 활용하면 농업 작업자가 전문 드론 조종사 필요 없이 스마트폰만으로 드론을 운용하여 농약 살포와 같은 작업이 가능하다. 이를 통해, 기존에 드론 조종사 예약을 위해 들였던 시간과 비용을 절약 가능해 작업 효율과 인건비 절약 측면에서 이점이 있다.

작품사진

[그림 4] 아두이노 기반 소형 드론