

318009-4

보안 과제(), 일반 과제(O) / 공개(O), 비공개()발간등록번호(O)
첨단생산기술개발사업 2021년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-003988-01

ICT 기술을 적용한 다목적 정밀농업용
자율비행 드론 플랫폼 최종보고서

2021

농림식품기술기획평가원
농림축산식품부

ICT 기술을 적용한 다목적 정밀농업용 자율비행 드론 플랫폼 개발

2022. 03. 21

주관연구기관 / 네이버시스템(주)
협동연구기관 / (주)아세아텍,
농부촌영농단(합)

농림축산식품부
(전문기관)농림식품기술기획평가원

최종보고서						보안등급							
						일반[<input checked="" type="checkbox"/>], 보안[<input type="checkbox"/>]							
중앙행정기관명		농림축산식품부		사업명		사업명		첨단생산기술개발사업					
전문기관명		농림식품기술기획평가원		내역사업명									
공고번호		농축2018-58호		총괄연구개발 식별번호		연구개발과제번호		318009-4					
기술분류	국가과학기술 표준분류	LB0801	100%	-	%	-	%						
	농림식품과학기술분류	RC0103	50%	RC0199	50%	-	%						
총괄연구개발명 (해당 시 작성)		국문		영문									
연구개발과제명		국문		ICT 기술을 적용한 다목적 정밀농업용 자율비행 드론 플랫폼 개발									
		영문		Development of autonomous flight drone platform for multi-purpose precision agriculture using ICT technology									
주관연구개발기관		기관명		네이버시스템(주)		사업자등록번호		215-81-69556					
		주소		서울 송파구 중대로 135		법인등록번호		110111-1540685					
연구책임자		성명		심재균		직위		연구소장					
		연락처		직장전화		02-6258-2630		휴대전화					
				전자우편				국가연구자번호		1068-4181			
연구개발기간		전체		2018. 04. 26 - 2021. 12. 31(3년 9개월)									
연구개발비 (단위: 천원)		정부지원 연구개발비		기관부담 연구개발비		그 외 기관 등의 지원금				연구개발비 외 지원금			
		현금		현금 현물		지방자치단체		기타()			합계		
총계		2,625,000	787,500	87,502					3,412,500	87,502	3,500,002		
1단계	1년차	525,000	157,500	17,500					682,500	17,500	700,000		
	2년차	700,000	210,000	23,334					910,000	23,334	933,334		
	3년차	700,000	210,000	23,334					910,000	23,334	933,334		
	4년차	700,000	210,000	23,334					910,000	23,334	933,334		
공동연구개발기관 등 (해당 시 작성)		기관명		책임자		직위		휴대전화		전자우편		비고	
공동연구개발기관		㈜아세아텍		강태동		부장						공동 중견기업	
		농부촌영농단(합)		허우영		대표이사						공동 중소기업	
위탁연구개발기관		경북대학교산학협력단		최익창		팀장						위탁 대학	
		㈜스페이스소프트인더스트리		송지홍		대표이사						위탁 중소기업	
연구개발기관 외 기관		성명		박수철		직위		이사					
연구개발담당자 실무담당자		연락처		직장전화		02-6258-1500		휴대전화					
				전자우편				국가연구자번호		1100 9767			
이 최종보고서에 기재된 내용이 사실임을 확인하며, 만약 사실이 아닌 경우 관련 법령 및 규정에 따라 제재처분 등의 불이익도 감수하겠습니다.													
2021년 12월 31일 연구책임자: 심재균													
주관연구개발기관의 장: 네이버시스템(주) 임병조 (직인)													
공동연구개발기관의 장: ㈜아세아텍 김신길 (직인) 농부촌영농단(합) 허우영 (직인)													
위탁연구개발기관의 장: 경북대학교산학협력단 김지현 (직인) / 스페이스소프트인더스트리 송지홍 (직인)													
농림축산식품부장관 농림식품기술기획평가원장 귀하													

제출문

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “ICT 기술을 적용한 다목적 정밀농업용 자율비행 드론 플랫폼 개발”(개발기간 : 2018. 4. ~ 2021. 12.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2022. 03. 21.

주관연구기관명 : 네이버시스템(주)

임병조 (인)

협동연구기관명 : (주)아세아텍

김신길 (인)

농부촌영농단(합)

허우영 (인)



주관연구책임자 : 심재균

협동연구책임자 : 강태동, 허우영

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의 합니다.

< 요약 문 >

※ 요약문은 5쪽 이내로 작성합니다.

사업명		첨단생산기술개발사업			총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)		
내역사업명 (해당 시 작성)					연구개발과제번호		318009-4
기술 분류	국가과학기술 표준분류	LB0801	100%	-	%	-	%
	농림식품 과학기술분류	RC0103	50%	RC0199	50%	-	%
총괄연구개발명 (해당 시 작성)							
연구개발과제명		ICT 기술을 적용한 다목적 정밀농업용 자율비행 드론 플랫폼 개발					
전체 연구개발기간		2018. 04. 26 - 2021. 12. 31(3년 9개월)					
총 연구개발비		총 3,500,002천원 (정부지원연구개발비: 2,625,000천원, 기관부담연구개발비 : 875,002천원, 지방자치단체: 천원, 그 외 지원금: 천원)					
연구개발단계		기초[] 응용[] 개발[<input checked="" type="checkbox"/>] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[]			기술성숙도 (해당 시 기재)		착수시점 기준(3) 종료시점 목표(7)
연구개발과제 유형 (해당 시 작성)							
연구개발과제 특성 (해당 시 작성)							
연구개 발 목표 및 내용	최종 목표	<p>본 연구개발은 기 개발되어 현재 농업용으로 운용중인 수동조종 드론에 ICT 기술을 접목함으로써 다목적 정밀농업용 자율비행 드론 플랫폼을 개발하는 과제이며, 다음 항목을 연구 개발 목표로 함.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 작물 생육상태별 정밀한 변량 파종/시비/방제기 개발로, 작물 생산량 확대에 기여 ○ 드론 정밀 비행제어SW 국산화로, 국제 경쟁력 확보 및 수출 기회 확보 ○ 드론 촬영영상 기반의 정밀 3D 지도 제작으로, 농지내 드론 정밀비행 기반 구축 ○ 영농 빅데이터 지능형 분석SW 개발로, 축적된 데이터 정밀분석/활용 기반 마련 					
	전체 내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 정밀농업용 자율비행 다목적 드론 플랫폼 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 다목적 영농작업에 활용 가능토록 드론에 카메라 및 다양한 임무장비 교체 탑재 - 농지내 작물 생육상태별 변량살포 가능한 지능형 파종/살포/방제기 개발 - 농지내 자동 정밀경로 비행 및 임무제어가 가능한 제어장치(FCC, GCS) 개발 - 정밀농업 수행간 드론 운용효율 향상을 위한 드론 운반키트 제작 ○ 드론 자율비행 및 임무제어 SW 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 정밀 자동경로비행 제어를 위한 비행제어(FCC) SW 개발 - 변량살포장치 정밀제어를 위한 임무제어(MCS) 모듈 및 SW 개발 - 지능형 비행/임무 제어를 위한 지상통제장치(GCS) SW 개발 ○ 촬영영상 전처리/분석 및 3D지도 생성 SW 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 드론 촬영영상 전처리 및 보정, 3D 정밀 지도 생성, 지도매핑 SW 개발 - 작물 성장상태 확인을 위한 정규화식생지수(NDVI) 생성 및 분석 SW 개발 ○ 영농DB 및 빅데이터 축적/분석 SW 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 농지내 작물 촬영영상 및 비행데이터 DB구축 및 정밀 분석SW 개발 - 농지내 토양 및 영양분, 기상정보 등 관련정보 축적/분석 SW 개발 					

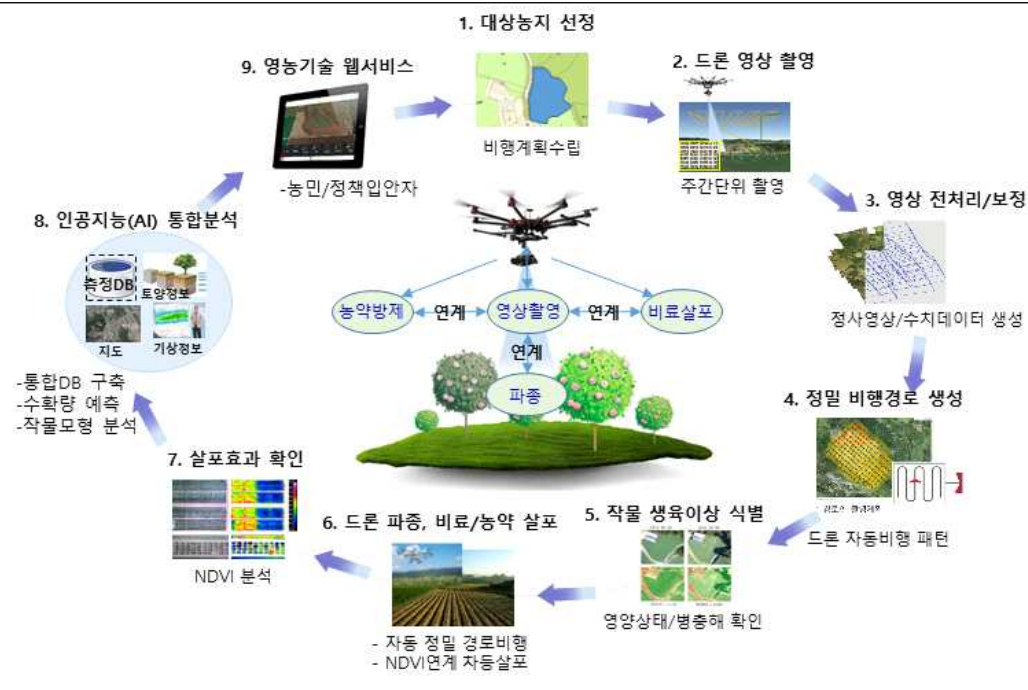


그림 5 <정밀농업 실증 시스템 개념도>

- 드론플랫폼 운영환경 구축 및 실증 시험
 - 2D/3D공간정보(GIS)에 기반한 농지, 영농작업, 작물 생육정보 관리 환경 구축
 - 정밀 변량살포를 위한 작물 생육상태별 표준 살포 기준 구축
 - 다목적 드론 플랫폼 성능 검증 및 농지내 통합운용 실증시험

연구개발성과

- 정량적 성과
 - 지식재산권 출원 18건, 특허 등록 10건, SW등록 13건
 - 비SCI 논문 4건, 학술발표 5건
 - 기술실시 2건
 - 사업화 실시 (국내 매출 910,000,000원)
 - 17명 신규채용
- 정성적 성과
 - 정밀농업용 자율비행 다목적 드론 플랫폼 개발
 - 드론 자율비행 및 임무제어 SW 개발
 - 촬영영상 전처리/분석 및 3D지도 생성 SW 개발
 - 영농DB 및 빅데이터 축적/분석 SW 개발
 - 드론플랫폼 운영환경 구축 및 실증 시험

연구개발성과 활용계획 및 기대 효과

- 개발된 정밀농업용 드론 플랫폼의 사업화를 통해 국내 정밀농업 확산 및 농가 혜택 제공
 - 개발된 드론 플랫폼을 농가에 보급하여 국내 정밀농업 확산 기대
 - 작물성장 상태고려 적량 정밀 방제/시비 작업을 통해 직접적인 생산량 확대 기대
 - 작물성장 상태를 ICT(빅데이터, 인공지능)기술을 활용하여 생산량 감소요인 사전 차단
 - 병충해, 수확량 예측정보 등 각종 의사결정 정보를 적기 제공
- 국제 농업 경쟁력 강화
 - 미국/일본/네덜란드 등 정밀농업 선진 기술 수입 대체 효과
 - 국내 농업환경과 유사한 중·선진국가에 정밀농업 드론 및 분석시스템 수출 기대

	○ 사고위험 감소 및 환경 보호 - 현재 수동 조종으로 농업에 활용중인 드론의 추락 및 충돌 등 사고발생을 대폭 감소 기대 - 농민들의 직접 농약 살포 작업을 원격으로 가능하여 농약 중독사고 예방 - 작물상태별 최적(최소)량의 비료 및 농약 살포를 통해 환경 보호											
연구개발성과의 비공개여부 및 사유												
연구개발성과의 등록·기탁 건수	논문	특허	보고서 원문	연구 시설·장비	기술 요약 정보	소프트웨어	표준	생명자원		화합물	신품종	
								생명 정보	생물 자원		정보	실물
	4	10				13						
연구시설·장비 종합정보시스템 등록 현황	구입기관	연구 시설·장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	ZEUS 등록번호			
국문핵심어 (5개 이내)	드론		비행제어		정밀농업		표준플랫폼		드론키트			
영문핵심어 (5개 이내)	Drone		FCC		Precision Agriculture		Standard platform		Drone Kit			

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요
2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용
3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도
4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성)
5. 연구개발성과 및 관련 분야에 대한 기여 정도
6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

별첨 자료 (참고 문헌 등)

1. 연구개발과제의 개요

1) 과제 제안 배경 및 목표

(1) 과제 제안 배경

최근 농업 분야에는 대규모 농업방제용 무인헬기보다 상대적으로 구입, 운용 비용이 저렴한 드론에 대한 관심이 높아지고 있는 상황임. 또한, 정부의 드론 활성화 정책의 일환으로 초경량비행 장치의 비행승인 및 기체검사 면제범위가 자체 12kg 이하에서 최대 이륙중량 25kg 이하로 완화되어 전문 조종인력이 없이도 운용이 가능하게 되면서 이에 대한 수요가 끊임없이 증가할 추세임.

그러나, 현재 농업에 종사하는 농민들의 연령대 추이가 점점 더 고령화되어 가고 있고, 일반 농민이 전문 교육 없이 드론을 직접 조종하는 것은 매우 어려운 일임. 더욱이 우리나라 농지는 평야 지대의 논과 같이 평활지만 있는 것이 아니라 굴곡이 있는 계단식 논, 밭도 있고 인근 산비탈에 경사진 밭이나 농지도 많은 실정임으로, 현재와 같이 수동 조종에 의한 농업 분야의 드론 활용은 안전사고 가능성이 매우 높음. 따라서 관련 드론제어기술 성숙도와 발전추세를 고려하여, 농업용 드론이 농지내 굴곡을 따라 자동 정밀 경로 비행하는 기술과 농작물의 생육상태에 따라 지능형 살포 기술 도입이 필수적인 상황임.



<산비탈 계단식 논>



<보성 녹차밭>

현재 드론제어기술에서의 방제패턴에 의한 경로비행은 능동적인 고도 감지에 따른 경로비행이 아닌 경로점간 직선형 비행패턴이므로 높낮이가 있는 논과 밭의 경우에는 자동 경로비행이라고 하더라도 충돌에 의한 추락 위험은 여전히 잠재되어 있음. 그리고 방제드론의 경우 살포된 약제의 농도나 밀도를 실시간 모니터링하며 균일하게 방제하는 것이 아니라 살포범위의 추정치에 의한 임의적 방제 경로를 생성하여 임무비행을 수행함으로써 약제 살포 효과가 균일하지 않다는 문제점들이 도출되고 있음. 이는 방제뿐만이 아니라 비료살포 및 파종에서도 마찬가지임.

이제 4차산업혁명의 시점에 들어서는 국면에서 정밀 스마트 농업은 인류의 생존과도 직결되는 문제이고 건강한 먹거리에 대한 인식이 상호 지배적이게 될 것인데 국내 실정은 아직 이렇다 할 정밀 농업용 스마트 드론 제품이 없는 실정임. 최근 중국 DJI에서 출시한 농업용 드론인 MG-1S 제품이 국내에 판매되고 있는데 비행 안정성이나 완성도가 최상급이라는 평가를 받고 있음.

이에 따라 본 연구개발에서는 국내 농촌 논/밭의 지리적, 지형적 특성에 맞는 빅데이터(농작물의 생육/생장을 확인할 수 있는 영상 및 측정 데이터)를 수집 전송하고, 이 데이터의 분석 결과를 토대로 수 cm 급 정밀도의 비행경로를 자동으로 생성하고 실시간 비행 센서들과 연동하여 충돌의 원인이 되는 외부 장애물을 자율적으로 감지하며 임무비행을 수행할 수 있는 비행제어시스템을 개발하고자 함. 또한 살포되는 약제나 비료, 입제들의 살포 밀도에 따른 실시간 임무분석을 통해 작물 성장상태를 고려하여 차등 살포임무를 제어하기 위한 임무제어시스템을 국내 기술로 개발하

며, 이를 지상에서 통제하고 모니터링할 수 있는 이동형 지상통제시스템을 개발하고자 함.

(2) 연구개발 목표

자율비행이 가능한 정밀농업용 다목적 드론 플랫폼의 개발을 목표로 함. 특히, 하나의 농업용 드론 본체를 이용해 다양한 기능의 임무장비를 손쉽게 탈착하여 활용할 수 있도록 함으로써 영농 효율을 높이려 함. 또한 교체 탈착이 가능한 임무장비는 정밀 촬영한 영상의 분석 및 처리기술을 이용해 작물의 생육조건을 모니터링하는 것은 물론 작물의 성장상태별로 파종/시비/방제량을 조절 가능하도록 개발하고자 함.

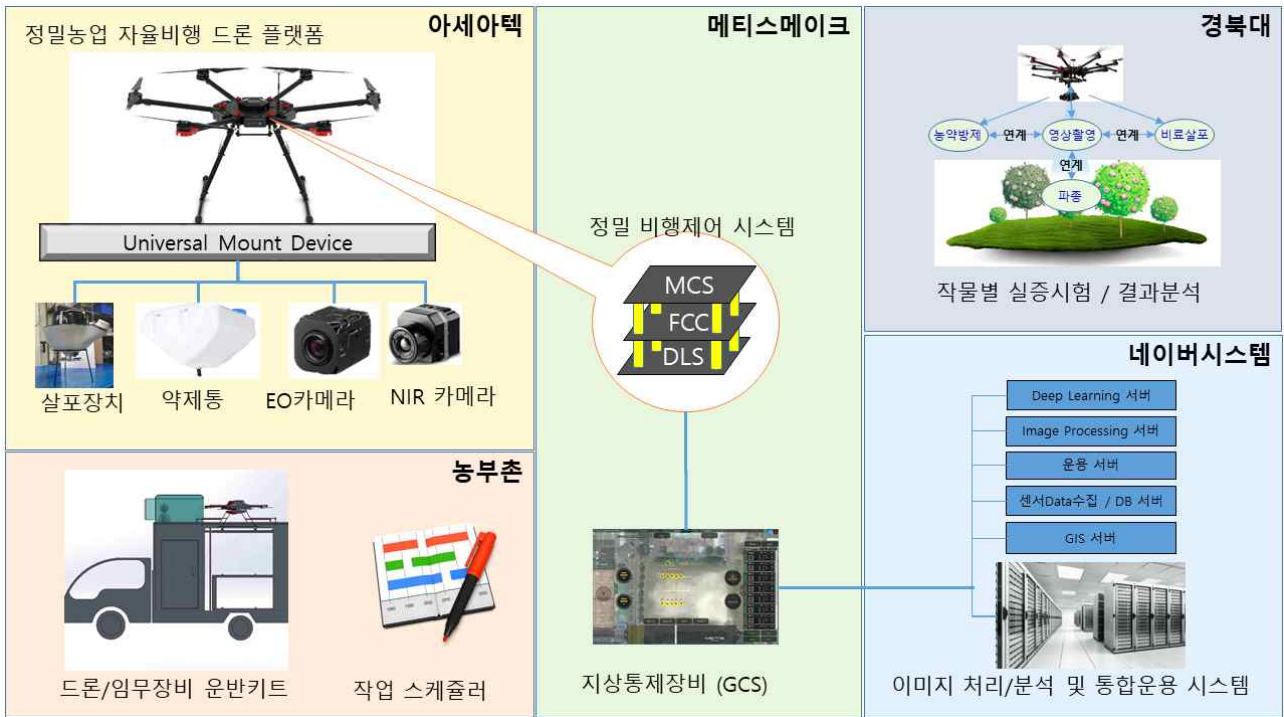
외산 중심의 영상 처리 기술의 국산화, 정밀 비행이 가능한 비행제어기(FCC)의 국산화, 지상통제장치(GCS)의 개발 및 운용 소프트웨어의 국산화, 드론 및 임무장비를 편리하게 운반할 수 있는 운반키트의 제작, 그리고 다양한 실증 시험을 통해 국내 기업의 기술 수준을 높이는 동시에 농업인들에게 보다 편리하면서도 스마트한 농업 환경을 조성하고자 함.

특히 ICT기반의 정밀농업용 다목적 드론 플랫폼의 연구 개발을 통해 정밀 농업을 위한 임무제어 장비 분야에서 수입품을 대체하는 비율을 높이고, 나아가 국내와 농업 환경이 유사한 지역을 시작으로 표준화된 장비와 핵심 모듈이 통합된 통합 농업 관리 시스템의 수출시장까지 개척하고자 함.

2) 다목적 정밀농업용 자율비행 드론 플랫폼 개요

(1) 연구개발 내용

- 현재 농업용으로 활용중인 기존 드론을 기반으로, 정밀농업용 카메라 및 임무장비(방제기/시비기/파종기)를 교체 탑재 가능한 자율비행 드론 플랫폼으로 개발
- 드론 자동 정밀 경로비행 제어를 위해 RTK-GPS를 적용한 비행제어기(FCC) 개발
- 2D/3D지도(GIS)를 기반으로 드론 정밀 비행제어기(FCC) 및 지상통제장치(GCS) 개발
- 정밀농업용 드론플랫폼 운반 용이성 및 운용효율 증대를 위한 운반키트 개발
- 농지 작물에 대한 영상을 촬영하고, 중첩 촬영된 영상을 이용하여 3D 수치데이터 및 NDVI(정규화 식생지수) 이미지 생성 SW 개발
- 미래 정밀 농업에서 요구되는 농지내 정밀 좌표 인식과 고도 데이터 및 작물의 성장상태를 지속적으로 촬영 및 관찰하여 적절한 영농작업 처방을 내릴 수 있는 고도의 영상 분석 및 처리 기술 개발
- NDVI(정규화식생지수) 이미지를 활용하여 농지내 작물의 생육상태를 파악하고, 생육 상태에 따라 비료, 농약을 자동으로 변량 살포할 수 있는 임무제어 SW 개발
- 드론 플랫폼 개발시 구성장치 성능보장을 위해 비행제어기(FCC)와 임무장비 및 임무장비 제어기 등의 성능 시험항목 및 시험방법 및 절차 등 시험 프로세스 정립
- 개발된 드론플랫폼의 성능 실증시험을 위해 시험장소 2곳과 작물 3종에 대해 실증 시험 후 및 결과 제시



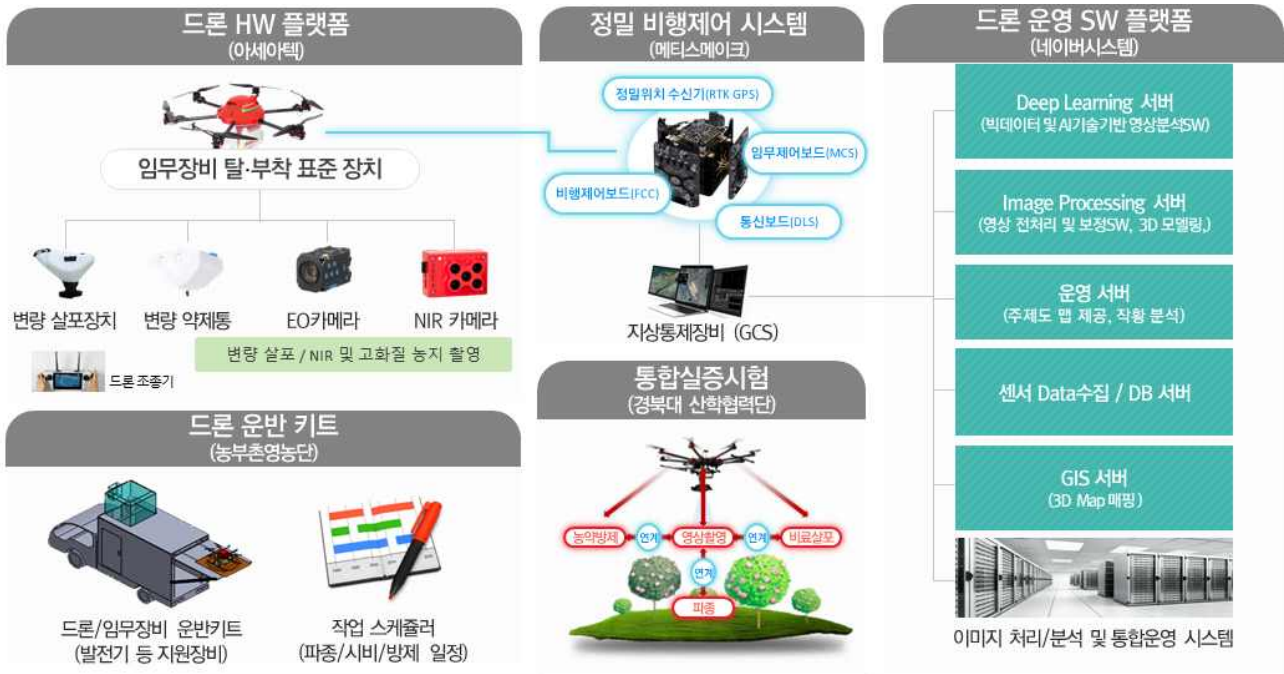
<정밀농업 실증 시스템>

(2) 핵심 기술

- 정밀 비행제어 : 드론에 탑재된 RTK-GPS와 각종 자세센서를 활용하여 드론 위치 및 자세, 상태정보를 바탕으로 로터의 회전수를 정밀 제어하여 드론을 cm급 오차 범위로 비행시킬 수 있는 기술. 비행 제어 모듈은 비행제어(FCC), 임무제어(MCS), 데이터 링크(DLS)로 구성됨.
- 지상통제시스템(GCS) : 정밀 2D/3D공간정보(GIS)를 기반으로 드론 비행 경로점 및 패턴 설정, 비행 자세 및 상태 실시간 모니터링, 임무장비 제어 및 작동상태를 모니터링할 수 있는 기술. 데이터 링크(DLS)를 통해 드론에 탑재된 FCC, MCS를 제어함.
- 3D 지도 생성 : 농지내 드론으로 중첩 촬영한 영상을 활용하여 전처리 및 정사보정 등을 통해 3D수치데이터 생성 및 정사영상을 2D지도 및 3D수치데이터에 매핑할 수 있는 기술. 정사보정, Tie Point 추출, 불규칙 삼각망, 3D Mesh 생성 기능 등의 세부 기능을 수행함.
- NDVI 데이터 산출 : 식물의 식생 상태를 파악하는데 보편적으로 사용되는 정규화 식생지수 (NDVI, Normalized Difference Vegetation Index)는 식물의 분광반사 특성을 활용한 것으로, GIS를 기반으로 가시광 적색 밴드 반사율과 근적외선 밴드 반사율을 활용하여 NDVI값을 계산함. NDVI 값을 지도에 매핑하면 촬영 지역에 구역별로 식물 존재여부, 성장 상태를 파악할 수 있으며, 정밀농업에 필수적으로 사용되는 기술임.

2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

1) 참여기업별 역할



< 참여 기업별 역할 >

- 참여 기업별로 각 관련 분야에서 다년간 검증된 기술력을 바탕으로 신뢰성 높은 플랫폼의 개발 추진
 - 주관기간인 네이버시스템(주)은 영상처리/분석, 통합운영 시스템 등 주요 핵심기술 개발 담당
 - (주)아세아텍, 농부촌영농단은 농기계 HW 제작 기술을 토대로 다목적 드론 플랫폼 HW 개발 담당
 - 메티스메이크(주)는 정밀비행기술 개발 기술을 토대로 FCC국산화 및 GCS SW 개발 담당
 - 경북대 산학협력단은 스마트드론센터의 자원, 기술을 토대로 실증 시험 담당
- 네이버시스템(주)의 중국지사, (주)아세아텍, 농부촌영농단의 농업분야 경험을 토대로 정밀 농업 사업화 추진

2) 연구 수행 과정 및 수행 내용

(1) 영상처리/분석, 통합운영 시스템 개발

- 2D/3D 정밀 지도 제작을 위한 영상 전처리 시스템 설계 및 개발
 - 영상전처리 모듈 설계/개발
 - 영상 전처리 후 2D/3D 결과물을 jpg, png, tif/geotif, ply 등의 형태로 다운로드 가능한 서비스 설계 및 개발
 - Red, NIR 영상의 입력에 의한 NDVI 생성 및 연계 시스템 설계 및 개발
 - docker container 형태의 마이크로서비스를 생성하는 기반 구조를 바탕으로 2D 정사영상 및 3D 모델링 데이터 생성용 영상 전처리 마이크로서비스 구축
 - Rest API 기반 2D/3D 영상 전처리 SW 설계 및 개발

○ 영상 데이터 수집, 처리, 저장 시스템의 설계 및 개발

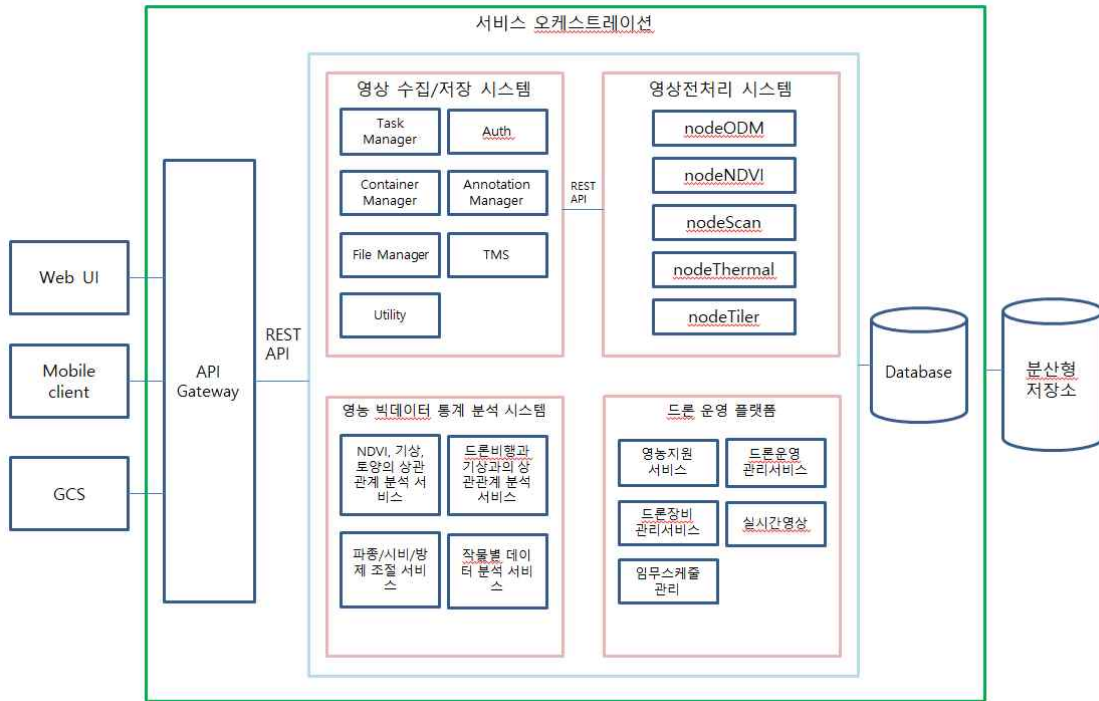
- 공공 농업관련 데이터 및 농사로 DB에 대한 쿼리 시스템 및 프로토타입 개발
- 수집된 다시점 중첩촬영 영상들을 업로드, 다운로드, 파일포맷 변환, 각종 GPS 정보를 확인할 수 있는 파일매니저 서비스 설계 및 개발
- 비행/임무 수행후 관련 메타데이터 수집을 위한 API 시스템 개발
- REST API 형태로 시스템 구성하여 다양한 클라이언트들(Device)을 지원 고려
- 시스템의 유연성, 확장성, 안정성, 유지보수 편리성을 위해 마이크로서비스 아키텍처로 구현
- 대용량의 영상을 처리시 부하의 최소화를 위해 클러스터링 시스템 채용
- 마이크로서비스간 데이터 스토리지 공유 기법으로 마이크로서비스간 통신 지연시간 감소
- 마이크로서비스로 구현하기 위해 dock 및 container 기술 적용
- 마이크로서비스의 장점을 최대한 활용하기 위해 비동기 방식의 시스템으로 설계 및 구현

○ 지도 매핑 시스템 (TMS, Tile Map Server)

- 검증된 범용 GIS GDAL 라이브러리 적용 설계
- 지정된 축척별 타일링 맵을 생성 및 각 GPS 정보에 기반한 요청에 의해 타일링 맵을 제공하는 구조
- 다양한 디바이스에 제공이 용이한 Rest API 형태
- 마이크로서비스 기반 TMS 시스템 설계서 작성

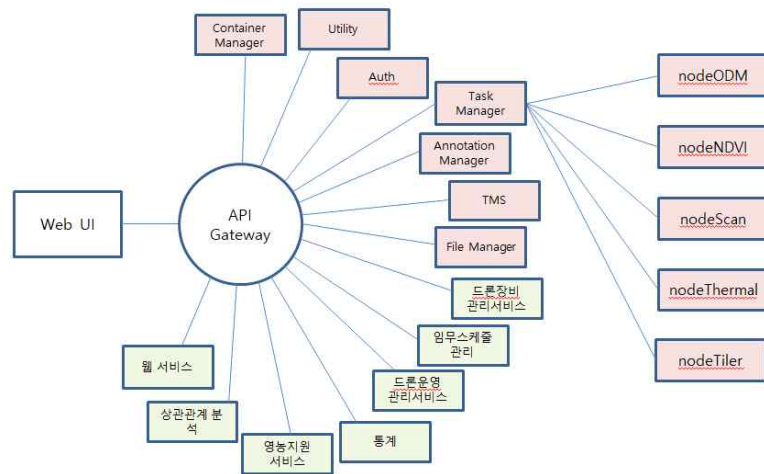
○ 통합 운영 플랫폼 설계 및 개발

- 드론 비행/임무 제어 관리 및 작업 지원 인터페이스 설계
- 통계분석을 통한 2D 기반의 주제도별 지도 서비스 설계
- 저장한 데이터를 분석하여 상관관계 분석 및 대시보드 화면 설계
- 웹 접근성 향상을 위해 ActiveX을 사용하지 않고 웹표준으로 설계
- 경작지 구획별, 날짜별로 농약/비료 살포 현황 화면 설계
- 사용자 중심의 데이터 시각화 설계
- 통합 운영 플랫폼은 확장성을 고려하여 마이크로 서비스 아키텍처로 설계

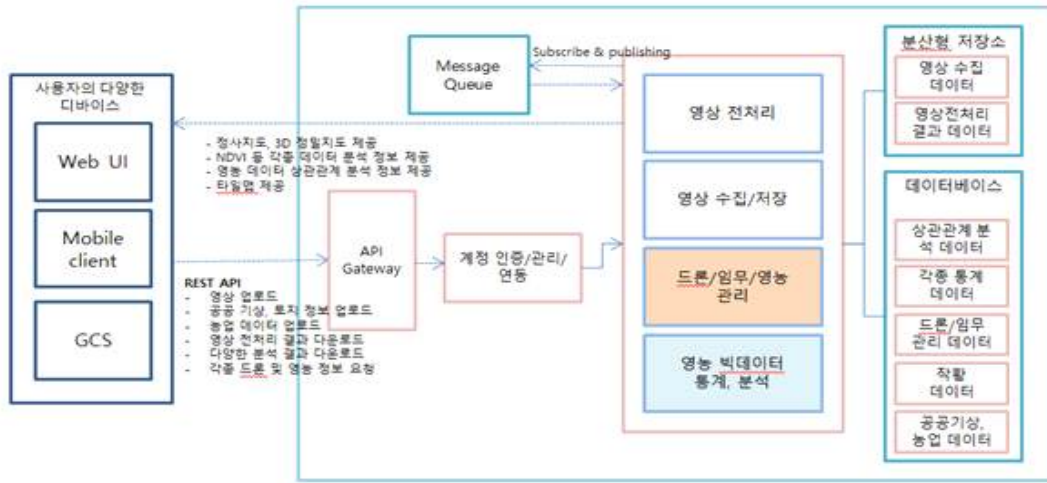


< 운영플랫폼 소프트웨어 마이크로서비스 아키텍처 >

- 세분화된 마이크로 서비스는 API Gateway를 통하여 외부에서 접근하도록 요청 처리 일원화



< 마이크로서비스 아키텍처에서의 요청 처리 >



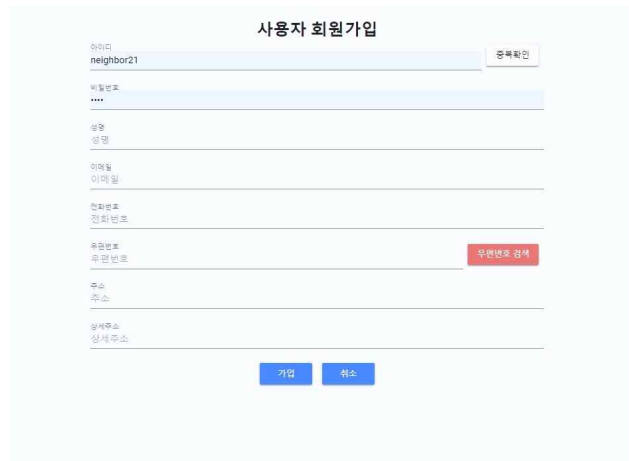
< 런타임뷰 >

○ 웹기반 통합 운영플랫폼 프로토타입 개발

- 통합 운영 플랫폼의 actor는 사용자와 공급자, 시스템 관리자로 정의
- 사용자(농가)와 공급자(영농서비스 제공자/업체)를 매칭하는 정밀농업 서비스 플랫폼으로 설계
- 사용자는 영농에 필요한 작물의 각종 분석 정보, 작황 분석 정보 등을 제공 받을 수 있음
- 공급자는 작물 영상 및 각종 영농 정보들을 생산하기 위해 드론의 운영 및 영농 임무 수행 하고, 각종 영농 정보들의 상관관계를 분석하여 사용자에게 제공
- 시스템 관리자는 운영플랫폼의 시스템 유지보수를 위한 관리 임무 수행
- 통합 운영플랫폼 메인 화면 및 회원 가입화면 : 정밀농업 소개 및 공급자(영농서비스 제공자) 정보, 날씨 정보 등 제공

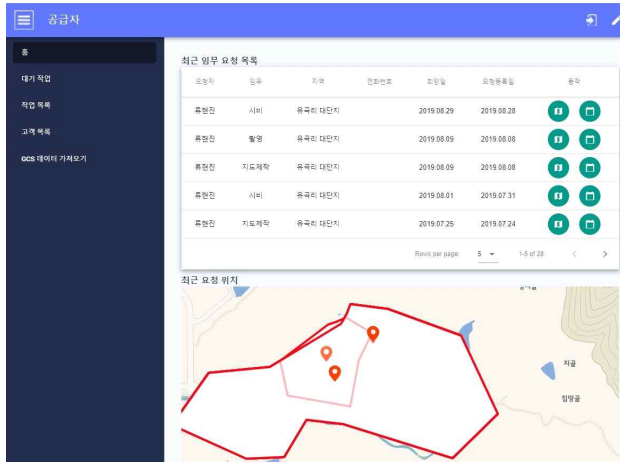


< 통합 운영플랫폼 메인화면 >

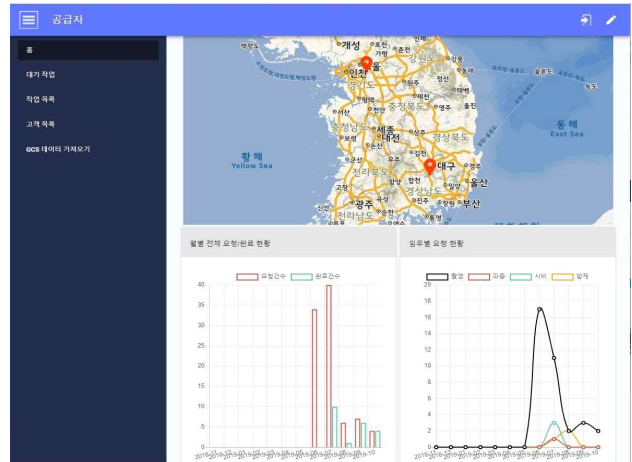


< 회원 가입화면 >

- 공급자 메인화면 : 사용자가 요청한 최근 임무 요청 목록, 작업 농지 영역 정보, 요청 통계 정보 등을 제공

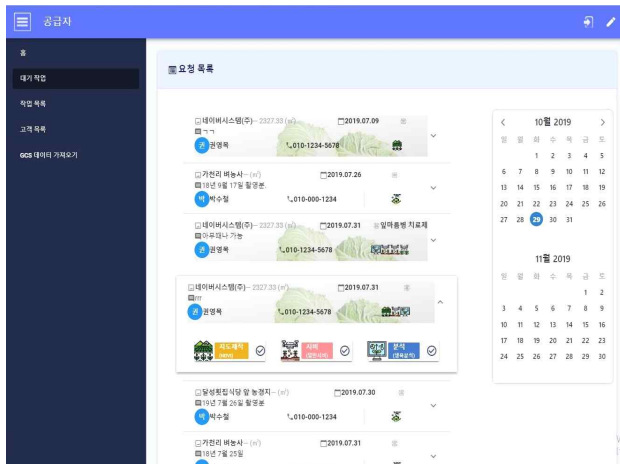


< 공급자 메인 화면 (1/2) >

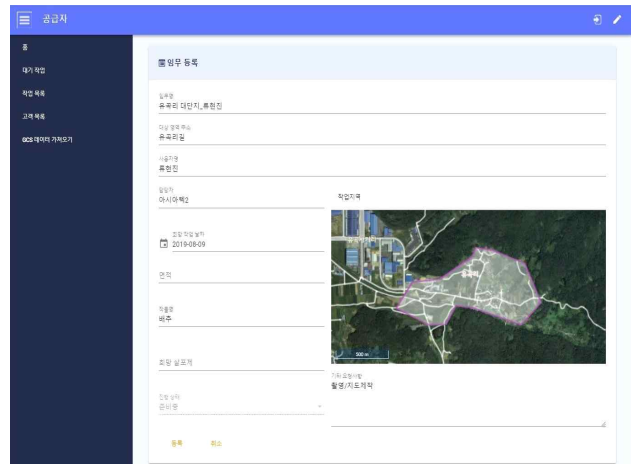


< 공급자 메인 화면 (2/2) >

- 공급자 대기작업 화면 : 사용자의 요청 목록 및 임무 종류별 상세 정보 화면, 작업 일정 관리 등을 제공



< 공급자 대기작업 화면 >



< 공급자 임무등록 화면 >

- 비행경로 생성 : 대상 농지의 정밀 지도제작을 위한 촬영임무(자동 비행경로) 생성 기능 제공

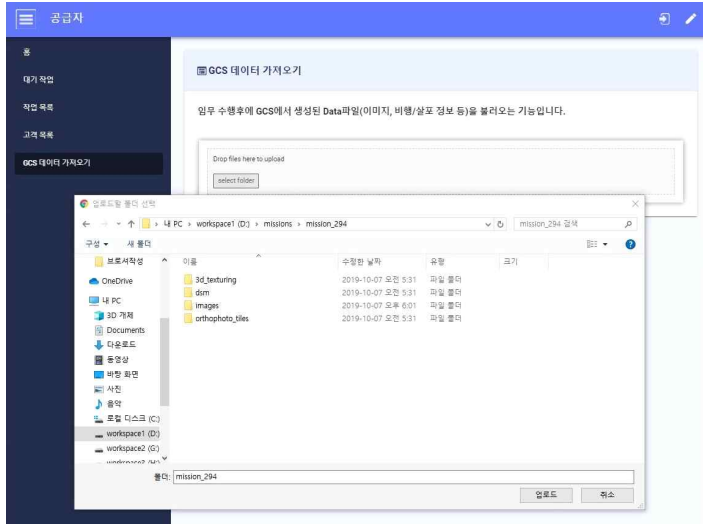


< 자동 비행경로 생성 화면 (1/2) >



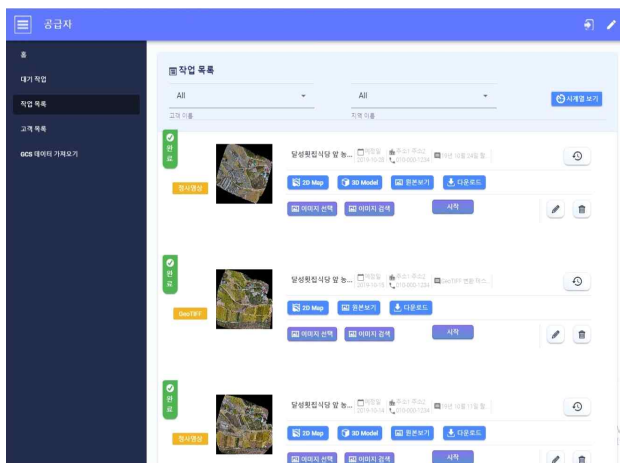
< 자동 비행경로 생성 화면 (2/2) >

- GCS 데이터 가져오기 : 드론 임무비행을 완료 한 후 GCS에 저장된 정보를 운영플랫폼으로 업로드 하는 기능. 운영플랫폼에서 계획했던 임무정보를 포함하고 있으므로, 업로드시 해당 임무 DB에 자동적으로 데이터들이 적재되어 계획대비 결과를 바로 확인 가능

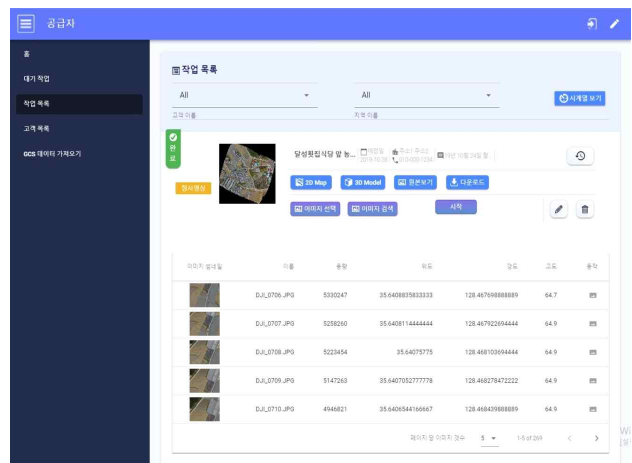


< 공급자 GCS 데이터 가져오기 화면 >

- 공급자 작업목록 화면 : 임무 목록 및 임무 종류별 각종 기능 제공
 - 1) 2D 맵 (정밀정사지도, NDVI맵, DSM맵, 행정지도, 촬영위치 정보) 보기
 - 2) 3D 모델 보기
 - 3) 원본사진 보기
 - 4) 2D Tif, 2D 타일맵, 3D 모델 다운로드 기능
 - 5) 이미지 업로드 기능
 - 6) 영상 전처리 기능
 - 7) 비행경로 설정 기능
 - 8) 농지별, 사용자별 임무목록 필터 기능
 - 9) 시계열 보기 기능
 - 10) GCS 임무 내보내기 기능 등



< 공급자 작업목록 화면 (1/2) >



< 공급자 작업 목록 화면 (2/2) >

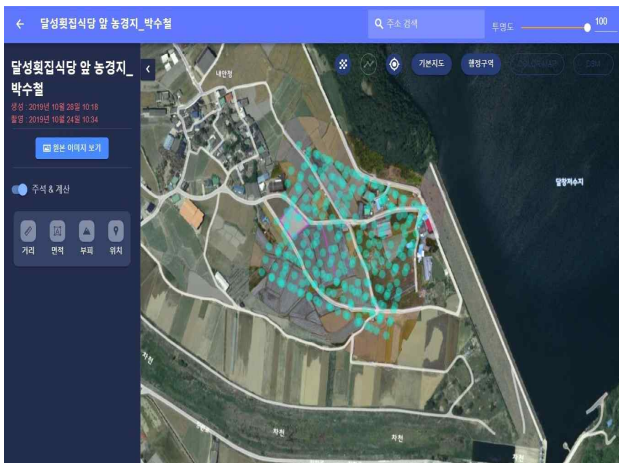
- 2D 정밀지도 화면 : 드론 촬영 사진으로 제작된 2D 정밀지도 표시화면임. 수집된 원본 영상들의 전처리 작업 후 생성된 정밀 정사영상을 웹에서 표시하기 위해 타일링하고, 베이스맵(위성지도)상에 오버레이하여 출력함. 정밀 지도내에서 거리 측정, 면적 측정, 부피 측정 기능을 제공하며, 촬영한 원본 사진의 위치 확인 및 해당 원본사진 보기 기능 제공



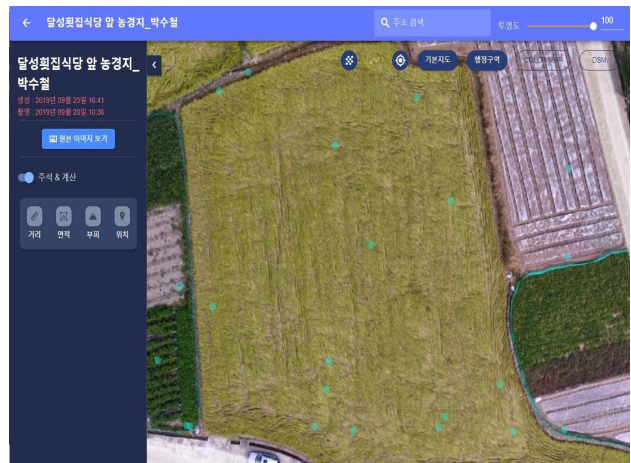
< 정밀지도 제공 화면 >



< 면적 측정 >



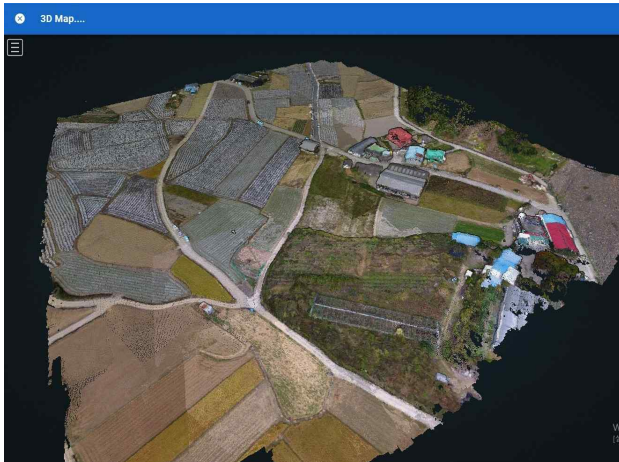
< 촬영 위치 표시 >



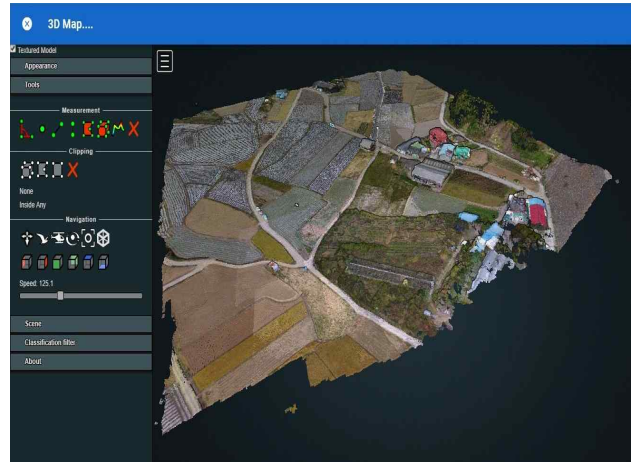
<공급자/사용자 정밀정사 2D map 화면>

* 해당 포인트 클릭시 원본 사진 보기기능 제공

- 3D모델 표시 : 3차원 모델을 Point Cloud 형태로 표시하는 기능 제공. 거리 측정, 면적 측정, 부피 측정 기능 등을 제공함

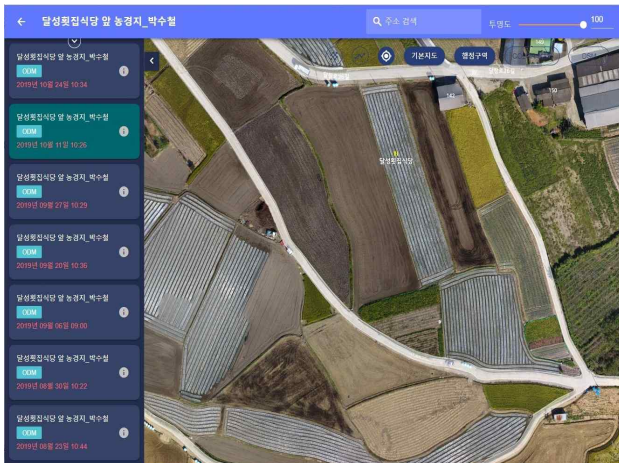


< 3D 모델 보기 화면 (1/2) >

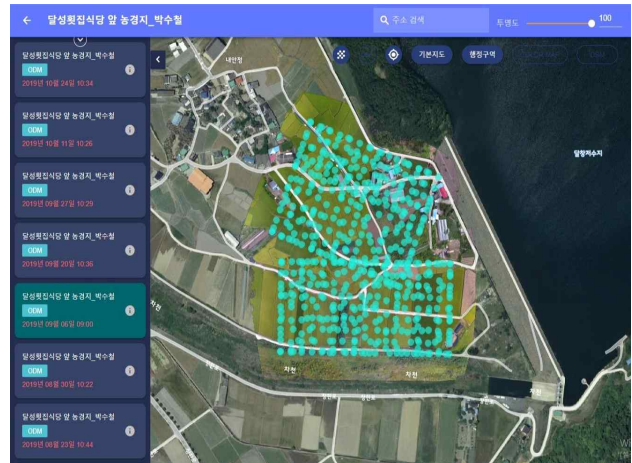


< 3D 모델 보기 화면 (2/2) >

- 시계열 보기 : 정사영상 임무로 생성된 정밀 정사지도들을 날짜별로 선택 가능한 목록으로 좌측에 보여주고 해당 임무를 클릭시 정밀지도를 보여주도록 하여 날짜별 시계열 비교가 가능하도록 함.



< 시계열 보기 >

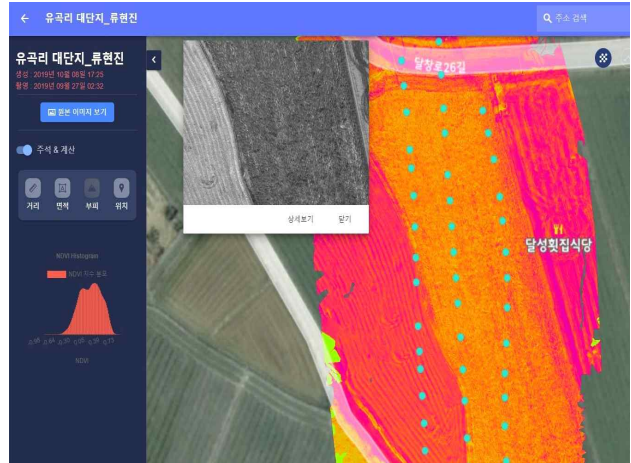


< 시계열 보기 / 촬영위치 표시 >

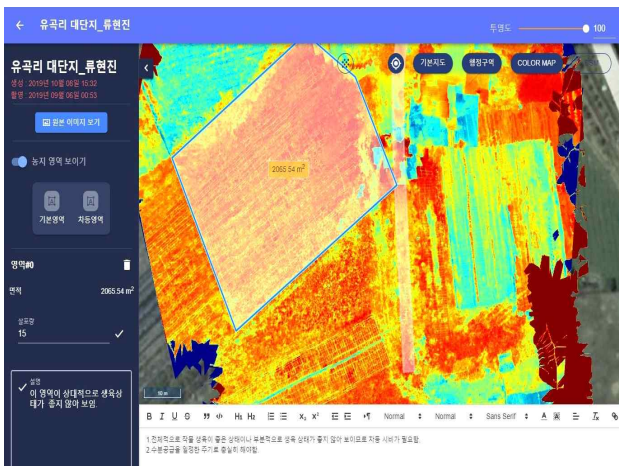
- NDVI 식생지도 분석 기능 : 드론 특수촬영으로 생성된 멀티스펙트럴 이미지를 입력받고 그 중 Red와 Nir 밴드 이미지를 추출하고 Red, Nir 이미지들에 대해 각각 영상전처리를 수행하여 Red.tif, Nir.tif 생성후 이에 대응되는 NDVI.tif를 도출함. Red, Nir 이미지의 특성상 red.tif, nir.tif가 실제 위치, 사이즈 등이 100% 일치하지 않고 정사영상으로 변환시에 서로 다른 왜곡이 발생하는 문제 발생. 이와 같은 문제를 줄이기 위해 Red.tif, Nir.tif의 중복되는 면적에 대해서만 NDVI 계산을 해주고 동일 GPS 좌표로 매핑되도록 보정하여 오차를 최소화함



< NDVI 원본 화면 >



< NDVI 컬러맵 화면 및 원본 사진 비교 >

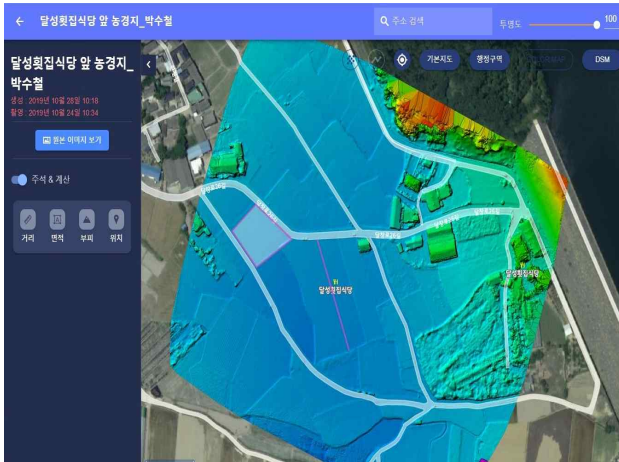


< NDVI color 화면 >

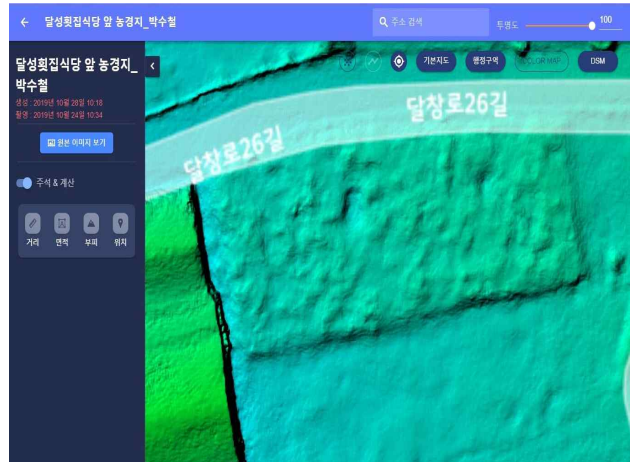
* 도출된 NDVI.tif에 대해 타일링 맵을 생성하고 각 타일링 맵 이미지를 color 매핑하여 시각적인 작물생육정보를 제공함. color 매핑은 다양한 팔레트를 적용할 수 있도록 함. 좌측에는 정밀정사지도와 동일한 측정 기능들을 제공하고 추가로 NDVI 히스토그램을 제공하여 작물의 특정 생육 수치의 분포도를 파악할 수 있도록 구현함.

* NDVI 임무와 연계된 생육분석 임무 생성시 해당 NDVI 정보를 가져와 분석에 참조할 수 있도록 함. 분석 후 특정 영역들을 설정할 수 있고 각 영역에 의견을 추가하고 살포가 필요할 시 살포량을 입력할 수 있도록 구현하고, 추가로 전체적인 작물생육 의견을 작성하는 란도 제공하도록 함.

- 표고 모델 제공 : 드론 촬영사진을 처리하여 제작된 표고모델에 대한 시각화를 제공하여 경작지의 배수 조건 등을 확인할 수 있도록 함.

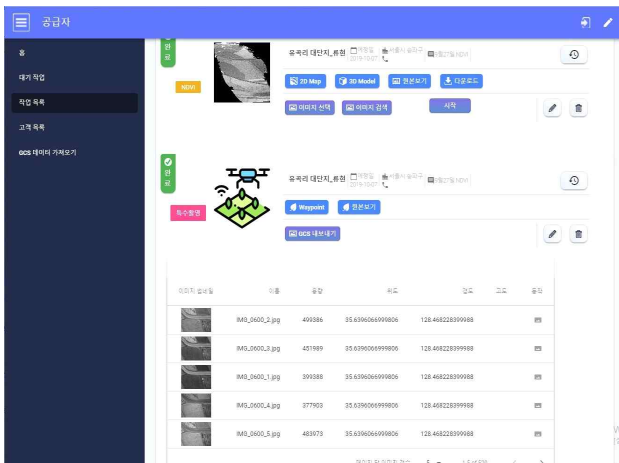


< DSM 화면 (1/2) >



< DSM 화면 (2/2) >

- 임무 정보 상세 화면 및 사용자(고객) 목록 확인 : 임무를 요청한 사용자 정보, 요청 내용 등을 확인하고, 해당 임무(촬영)의 결과를 확인할 수 있는 기능 제공. 사용자 정보에서는 해당 사용자가 작성한 영농 일지를 확인/공유할 수 있도록 함.



< NDVI 임무 원본보기 화면 >

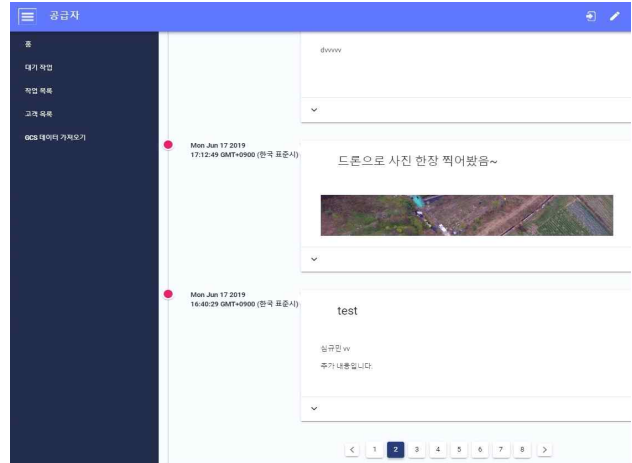


< 사용자(고객)목록 화면 >

- 영농일지 : 영농 일지는 타임라인 형태로 시간의 흐름에 따라 작성하도록 했으며, 사용자(고객/농가)가 작성한 영농일지를 공급자(영농 서비스 제공자)가 확인할 수 있도록 하여 임무 수행시 이를 고려할 수 있도록 함.

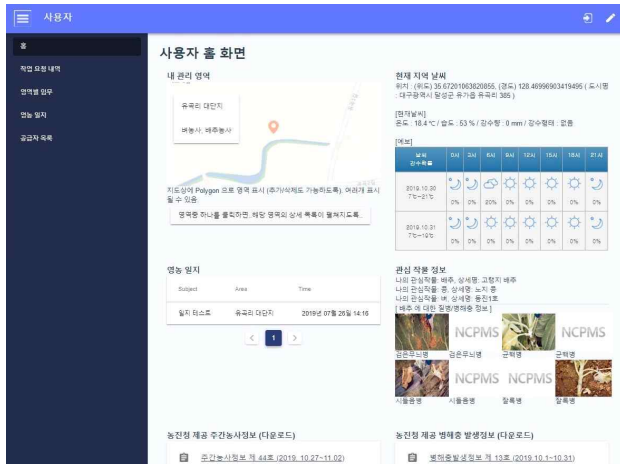


< 사용자 영농일지 뷰 화면 (1/2) >

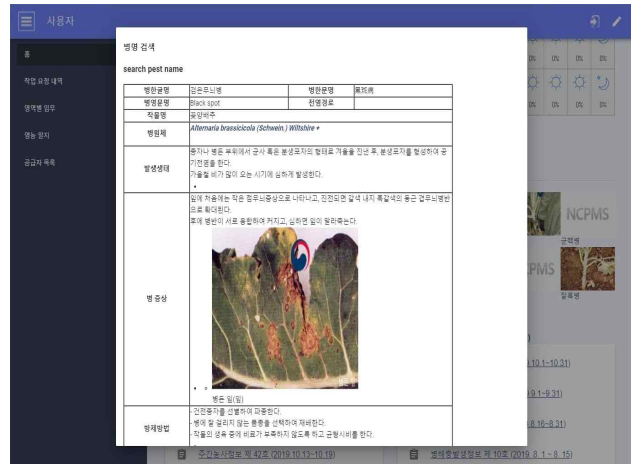


< 사용자 영농일지 뷰 화면 (2/2) >

- 사용자 홈 화면 : 사용자 홈에는 사용자의 농지 위치, 영역을 보여주는 지도, 현재 지역 날씨 및 예보정보, 최근 영농일지, 사용자가 선택한 관심작물의 상세정보, 농진청 제공 주간농사정보, 농진청 제공 병해충 정보를 보여주도록 구현함.

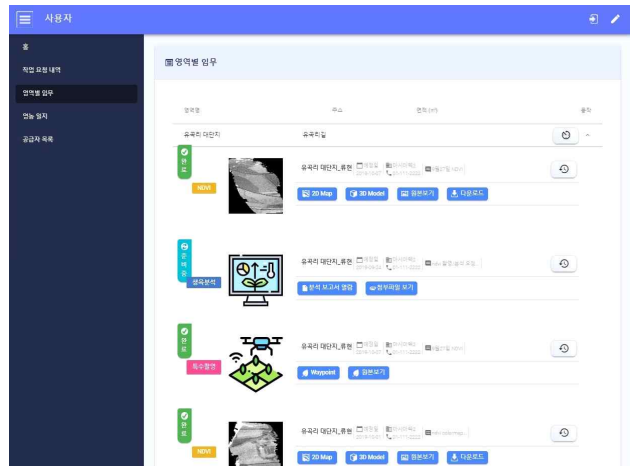
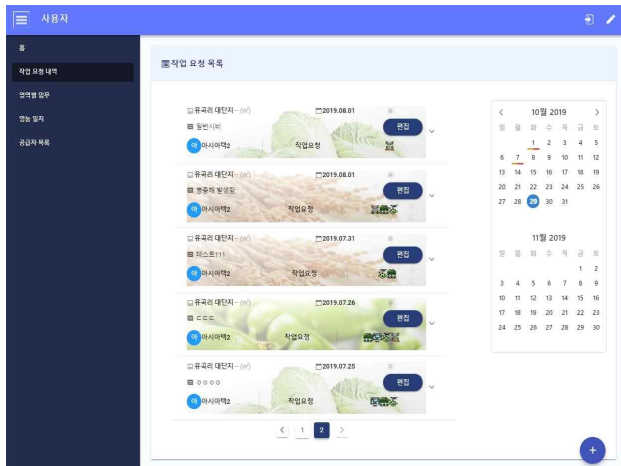


< 사용자 홈 화면 >



< 작물정보 상세 화면 >

- 농지별 임무 요청내역에서 농지 목록을 선택하면 해당 농지에 대한 영농 임무 수행 내역이 나타나며 2D map, 3D mode, 원본사진 보기 기능 등을 제공하여 수행결과 확인하도록 함.



< 사용자 농지별 임무 요청 내역 화면 >

< 사용자 농지별 임무 수행 내역 화면 >

- 영농 서비스 요청할 때 일반촬영, 특수촬영(NDVI용), 정사영상(제작), 식생지수(NDVI)생성, 생육분석, 일반시비, 차등시비, 파종, 방제 등으로 임무 종류를 세분화하고 공급자 목록에는 선택된 임무 서비스를 제공 가능한 업체 목록만 나타나도록 하여 공급자 선택의 편의성을 높임.



< 농지에 대한 영농 임무 요청 화면 >

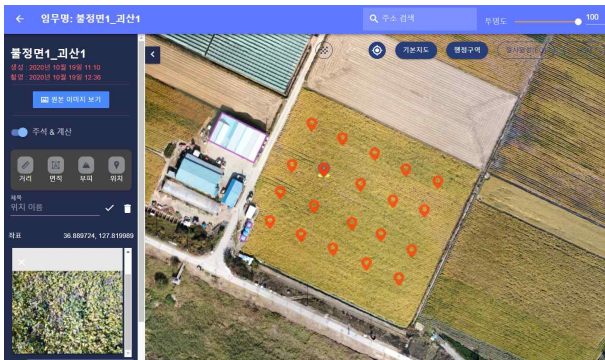
< 사용자의 공급자 목록 화면 >

- NDVI 및 정사지도의 비교분석 : 태풍 등의 자연재해로 인한 작물 도복 영역을 U-NET AI 알고리즘에 의해 검출하고, 해당 도복영역을 식별하기 용이하도록 컬러처리(노란색 부분) 및 도복영역설정을 위한 UI 기능 제공. 도복영역의 드론촬영 원본영상과 도복검출지도상 도복지역의 화면전환(토글)을 통한 비교분석 기능 제공.



< 도복검출 및 정사지도 비교 분석 >

- 저고도 작물 촬영 사진 분석



< 저고도 촬영 마킹 및 이미지 >

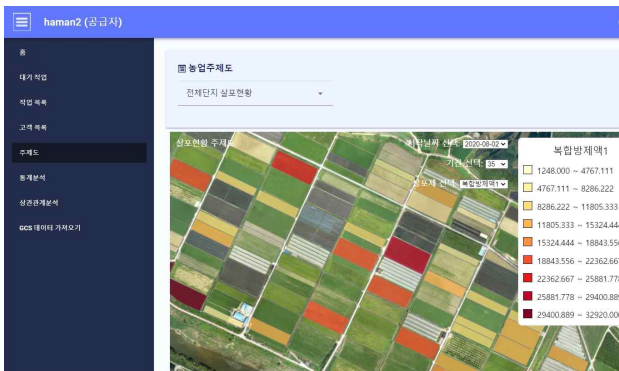


< 저고도 및 고고도 촬영 이미지 비교분석 >

- * 모바일 GCS로 드론을 제어하여 5m 이하의 저고도에서 작물을 근접 촬영하고, 촬영된 이미지를 운영플랫폼에 실시간으로 업로드
- * 실시간으로 업로드 된 저고도 근접 촬영 이미지 정보(촬영 위치 및 이미지)를 운영플랫폼상의 지도에서 확인

- * 고고도 촬영이미지를 토대로 전체적인 작물 생육상태를 파악하고 그 중 특정위치의 저고도 촬영이미지를 상세 분석하여 분석된 작물의 상태를 기준점으로 삼아 농경단지 전체를 입체적으로 생육분석이 가능하도록 구현함.
- * 작물 근접촬영 영상을 기반으로 작물의 결주 및 병충해 피해 상황을 쉽게 파악할 수 있음

- 비료 살포현황 주제도



< 비료 살포 현황 주제도 >

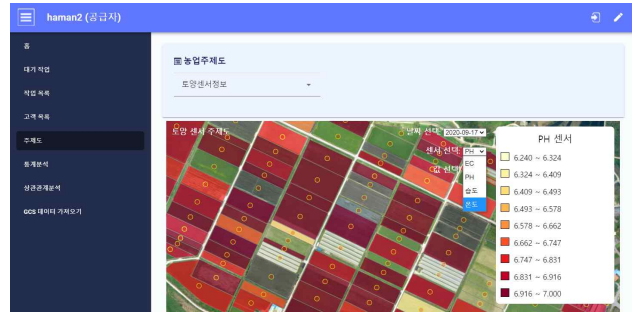
- * 필지별로 일정 기간 동안의 총 살포량 현황을 파악할 수 있도록 하였음
- * 살포량에 따른 색상 레벨을 적용한 범례
- * 지적도 기반 필지 구분 처리

- 토양 센서 관련 주제도 : 토양 센서 정보의 수집/분석은 본 과제 연구범위에 포함되어 있지 않으나, 정밀농업 플랫폼에서 작물 분석을 위해 필수적이라 판단하여 관련 기능을 추가로 구현함



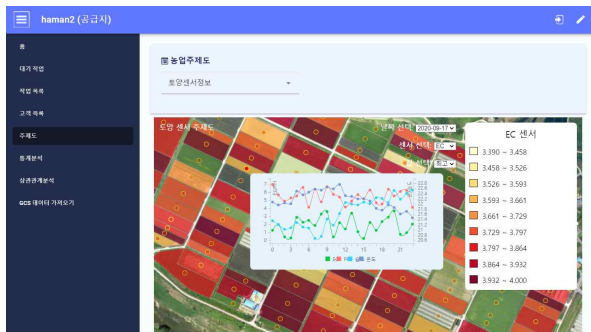
< 토양센서 위치 주제도 >

- * 각 필지에 설치된 센서들의 고장 유무를 파악할 수 있는 기능 제공
- * 특정 필지로 마우스 이동시 해당 필지의 주소 및 작물종류, 상세품종을 확인할 수 있음



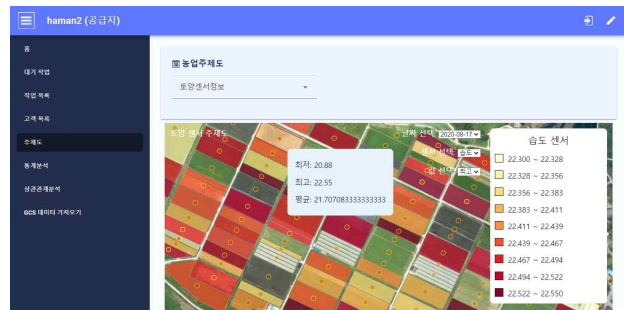
< 토양 센서 정보 주제도 >

- * 확인하고자 하는 특정일의 센서값(EC, PH, 습도, 온도)을 선택하여 필지별 차이를 파악할 수 있음.



< 토양 센서 정보 주제도 >

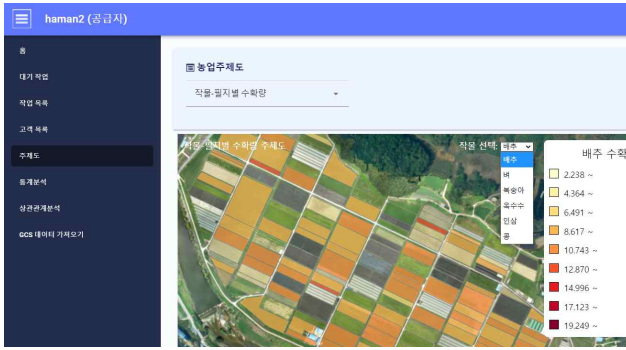
- * 각 센서값들의 레벨에 따른 색상 범례 적용
- * 토양센서의 위치를 표시하는 기능 제공
- * 각 센서위치에 마우스 이동시 토양센서 값 (EC, PH, 지온, 함수율) 현황 및 특정일의 시간변화에 따른 센서값의 변화를 파악할 수 있도록 툴팁형태의 그래프 기능을 제공



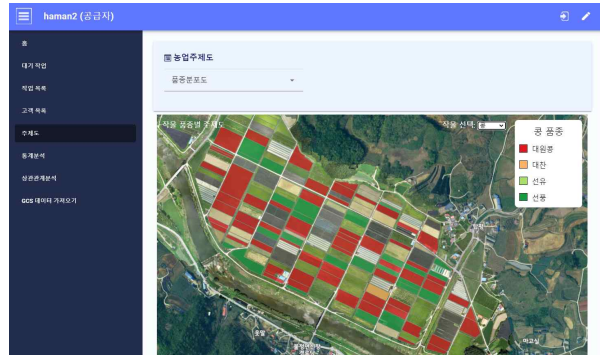
< 토양 센서 정보 주제도 >

- * 특정 필지로 마우스 이동시 해당 필지의 지정된 센서값의 하루 최저,최고,평균 데이터를 확인할 수 있도록 툴팁을 표출함

- 작물 품종 분포 및 수확량 주제도 : 대단위 농지에서 품종별 분포와 수확량 등을 비교 분석하기 위한 주제도를 구현함



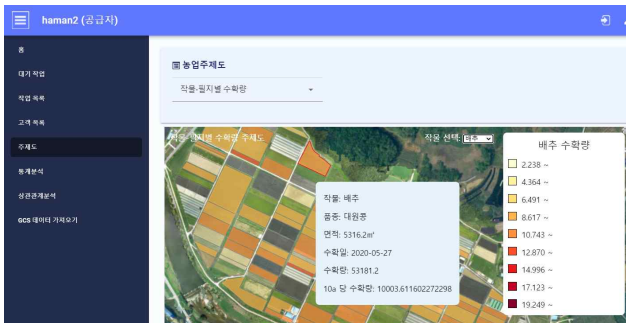
< 작물-필지별 수확량 주제도 >



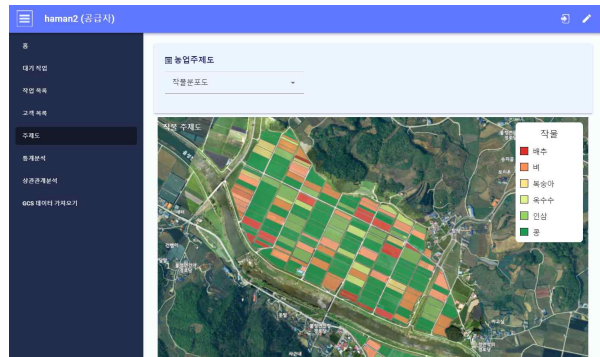
< 작물-품종 주제도 >

- * 작물을 선택하면 해당 작물의 한해 수확량을 필지별로 구분하여 파악할 수 있음
- * 필지 간 수확량의 차이를 확인할 수 있음.

- * 작물을 선택하면 해당 작물의 상세품종별-필지별로 구분하여 파악할 수 있음



< 작물-필지별 수확량 주제도 >

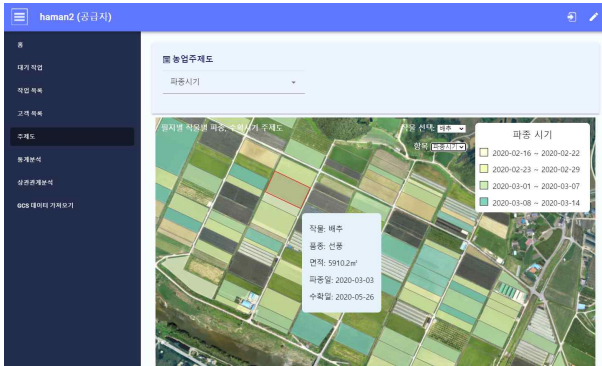


< 작물 분포 주제도 >

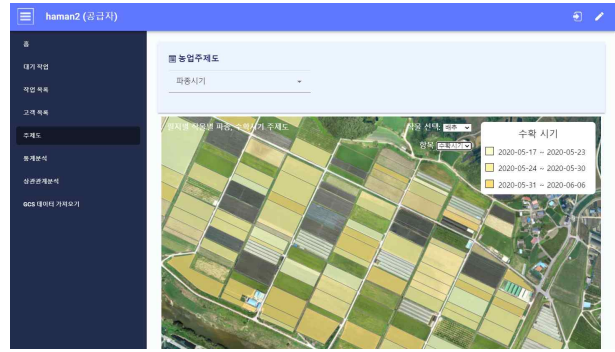
- * 작물을 선택한 후 특정 필지로 마우스 이동시에 해당 필지의 작물 종류, 상세품종, 필지면적, 수확일, 수확량, 10a당 수확량 정보를 확인할 수 있음

- * 각 필지별 작물 재배 현황을 한눈에 파악할 수 있음.

- 작물별 재배시기(파종/수확시기)를 비교할 수 있는 주제도를 제공함으로써 재배시기에 따른 효과 분석의 기초 자료로 활용할 수 있도록 함



< 작물별 파종시기 주제도 >



< 작물별 수확시기 주제도 >

- * 작물을 선택하고 파종시기를 선택하면 해당작물의 올해 파종시기를 필지별로 파악할 수 있음.
- * 특정 필지로 마우스를 이동시 상세품종, 필지면적, 파종일 등을 확인할 수 있음

- * 작물을 선택하고 수확시기를 선택하면 해당작물의 올해 수확시기를 필지별로 파악할 수 있음.
- * 특정 필지로 마우스를 이동시 상세품종, 필지면적, 파종일, 수확일등을 확인할 수 있음

- 필지별로 식생지수(NDVI)를 수치화한 주제도 : 통계분석에 유리하도록 단위영역별로 수치화



< 식생지수 주제도 >



< 식생지수 주제도 >

- * 필지별 작물의 생육현황을 파악할 수 있도록 드론 촬영에 의한 멀티스펙트럴 영상을 처리하여 식생지수로 분석된 결과를 보여줌
- * 일반적인 작물 생육 상태를 반영하는 NDVI 수치를 범례에 적용함

- * 분석된 식생지수(NDVI 등)를 일정 간격의 타일로 분할 후 해당 타일의 대표되는 평균값으로 지정하여 표출
- * 위성지도위에 반투명 형태로 오버랩하여 보여주므로 직관적으로 해당 농지의 생육현황을 파악할 수 있음

○ 분석 서비스 개발

- 운영플랫폼 통계 분석 및 상관관계 분석 서비스 개발
- 방제 관련 분석 : 작물별 월간 살포량, 월간 비용 분석



< 특정 필지의 작물별 월간 살포량 통계분석 >

< 전체단지 작물별 월간 살포량 통계분석 >

- * 전체단지의 월별-작물별 방제량 변화를 파악할 수 있도록 통계분석 막대그래프 제공
- * 전체단지의 월별-작물별 시비량 변화 통계분석 막대그래프 제공

- * 선택한 필지의 작물별 월간 방제량 변화 통계분석 막대차트 제공
- * 선택한 필지의 작물별 월간 시비량 변화 통계분석 막대차트 제공
- * 월별 해당 필지의 식생정보와 상관관계분석을 위한 연계 데이터 제공



< 작물별 월간 비용 통계분석 >

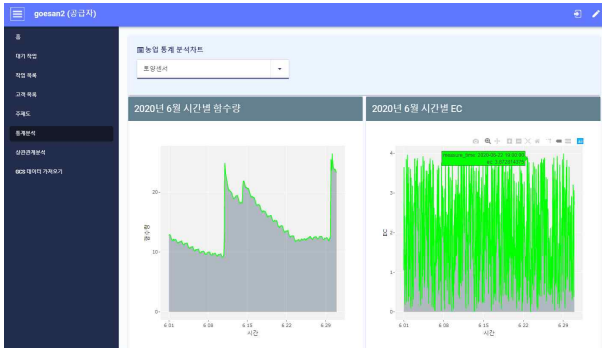
- * 전체단지의 월간 시비/방제 비용 통계분석 차트 제공
- * 선택된 필지의 월간 시비/방제 비용 통계분석 차트 제공



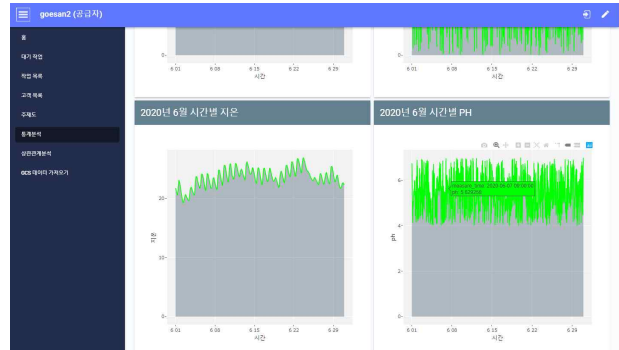
< 연별 살포제별 살포량 통계분석 >

- * 살포제별 살포 총량의 통계분석 그래프를 제공하여 선호하거나 기피하는 살포제를 추정할 수 있음

- 토양정보 분석 : 토양 센서 정보의 수집/분석은 본 과제 연구범위에 포함되어 있지 않으나, 정밀농업 플랫폼에서 작물 분석을 위해 필수적이라 판단하여 관련 기능을 추가로 구현함



< 월간 토양센서 수치 통계분석 >



< 월간 토양센서 수치 통계분석 >

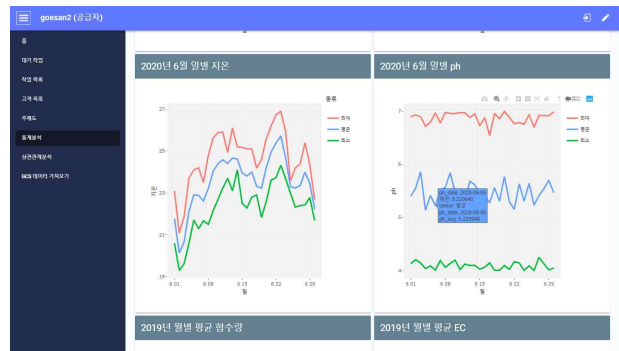
- * 월간 시간별 함수량 변화 통계분석 데이터 차트 제공
- * 월간 시간별 EC 변화 통계분석 데이터 차트 제공

- * 월간 시간별 지온 변화 통계분석 데이터 차트 제공
- * 월간 시간별 PH 변화 통계분석 데이터 차트 제공



< 일별 토양센서(함수량,EC) 정보 통계분석 >

- * 일별 함수량 수치 최대,최소,평균 변화량 통계분석 차트 제공
- * 일별 EC 수치 최대,최소,평균값 변화량 통계분석 차트 제공



< 일별 토양센서(지온,PH) 정보 통계분석 >

- * 일별 지온 수치 최대,최소,평균 변화량 통계분석 차트 제공
- * 일별 PH 수치 최대,최소,평균 변화량 통계분석 차트 제공



< 월별 토양센서 정보 통계분석 >

- * 월별 평균 함수량 변화 통계분석 차트 제공
- * 월별 평균 EC 변화 통계분석 차트 제공



< 월별 토양센서 정보 통계분석 >

- * 월별 평균 지온 변화 통계분석 차트 제공
- * 월별 평균 PH 변화 통계분석 차트 제공

- 드론 비행 통계 : 촬영, 방제 드론의 활용 현황을 파악할 수 있도록 통계 제공



< 월간 드론 비행 통계분석 >

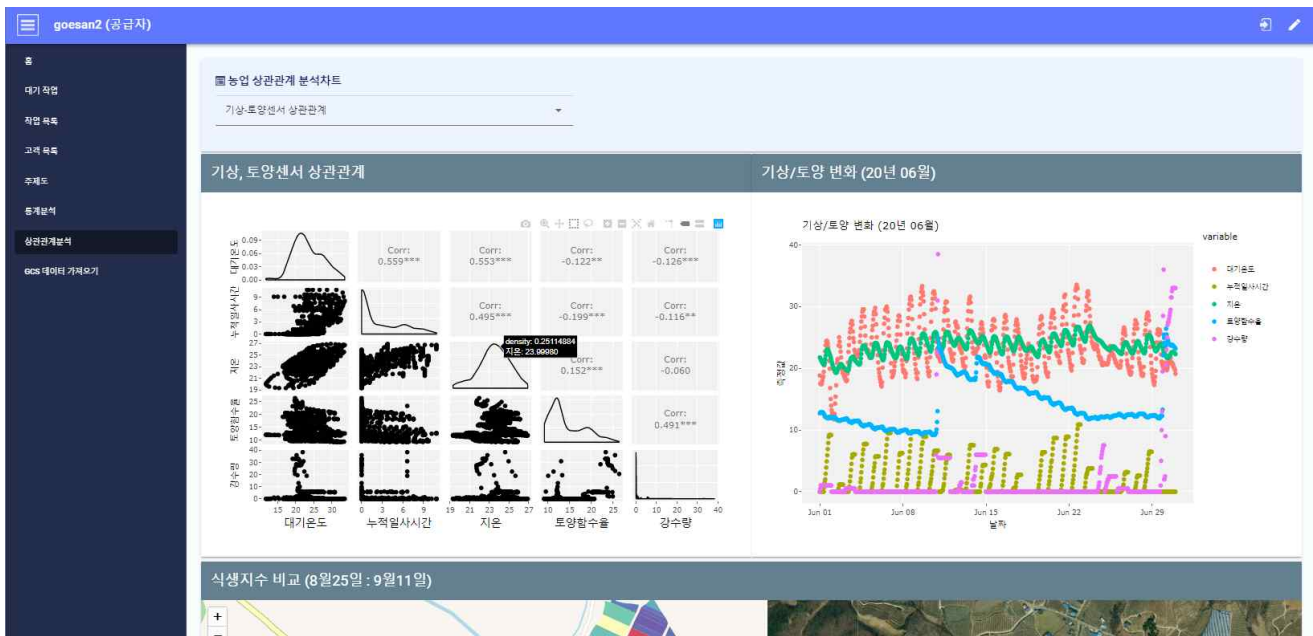
- * 한 달간의 드론 임무별(촬영,방제,시비) 비행 횟수 통계분석 차트 제공



< 월별 비행 횟수 통계분석 >

- * 각 월별 드론 비행 횟수 통계분석 차트 제공

- 기상/토양 상관 관계 분석 : 월간 대기온도, 누적일사시간, 지온, 토양함수율, 강수량의 상관관계 분석 데이터 도출 및 분석차트 제공. 대기온도/지온, 대기온도/누적일사량, 누적일사량/지온, 토양함수율/강수량 간의 상관계수를 확인하고 각 Factor들을 선택하여 월별 데이터 분포 비교를 통해 각 Factor들이 상호영향을 주는 정도와 시기를 세밀하게 판단할 수 있도록 함.



< 상관관계 분석 서비스 - 기상/토양 상관관계 분석 및 검증 >

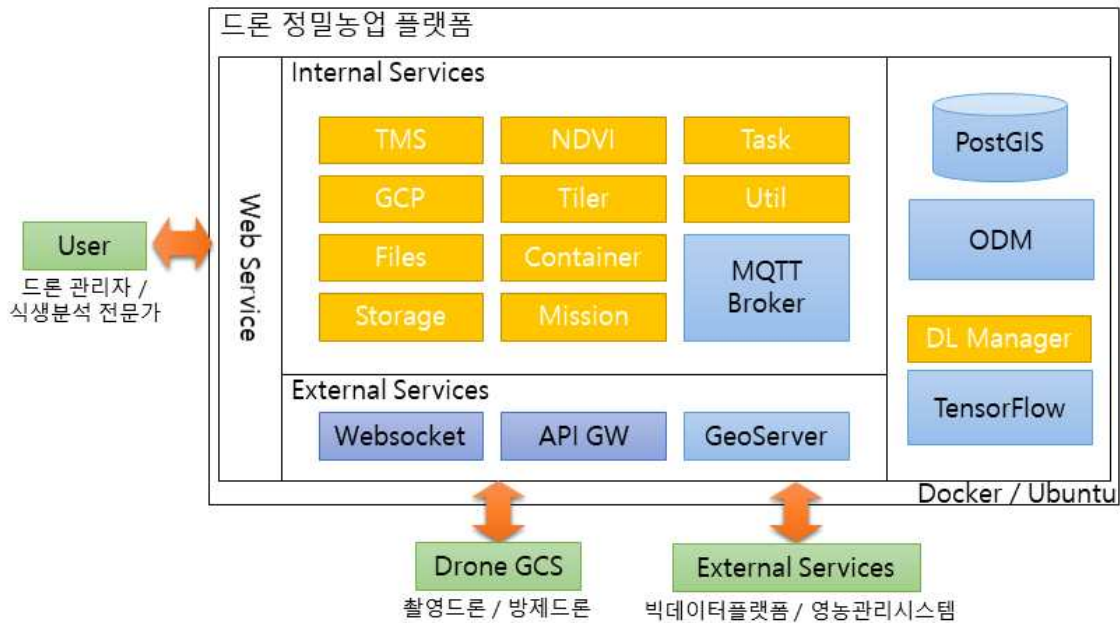
- 식생지수 비교 분석 : 지정된 두 날짜의 식생지수를 지도상의 2개의 레이어로 동시에 띄워 식생지수를 비교분석할 수 있도록 구현. 가운데 버튼을 좌우로 이동시켜 상관관계 분석대상 작물영역의 식생지수 비교분석이 용이하도록 편의기능 제공. 식생지수는 필지별로 취합하여 평균값을 표출하도록 하여 필지별 상대비교가 용이하도록 구현함.



< 상관관계 분석 서비스 - 식생지수 비교 >

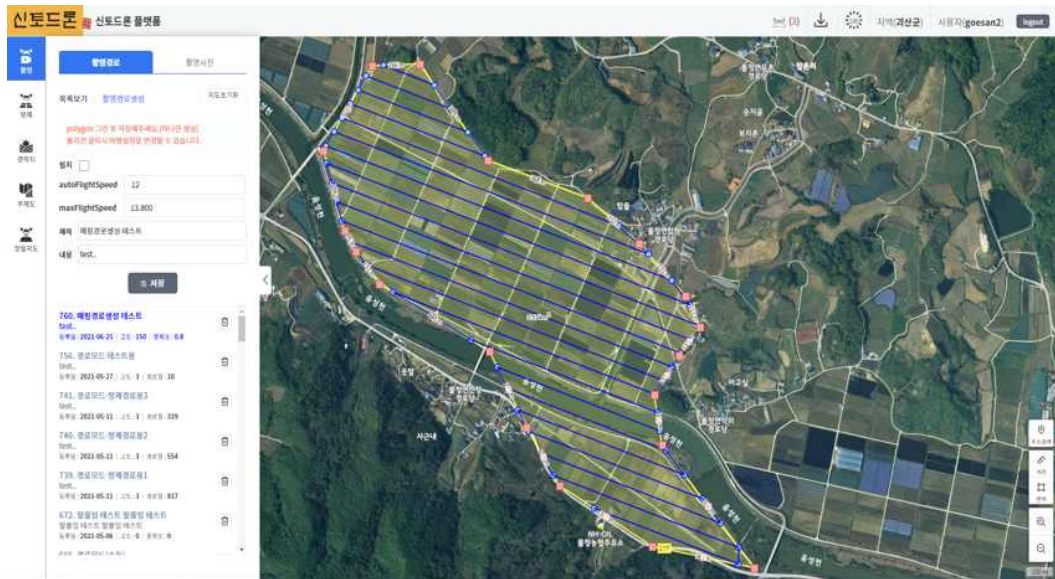
○ 정밀농업 통합운영플랫폼 상용화 개발 - 신토드론 플랫폼

- 지역단위 공동 경작, 공동 방제가 많은 국내 농업 환경에 적합하도록 지역 중심의 대규모 농지에서 사용이 편리하도록 설계함.
- 플랫폼은 Docker Container 환경에 구축하도록 제작하여 물리적인 서버 구성을 자유롭게 할 수 있도록 함. 촬영드론/방제드론 및 외부 서비스 시스템과의 인터페이스를 위해 Websocket, API GW, GeoServer 등을 제공하며, ODM, PostGIS, TensorFlow등을 내장하여 지도생성, GIS분석, AI분석 기능을 제공함.



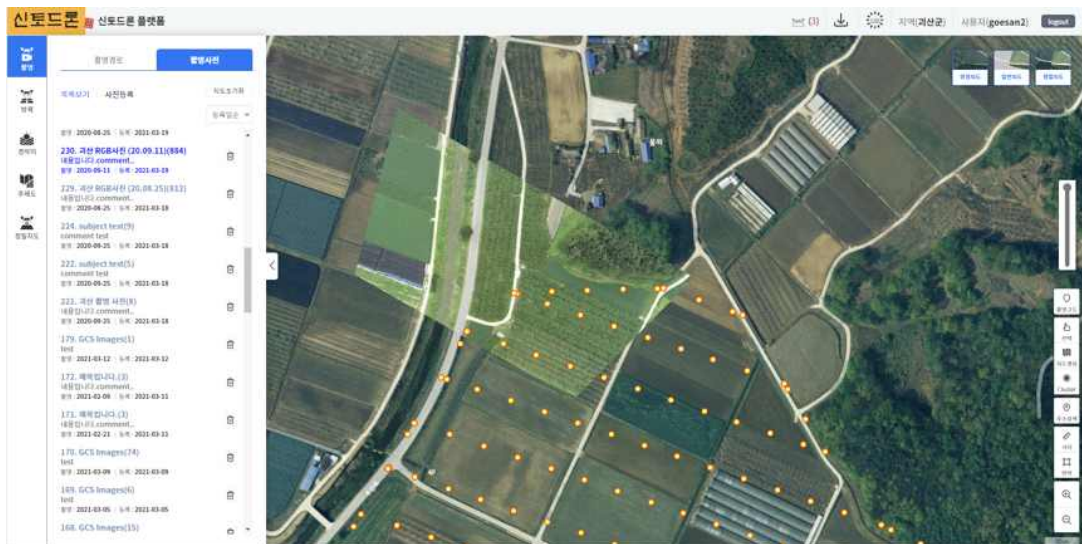
< 드론 정밀농업 플랫폼 SW 구성도 >

- 각종 촬영/방제 비행계획 관리 기능 : 다양하고 체계적인 비행계획 관리 기능을 제공. 비행고도, 화각, 해상도 등에 따른 자동 비행경로 설정할 수 있으며 다음과 같은 비행계획을 수립할 수 있음. 모든 비행계획은 REST API를 통해 모바일 GCS에 통합될 수 있도록 구현함.
 - * 정밀지도 제작용 비행계획 설정기능 : 식생지도(NDVI) 제작용으로 활용
 - * 수동 임의지점 비행계획 설정기능 : 특이점 상세 분석용으로 활용
 - * 저고도/필지중심 작물촬영용 비행계획 설정기능 : 병해충 예찰용으로 활용
 - * 살포량, 살포폭 등에 따른 자동 비행경로 설정 : 자율 방제용으로 활용



< 정밀지도 제작용 비행계획 화면 >

- 지도기반 촬영사진 분석 기능 : 드론으로 촬영한 사진을 지도로 제작하지 않고 촬영 지점을 선택하여 지도상에 표시하는 기능을 제공함으로써 신속하게 농지 및 작물의 생육 상태를 확인할 수 있음. 통상적으로 드론으로 촬영한 사진을 지도상에서 확인하기 위해서는 중복도 75% 내외로 다량의 사진을 촬영하고 이를 정사지도로 제작하는데 수 시간에서 수 십 시간이 소요되는데, 본 기능을 활용할 경우, 이러한 과정 없이도 기존 지도(위성, 일반)상에 사진을 오버레이하여 정밀 사진 확인 가능함. 단, 정사지도와 달리 약간의 지리적 오차가 발생되므로 정확한 위치나 영역 정보가 요구되지 않는 분석 용도로 활용 가능함.
- 드론으로 촬영한 직후에 현장에서 모바일 GCS를 사용하여 즉시 업로드하는 기능과 함께 사용할 경우, 경작지의 전반적 현황을 신속하게 판단하는데 효과적으로 활용 가능함.

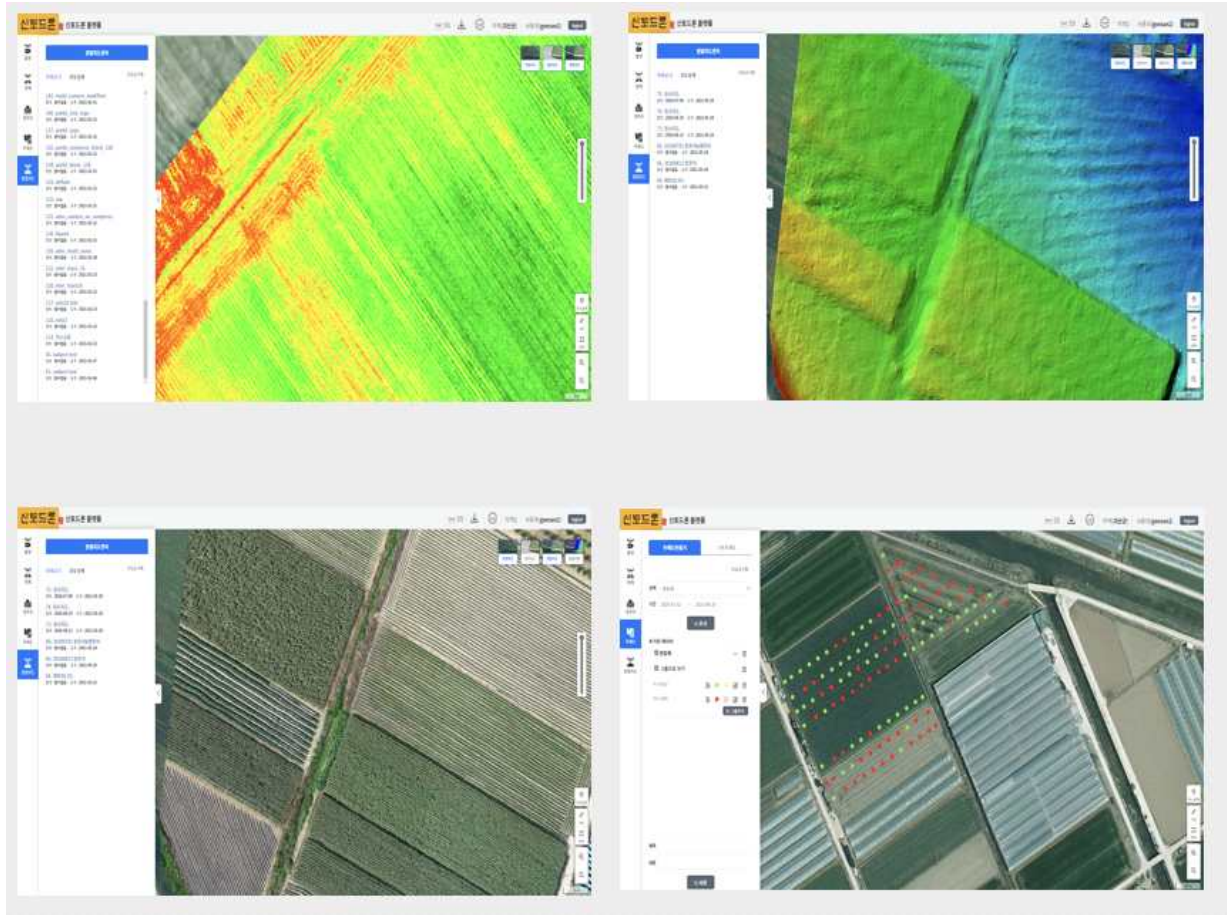


< 지도기반 촬영사진 분석 화면 >

- 식생지도 및 정밀지도 : 다양한 정밀지도를 자동으로 생성하여 지도상에서 식생 분석 기능 제공
 - * 식생(NDVI) 지도 - 경작지 전반에 걸쳐 작물의 식생 상태를 표시. 식생 정보는 경작지별로 집계되어 통합 빅데이터 분석에 활용 가능.
 - * RGB 정밀지도 - 통상 GSD 25cm(도시지역), GSD 50cm(임야 등)정도의 항공/위성지도보다 정밀한 GSD 10cm 내외의 정밀지도로 농작물의 식생상태를 관찰하는데 사용. 식생(NDVI)

지도상에서 판단하기 어려운 특이점을 비교 분석하는 용도로 활용.

- * DSM(표고모델) 정밀지도 - 지표면의 고도 차이를 비교할 수 있는 지도로 배수 흐름 등을 분석하는데 활용
- * 머신러닝 기반의 병해충 피해 상황 분포지도



< 식생지도(좌상), DSM(우상), RGB정밀지도(좌하), 병해충피해지점(우하) >

- 방제 결과 분석 : 방제 결과를 플랫폼에 업로드하여 방제 결과를 분석할 수 있는 서비스를 제공. 방제 결과 정보를 전송하기 위한 REST API를 제공함으로써 모바일 GCS에서 해당 API를 통해 방제 결과정보를 전송할 수 있도록 함. 방제 결과 정보에는 방제 회차 정보, 영역 정보, 비행 경로 및 고도 정보, 살포량, 살포폭 정보 등이 포함되며 아래 그림과 같은 형태로 시각화하여 살포 누락 구간 및 중복/과잉 살포 영역 확인을 할 수 있도록 함. 방제 결과 정보는 경작지 별로 집계되어 통합 빅데이터 분석에 활용.



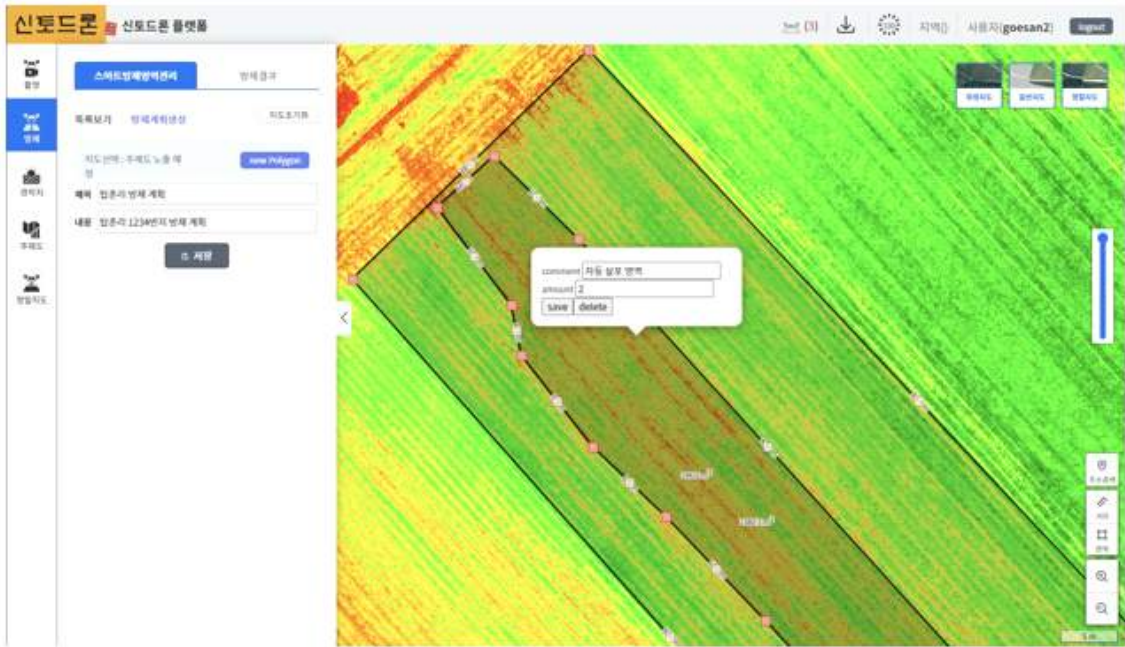
< 방제 결과 분석 화면 >

- GIS기반 실시간 드론 운용 상태 및 방제 현황 확인 : 대규모 경작지에서 진행되는 방제의 경우, 여러 명의 방제사가 방제 영역을 분할하여 방제업무를 진행하는데, 관제실에서 전체적인 방제 상황을 실시간으로 모니터링하는 기능을 제공함으로써 필요시 적절한 대응을 할 수 있도록 함. 모바일 GCS에서 실시간으로 비행/살포 경로를 플랫폼으로 전송할 수 있도록 REST API 구현.



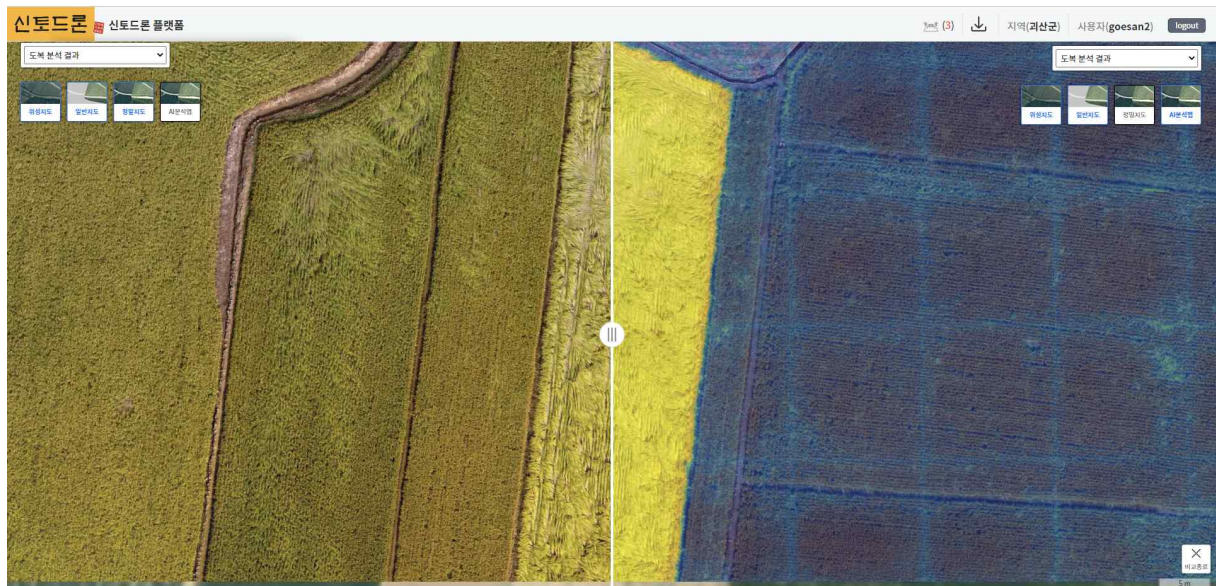
< 실시간 드론 운용 상태 및 방제 현황 확인 예 >

- 생육 현황 분석에 따른 스마트 방제 : 드론 촬영사진을 기반으로 제작된 식생지도뿐 아니라, 토양센서 정보, 작물정보 등을 기반으로 방제/시비 정보를 설정할 수 있는 스마트방제 기능을 제공. 지적도 / 경작지 기반으로 방제 영역을 설정할 수 있는 기능을 제공. 살포고도, 살포폭, 분사량 등을 고려한 자동 비행경로 설정 기능을 제공. 작물/토양 상태에 따라 변량 시비가 가능하도록 영역별 차등 살포 정보를 설정할 수 있는 기능을 제공. 플랫폼에서 설정한 정보들이 모바일 GCS에 전송되어 방제사의 추가 설정 없이도 즉시 방제작업 가능.



< 스마트방제 변량 시비 설정 화면 >

- 도복 분석 기능 : 도복 발생 정밀지도(좌측)와 딥러닝 도복 분석 결과(우측) 비교 분석 화면. 딥러닝에 의해 분석된 결과는 필지별로 수치화되어 도복발생 확률/면적 계산에 활용.

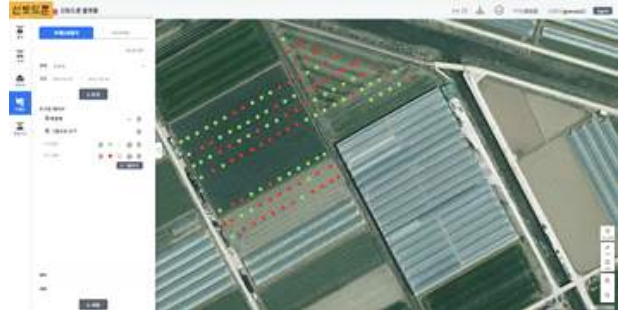


< 도복 분석 화면 >

- 다양한 주제도를 통한 영농 의사 결정 지원 : 작물별 주제도, 품종별 주제도, 파종시기/출수기 등 재배시기별 주제도, 드론 촬영 정보에 의한 생육상태, 식생지수 주제도, 산성도/전기전도도/함수율/토양온도 등 토양센서 주제도 등 각종 데이터를 기반으로 경작지/영역별 정보 제공.



< 토양센서 측정값 변화추이 >



< 병해충 발생 상황 >



< 측정 위치별 입면적 크기 비교 >



< 단위 구획별 식생지수 평균값 비교 >



< 작물/품종 구분 >



< 필지별 개화시기 비교 >

- 시스템 간 연계 / 모바일 GCS 연동용 REST API 제공.

* 모바일 GCS용 REST API

- 1) 인증 API (토큰 방식의 로그인 인증 또는 API KEY 방식의 인증 사용).
- 2) 비행/촬영 경로 정보 조회, 수정, 저장 API (매핑용 비행 경로, 저고도 비행 경로, 임의 지점 비행 경로 등 다양한 비행 경로 설정 포함)
- 3) 촬영 이미지 등록 API
- 4) 비행/방제 계획 경로 정보 조회, 수정, 저장 API
- 5) 방제 결과 정보 등록 API (비행경로, 살포량, 살포폭 등)
- 6) 실시간 비행 위치, 살포 상태 전송 API

* 시스템 연계용 API : 타 시스템/플랫폼과 통합 운용하기 위한 API 제공

- 1) 인증 API (토큰 방식의 로그인 인증 또는 API KEY 방식의 인증 사용).
- 2) 저고도 촬영 이미지 조회 API
- 3) 저고도 촬영 이미지 기반 병해충 분석 결과 조회 API
- 4) 각종 지도 정보 제공을 위한 Tile Map Service API

(2) 드론 H/W 플랫폼 및 시작품 개발

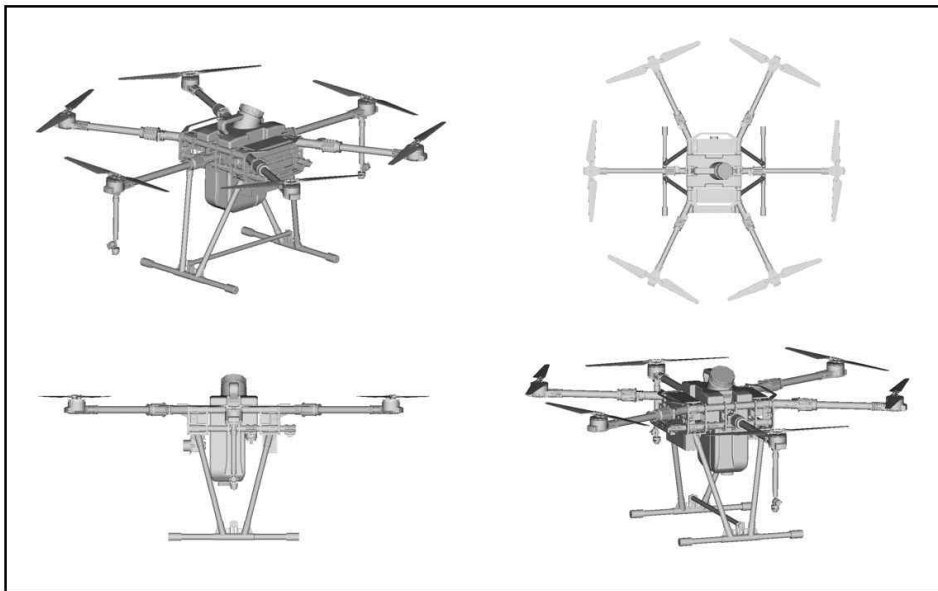
○ 드론 플랫폼 시작품 제작

- 시작품 기체의 메인 프레임 구조 설계의 주요 목표는 바디 오브 프레임 구조로서 다목적 임무 장비의 탈부착이 가능하도록 제작함. 액제와 입제를 목적에 맞게 쉽게 삽입 및 탈거 교체할 수 있는 표준화된 사이즈의 액제통과 입제통이 설계/제작되었고 그에 맞는 드론 플랫폼의 바디 프레임 구조도 단일 표준화하여 다목적인 방제 비행이 가능하도록 진행함.

* 시작품 설계/제작 주요사항

- 1) 드론 플랫폼 내 임무장비 삽입공간의 규격화(공통)
- 2) 판형 알루미늄 가공을 통한 기체 바디 프레임 Part 조립
- 3) 약제의 최적 살포 유동 형상 적용을 위한 폴딩암 전/후 단차 구성
- 4) 약제통 중앙을 기준으로 한 무게중심 최적설계 수행
- 5) 폴딩암의 알루미늄 금속소재 제작
- 5) 드론 비행/임무 제어부와 후방 모터펌프 간 무게중심 오차 수정

• 설계도



< 시작품 설계도 >

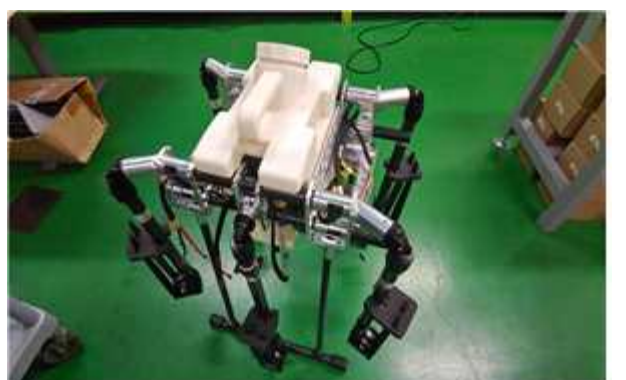
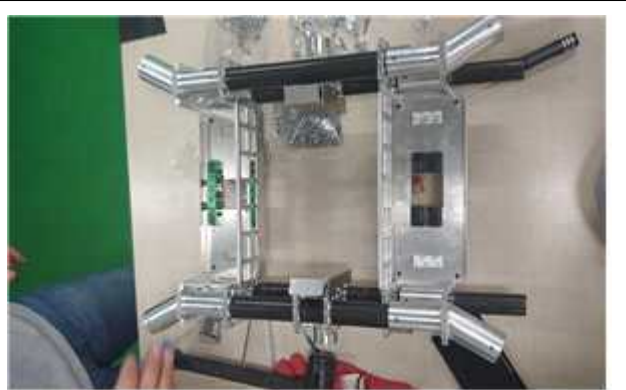
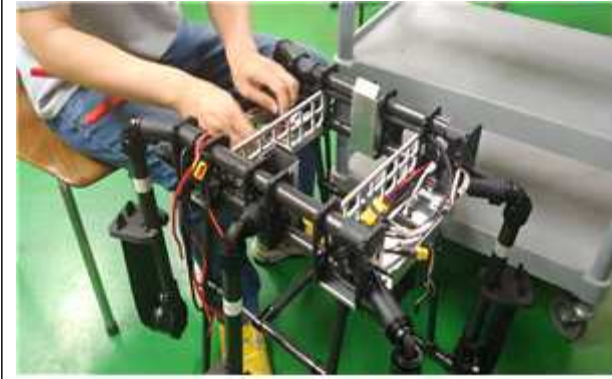
• 시작품 기본설계 형상



< 1호기 드론플랫폼 기본 형상 >

- 시작품 보완내용

- 1) 기본형상 이후 적용 항목: 랜딩기어 강성 보강 설계 수정으로 브라켓 및 가로바 추가 설치
- 2) 좌우 메인 브라켓 연결용 내부 플레이트 보완
- 3) 전원 분배방식 변경
- 4) 전원 단자 절연 보강





< 시작품 바디프레임 제작형상 >

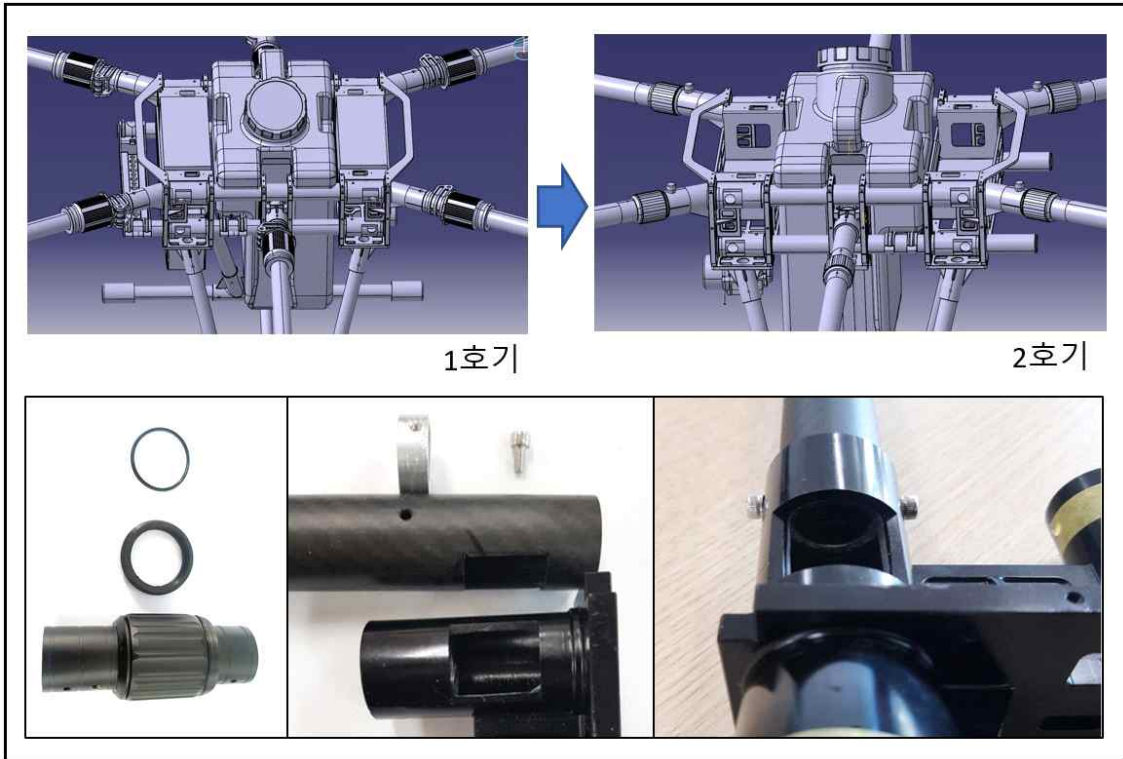
- 시작품 시험비행



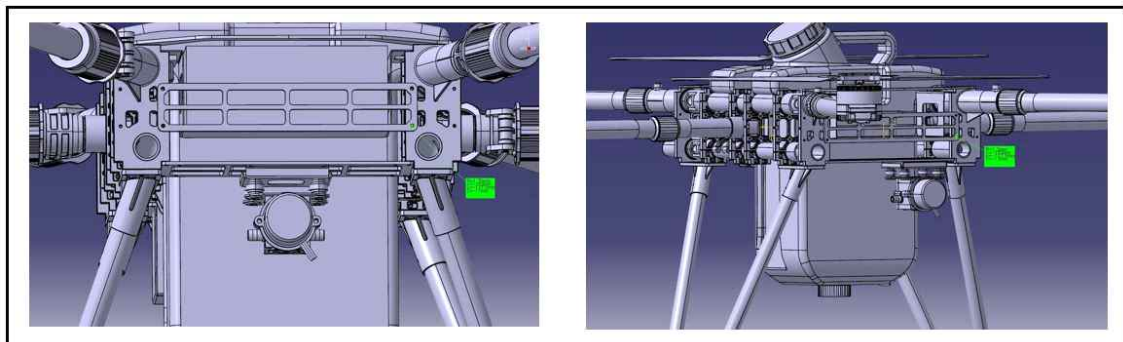
< 시작품 비행시험 >

○ 시험비행을 통한 시작품 성능 보완

- 메인 프레임 암 고정방식 변경 (알루미늄 내부 인서트, 관절부 스톱퍼 적용)
- 좌/우 메인 프레임 연결 플레이트 보강 및 치수 변경
- 더블 토션 스프링 적용: 탱크 삽입 후 결합성 강화
- 액제 탱크 형상 단순화(비접촉 잔량 센서 위치 변경)
- 짐벌 마운트 브라켓 추가(카메라 위치 하향 이동 및 고하중 카메라 장착성 확대)



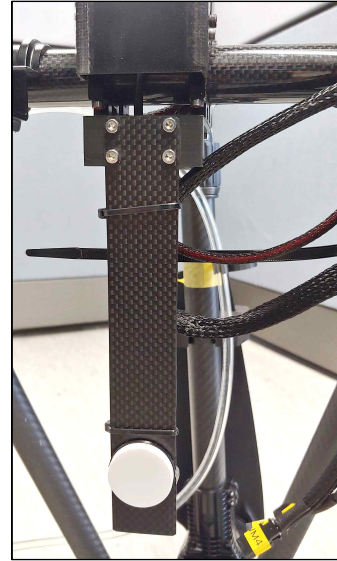
< 시작품 형상보완 >



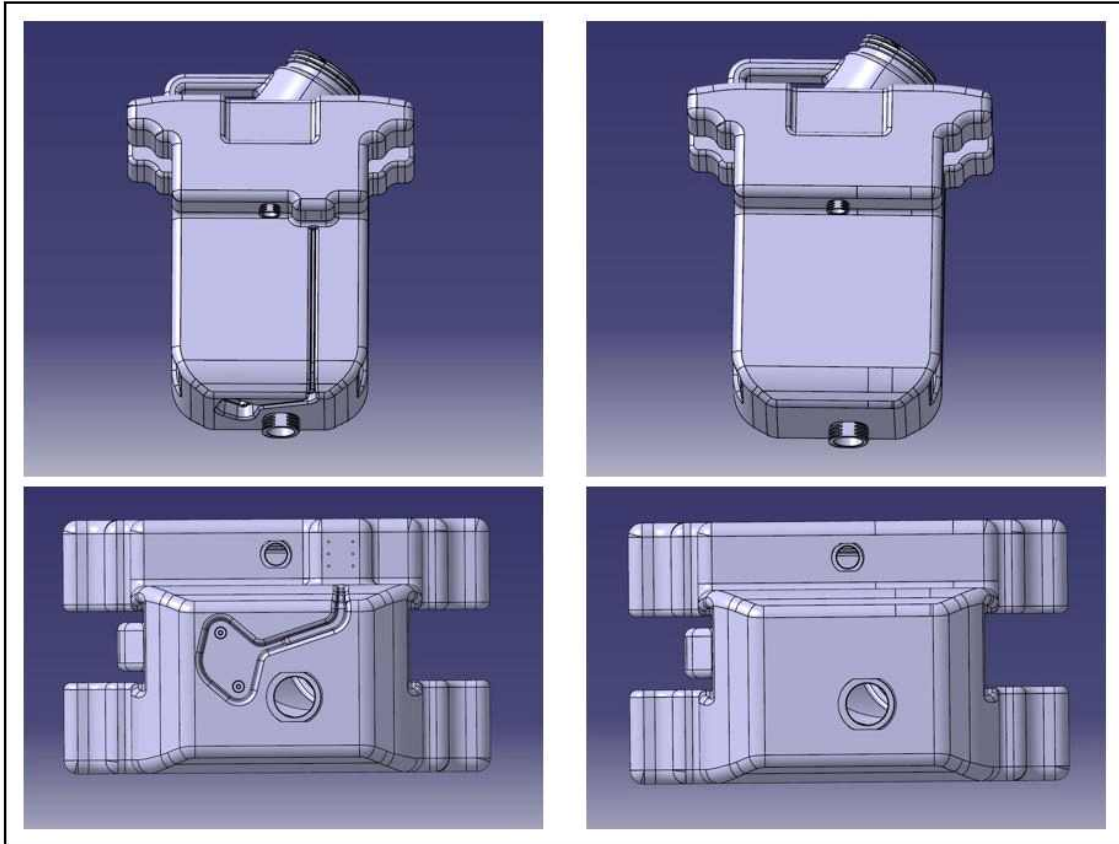
< 연결 플레이트 보강 및 치수 변경 >



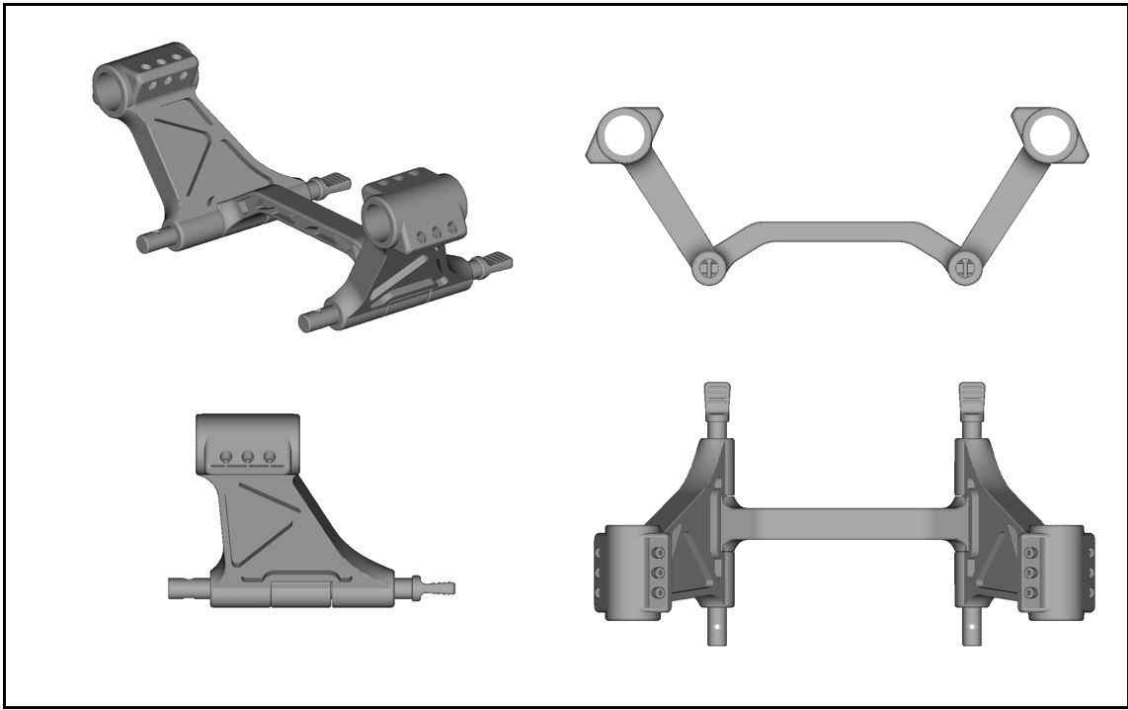
< 더블 토션 스프링 적용 >



< 잔량 센서 위치 및 방식 변경 >

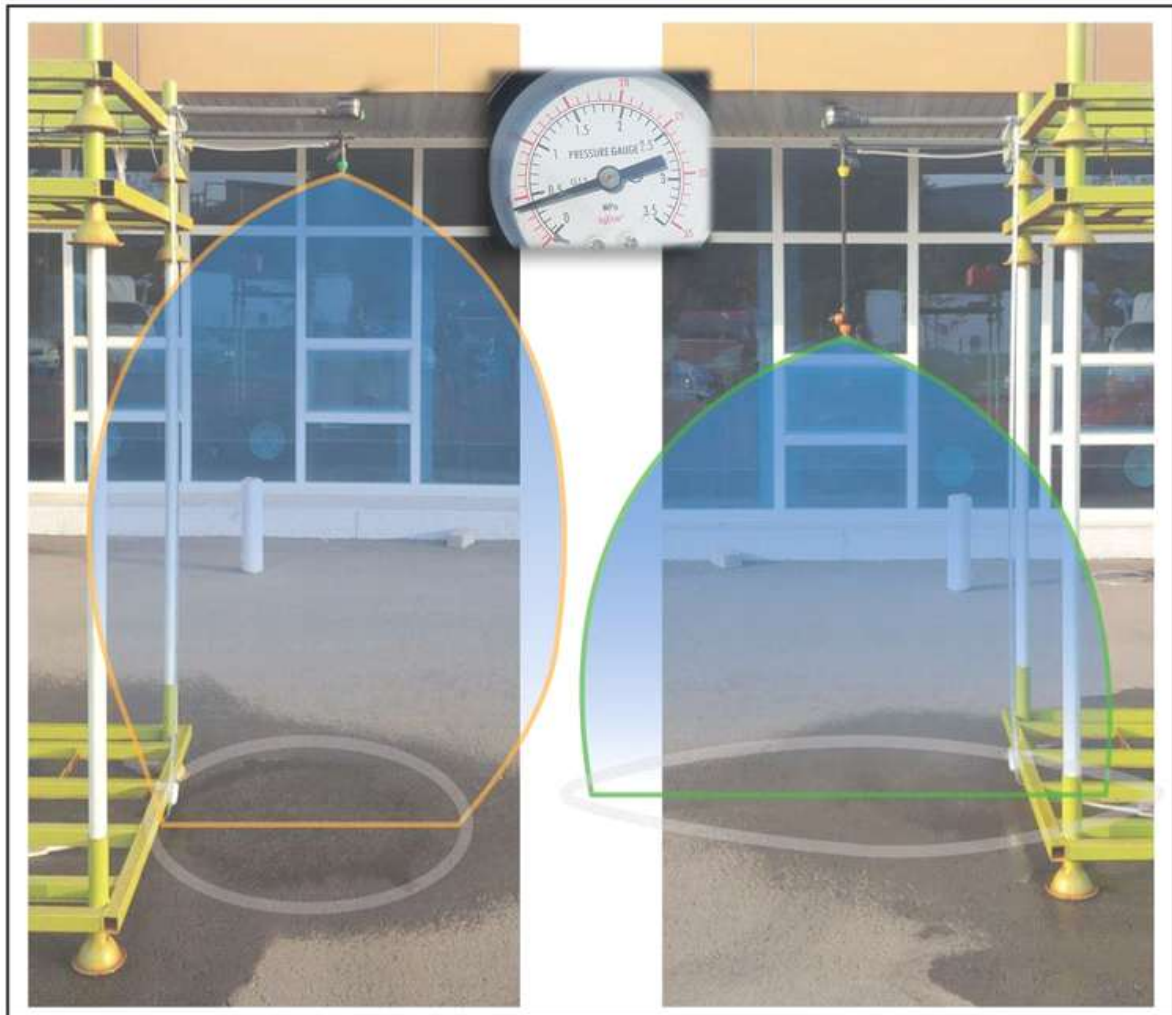


< 비접촉 잔량센서 적용 및 센서 위치 변경 >



< 짐벌 마운트 브라켓 제작 >

*임무장비 성능시험 및 보완
 - 분사 노즐 위치 비교 시험



< 노즐의 분사 형상 >

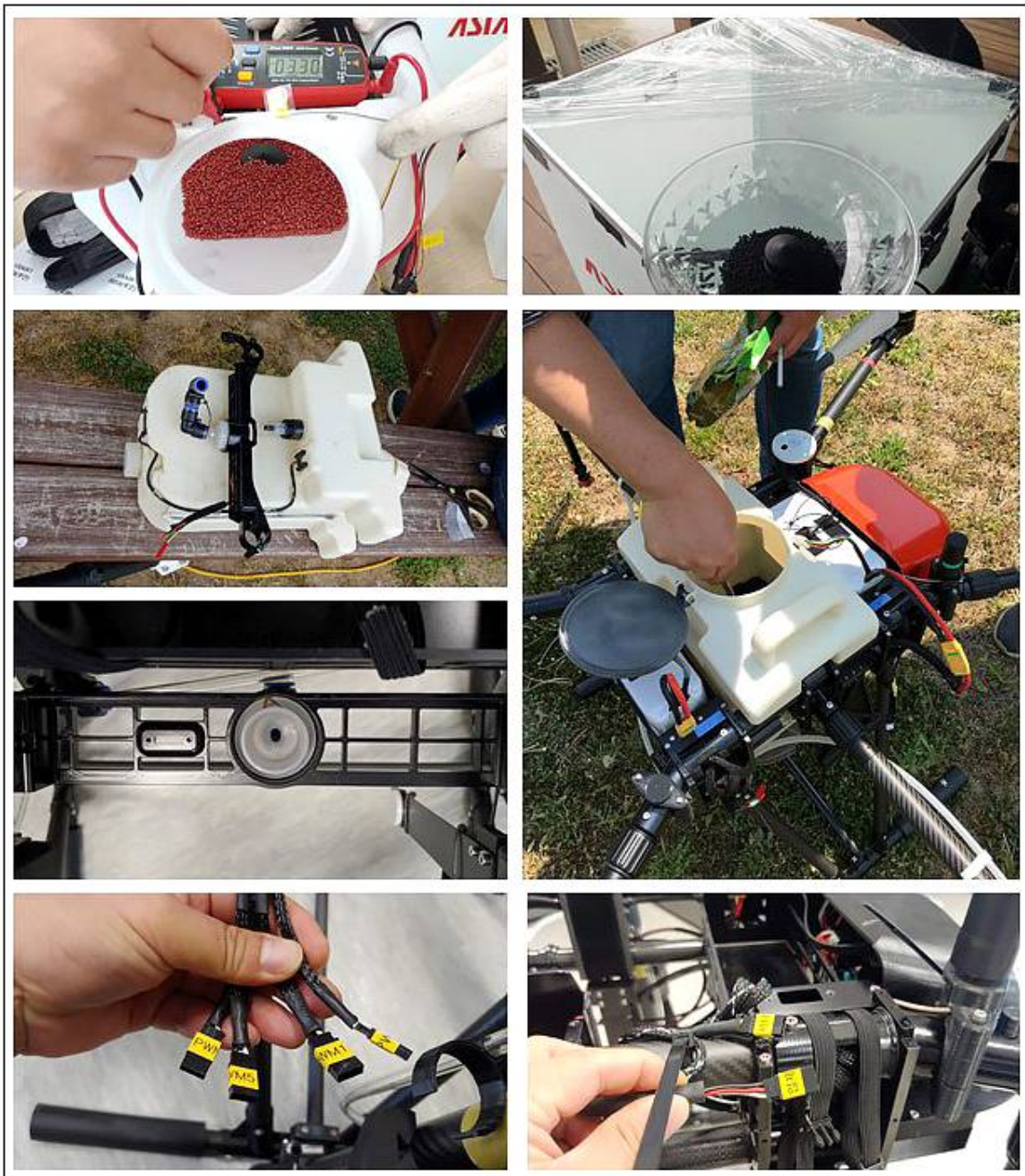
• 시험 내용

시험 목표	분사 노즐의 위치에 따른 분사 효과 분석
시험 도구	높이 조정 가능한 시험용 지그, 프로펠러, 모터와 펌프 제어장치 및 조종기
시험 방법	시험용 지그에 지면에서 1800 mm 높이에 모터와 프로펠러 배치, 분사압력 4 Bar 인가 후 분사 패턴 분석
시험 결과	노즐의 위치가 모터 하단부에서 분사각을 유지하는 길이가 길어지고 프로펠러의 하향풍에 의한 효과도 향상되는 것으로 분석
	노즐의 위치를 지면으로 가깝게 더 내려서 장착할수록 분사 효과가 좋음

- 개별 임무장비 제어 및 임무장비 교체 시 제어와 성능 시험

1) 액제 / 입제통 / 영상취득시스템(짐벌) 제어 및 장착성 호환시험

=> 임무장비 3종 제어 상태 및 성능 확인



(3) 드론 H/W 플랫폼 시제품 개발

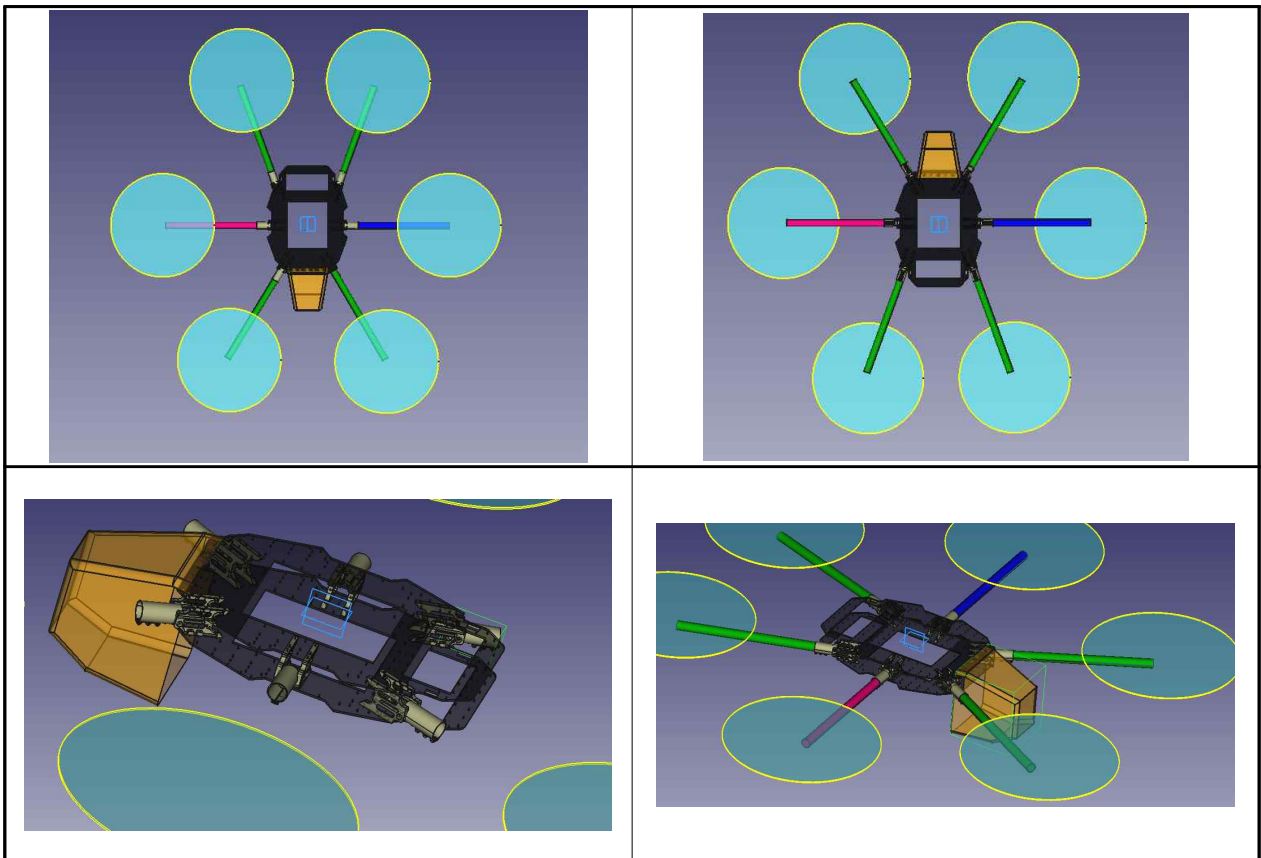
○ 드론 플랫폼 시제품 제작 과정

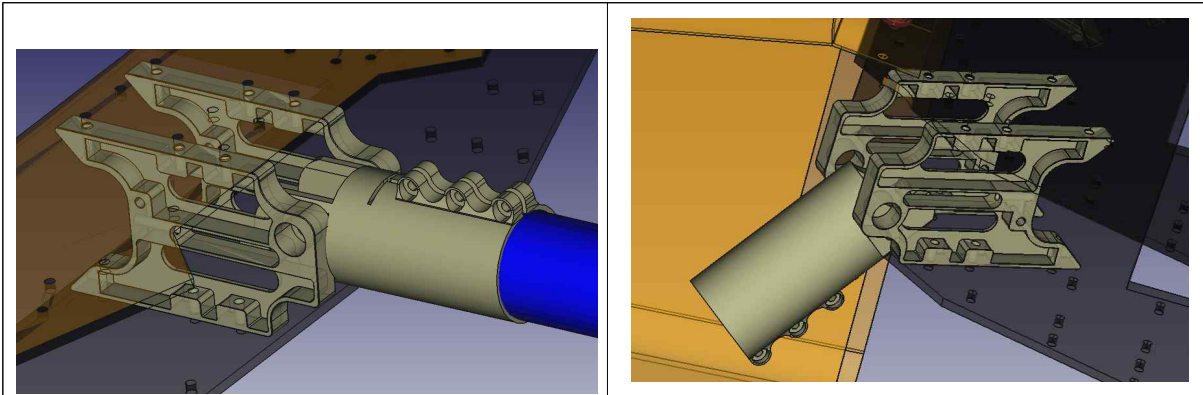
- 시제품 기체의 구조 설계 및 시작품의 주요 보완 목표는 드론 바디 프레임의 구조 단순화와 전원 공급 및 전원 분배를 위한 케이블의 간략화, 그리고 상하부 PCB 메인 플레이트로의 교체를 통한 기체구조의 단순화와 정비 운용의 용이성을 극대화에 중점을 두고 제작함.
다목적 임무장비의 탈부착이 가능하도록 설계한 특징점을 그대로 적용하고 약제의 분사 노즐까지의 배관을 구조화하고 단순화하며 다중 기능의 방제 비행이 가능하도록 제작

* 시작품 설계/제작 주요 사항

- 1) 상/하부 PCB 플레이트로 알루미늄 프레임 구조를 전면 교체함
- 2) 전방/후방 모터암 길이 및 장착 각도의 전체 변경
(기체의 무게중심으로부터 모터 중심축까지의 거리와 각 모터 간의 분배 각도는 동일)
- 3) 하향 폴딩 구조로 6개의 모터 암 일괄 변경
- 4) 비행성능 효율을 높이기 위한 모터 암 상향 체결
- 5) 모터 폴딩암 관절부 구조 변경(알루미늄 설계제작)
- 6) 펌프 제어를 위한 신호선 동선 최소화 위치(전면부 펌프 위치)
- 7) 좌우측 노즐의 개별 변량 및 분사 제어를 위한 펌프 2기 장착
- 8) 배터리 수직 삽입 구조 적용
(플레이트 혹은 프레임 상판 거치형이 아닌 PCB 플레이트 타공을 통한 삽입형으로 변경)

• 설계도





< 시제품 설계도 >

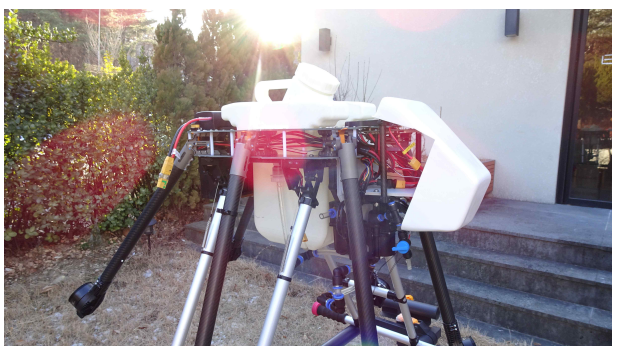
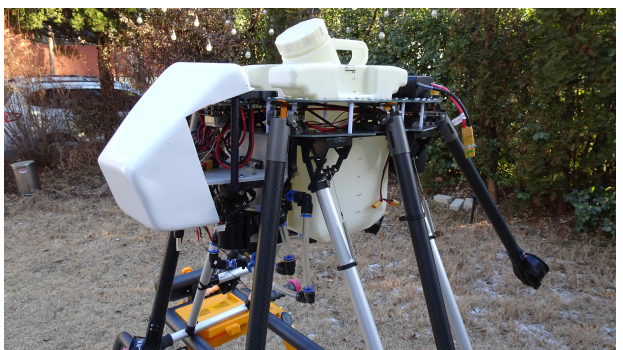


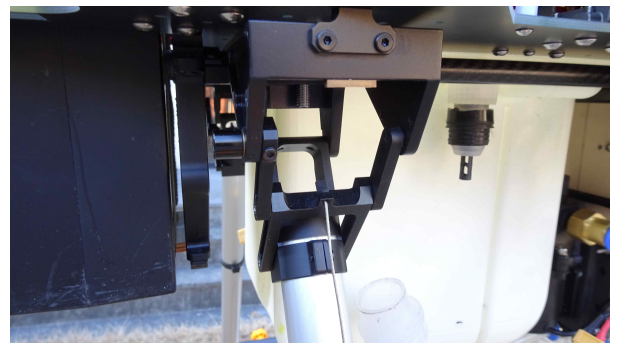
< 시제품 제작형상 >



< 시제품 구동시험 >

- 시제기 변경 설계(모터 암 폴딩)





- 드론 프레임 상/하부 PCB 메인 프레임 구조 변경의 장점

- 1) 기존 알루미늄 프레임 구성의 복잡성 제거
- 2) 상하부 메인 PCB 회로기판 구성을 통한 구성 단순화
- 3) 전원 및 신호라인의 배치 용이 및 전방 제어 회로 구성 집적화 증대
- 4) 기체 구성 파츠(Parts) 수의 감소로 프레임구조의 경량화

* 변경형상

변경 전



변경 후



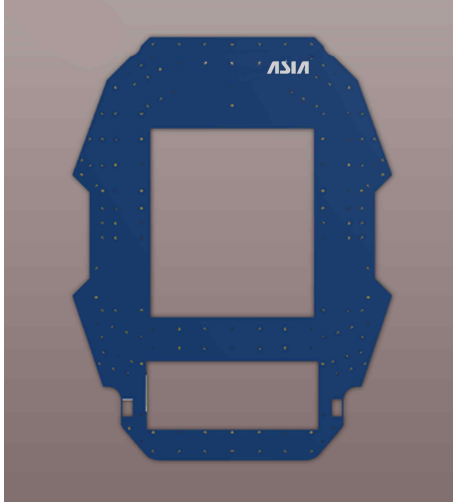
< 알루미늄 골조의 구성 >



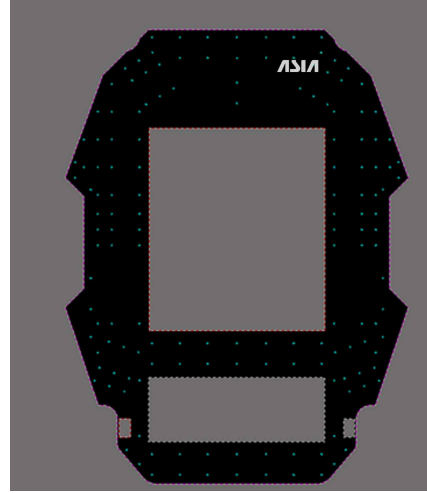
< Parts(파츠) 및 배선의 단순화 증진 >

- 메인 프레임 기판 형상의 장점

- 1) 임무장비 삽입 구조의 기체 구조적 장점 계승
- 2) 각기 다른 표준화된 크기의 임무장비 삽입 가능
- 3) 임무장비 외 배터리 삽입 구조 추가(배치식 배터리 장착에서 수직 삽입식 구조 적용)
- 4) 불필요한 구조적 액세서리 파트(Parts) 제거



< PCB 회로 기판 블루 프린트 >



< PCB 회로 기판 블랙 프린트 >

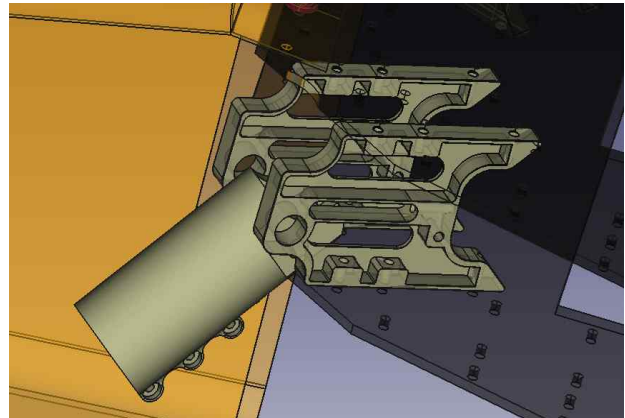
- 폴딩 암 브라켓 전면 교체

- 1) 바디프레임 일체형 폴딩암 구조에서 접이식 경량 파트(Parts) 구성품으로 설계 변경 및 적용
- 2) 정비적 용이성 증가(구성품만 교체 용이)
- 3) 기존 회전 고정식 고무링의 손실 제거로 인한 구조적 결합성 증대 및 단순성 증대

변경 전



변경 후



< 기체 일체형 알루미늄 파트 >



< 폴딩 암 구조 별도 경량 설계 파트 적용 >

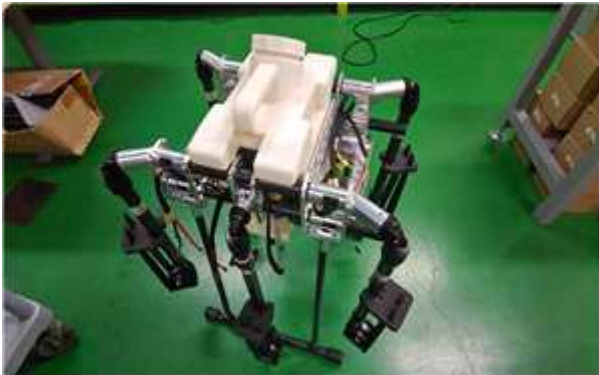
- 고정식 랜딩기어 교체

- 1) 경량 알루미늄 접이식 랜딩기어 교체
- 2) 약제/입제 살포시 살포 가시선의 간섭 전면 제거
- 3) 접이식 랜딩기어 적용을 통한 농작물 생육/생장 영상 취득시 촬영 간섭 전면 제거
- 4) 경량 알루미늄 소재 적용으로 추락 및 파손시 충격 흡수 설계 적용
- 5) 비행제어 및 임무제어와의 고도 센서 데이터 연동을 통한 자율 접이식 기능 탑재

변경 전



변경 후



< 카본 파이프 소재 고정식 랜딩기어 >

< 경량 알루미늄 파이프 소재 접이식 랜딩 기어 >

- 전/하방 (장애물 탐지 및 고도탐지용) 및 후방 (장애물 탐지) 센서 적용

- 1) 전방 장애물 탐지 센서 전면 페이스 카울 탑재(LiDAR-Lite V3: 40m 유효거리 + 초소형 IP Camera 2식: EO/IR Filter)
- 2) 하방 고도 탐지 센서 탑재(LiDAR-Lite V3) :40m 유효거리
- 3) 초음파 센서 후방 탑재(HC-SR04) : 30m 유효거리

전방/하방 탐지 센서(LiDAR-Lite V3)

후방탐지 센서(초음파 센서)

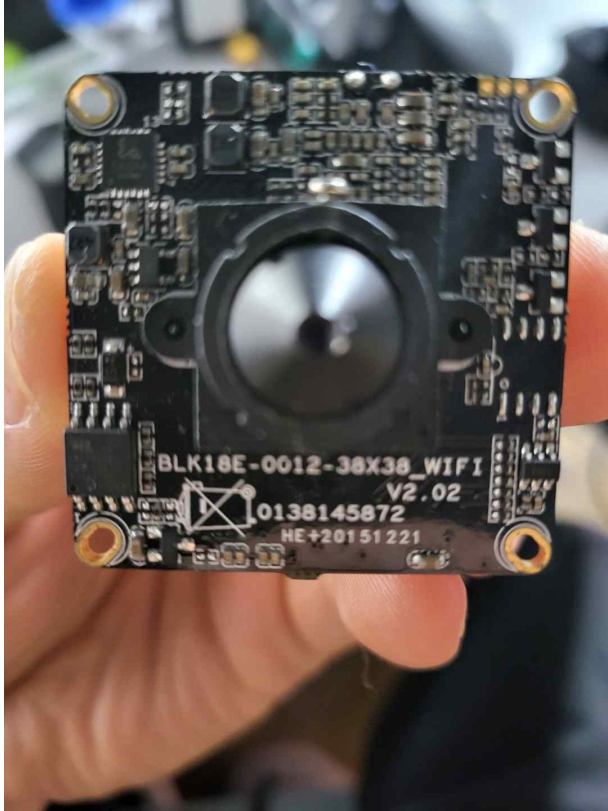


< 유효 탐지거리 : 40 m>

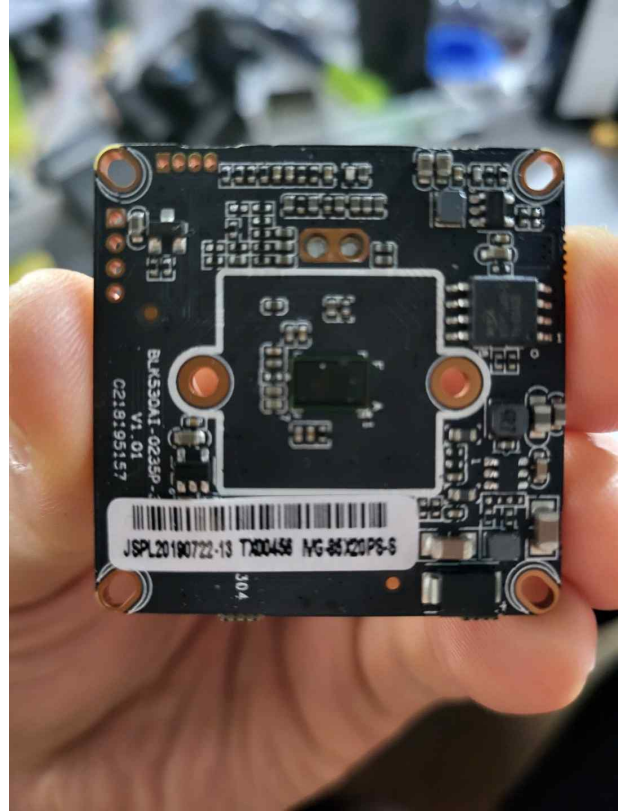


< 유효 탐지거리 : 30 m >

전방 카메라(초소형 IP 카메라 :E0/IR)



< FHD급 영상획득 / 무선송신 시 SD급 전송 >



< SD급 IR Filter 영상 전송 >

기체 전방 탑재 형상



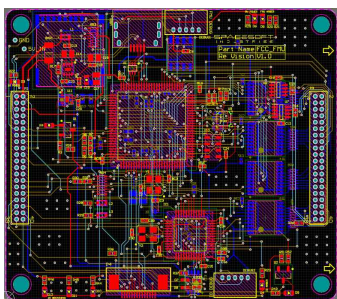
< FHD급 영상획득 / 무선송신 시 SD급 전송 >

기체 후방 탑재 형상

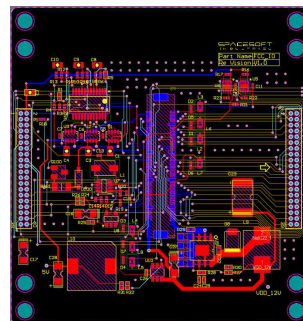


< 후방 장애물 탐지 센서 >

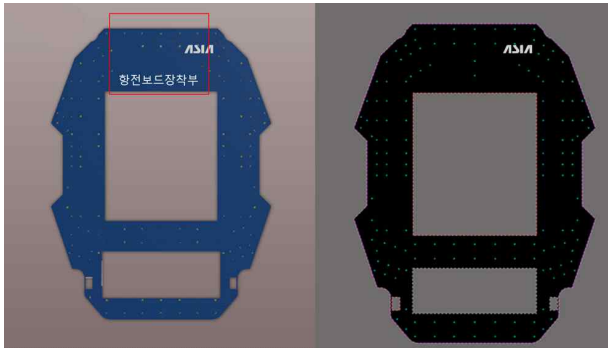
- 비행/임무제어 컴퓨터 전방 집적화



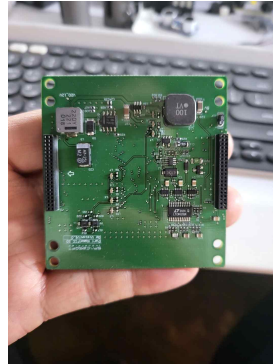
< FMU 보드 >



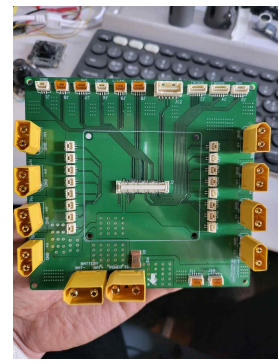
< IO 보드 >



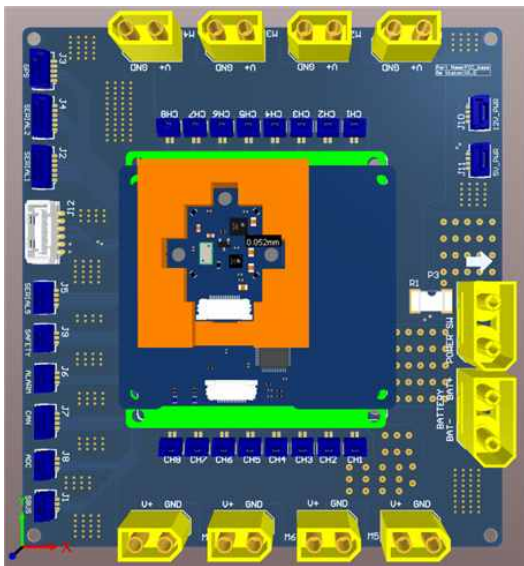
< Main Frame 보드 >



< IO 보드 >



< Base 보드 >



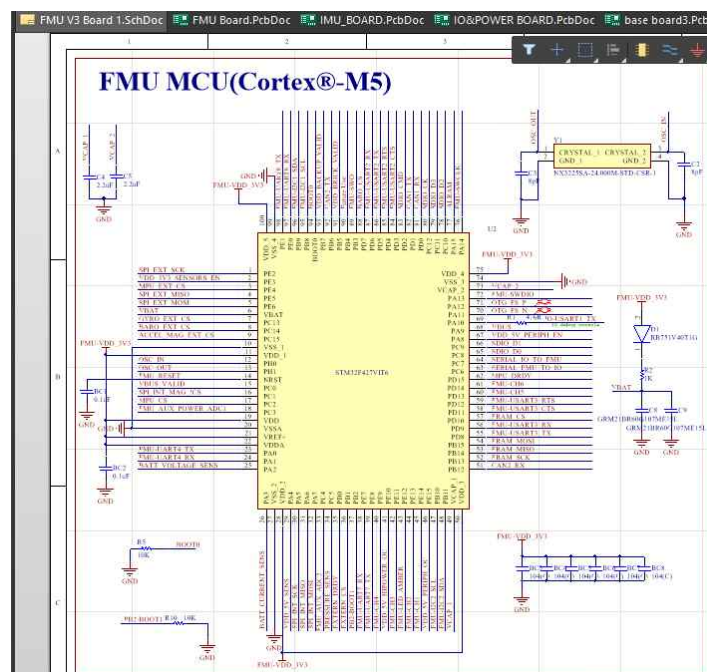
< Base 보드 >



< 기체통합 >

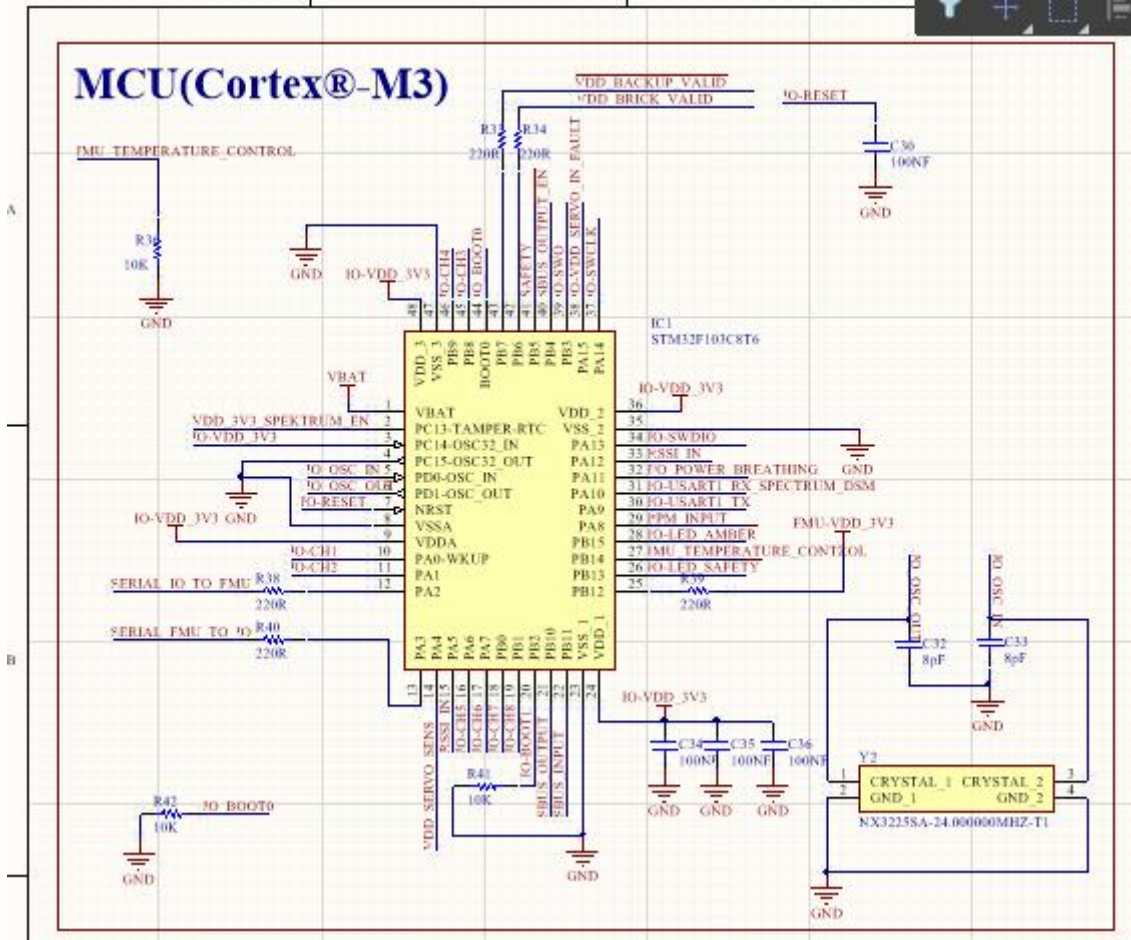
* 회로설계형상

- FMU 회로 스키매틱



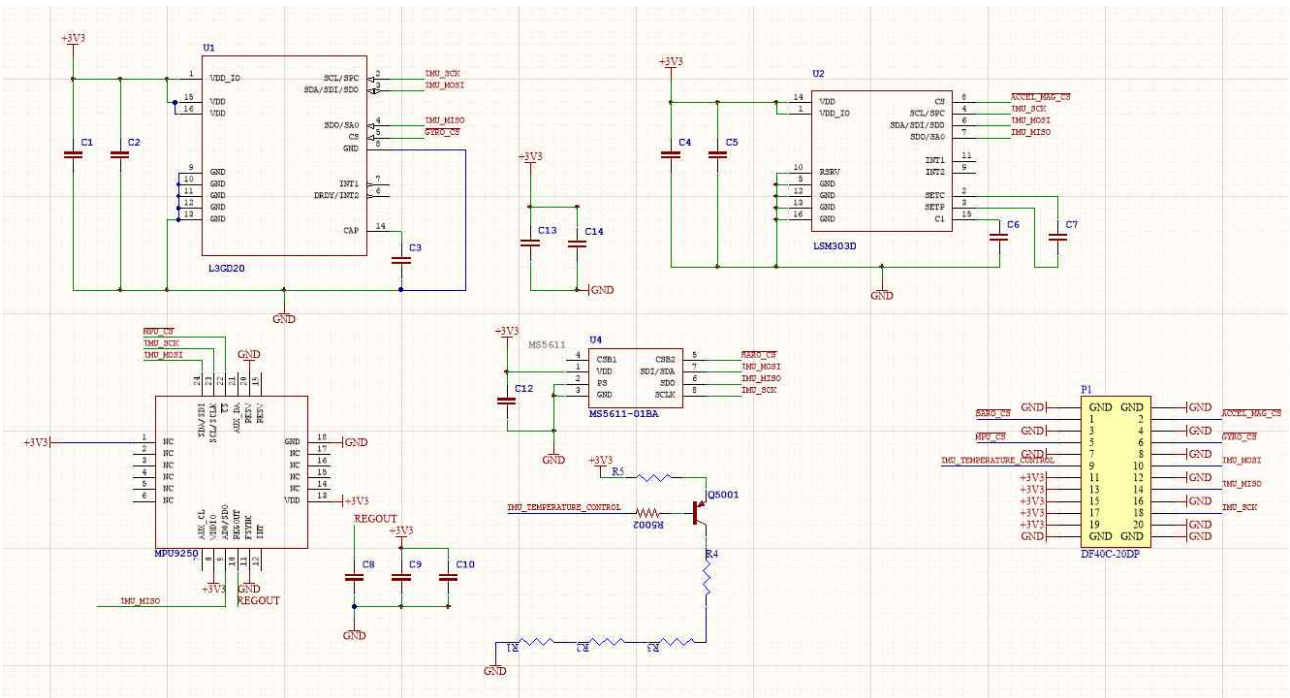
< FMU 회로도 :Cortex-M5 >

- MCU 회로 스키매틱

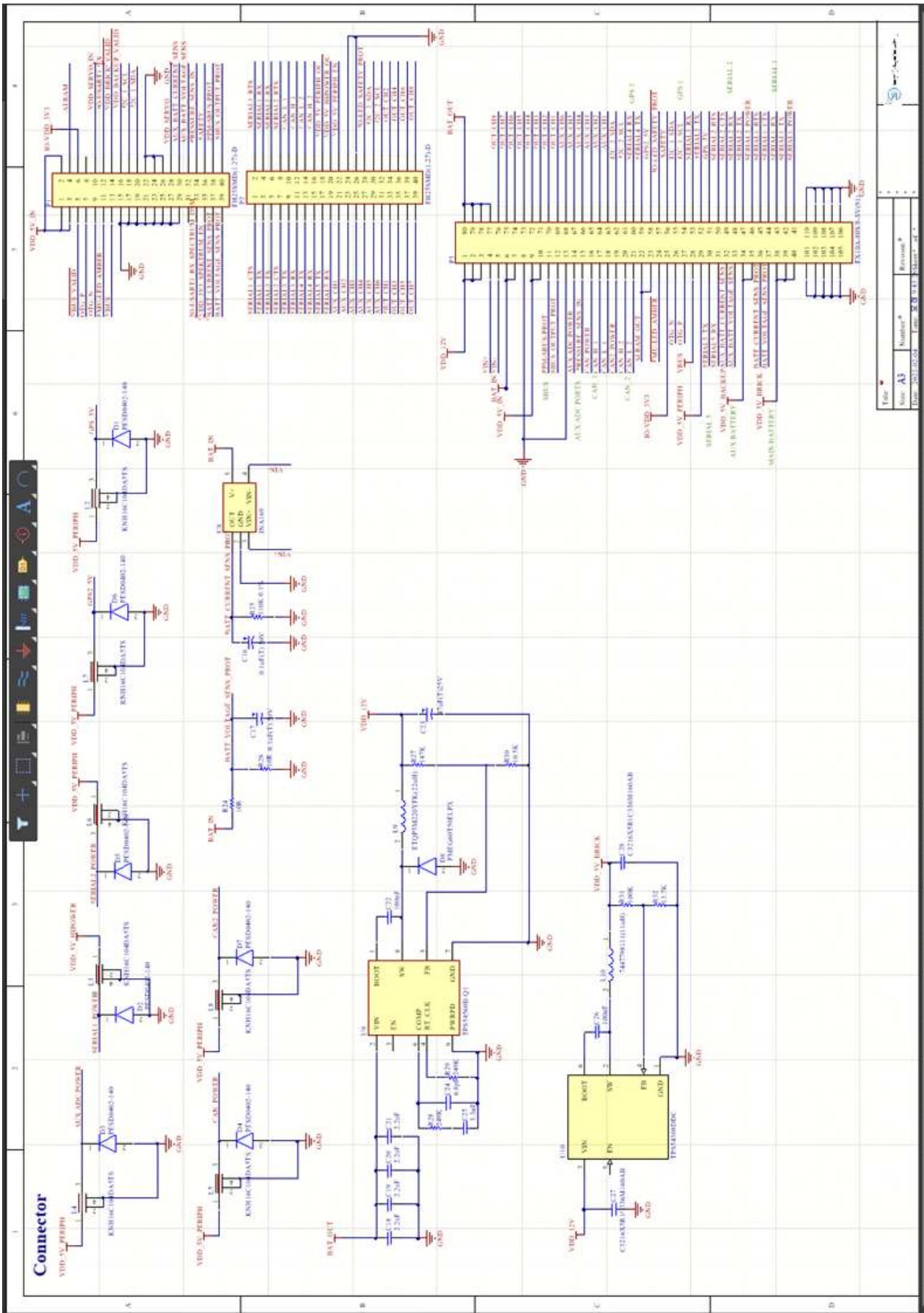


< MCU 회로도 : Cortex-M3 >

- IMU 회로 스키매틱



< IMU 회로도 >



< IO & Power Board 회로도 >

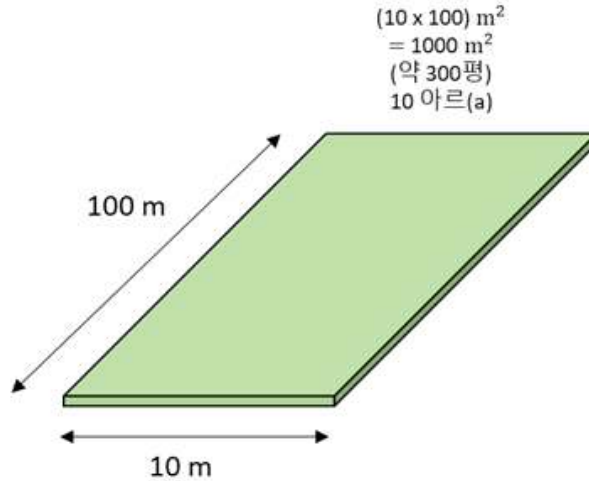
○ 드론 플랫폼 시제품 설계 주요 고찰 및 정리

- 본 연구과제의 정밀 농업 드론 플랫폼에 있어 스마트 드론 플랫폼이 적시한 정밀농업방제의 목표 달성은 크게 균등살포로서의 정밀 방제 비행과 변량살포로서의 정밀 방제 비행으로 구분한다. 본 과제에서 균등살포 방제 비행의 정의는 병충해 예방과 대응을 위해 방제대상지의 균일한 약제를 최적의 양으로 골고루 일정하게 살포하고 살포된 임무의 결과 데이터를 다시 정밀농업플랫폼으로 연동하여 다음 방제 비행에 반영하고 최적의 농약을 기준 내에 살포하는 것을 포함한다. 또한 변량살포 방제 비행의 정의는 사전에 정밀농업플랫폼에서 주기적으로 예찰한 생육/생장 결과 데이터를 분석해 산출된 변량살포 대상지의 영역정보와 변량살포량이 계획된 비행 임무 프로파일 데이터를 연동하여 그에 맞는 임무 살포 비행을 수행하고 현장 상황을 반영하여 수정 가능하며 그 임무 비행결과를 정밀 농업 플랫폼에 다시 업로드하여 다음 방제 비행에 반영하는 것을 포함한다.
- 정밀 농업에 있어 또 다른 주요 고찰 요소는 항공방제에서 비산되는 약제에 대한 대응이다. 비산의 주된 원인은 분사되는 노즐에서의 입자가 미세할수록 두드러지기도 하지만 본 과제에서는 드론에서 유발하는 프로펠러의 공기역학적 유도풍(임의의 목적에 의해 유도된 바람)과 지역적으로 출몰하는 비정기적이고 비선형적인 환경요인적 지역풍을 원인으로 한정한다. 이는 실시간으로 지역풍의 풍향/풍속에 대한 탐지와 드론 플랫폼과의 연동을 통해 능동적인 균등살포 시스템이 되는 것이 중요한데 불특정한 지역풍의 데이터를 수집하거나 이를 연동할 수 있는 현장 탐지 데이터 연동시스템이 현재 국내에 존재하지 않고 대부분 방제 업무를 수행하는 조종사가 현장에서 불어오는 바람을 고려하여 수동으로 임의 방제 비행을 수행하는 것에 그친다. 농약 비산을 최소화하기 위해 각종 연구논문에서 수행하는 연구 내용들을 참고하면 대부분 컴퓨터 시뮬레이션(CFD: Computational Fluid Dynamic)으로 수행한 기본적인 유동해석을 통한 예측 데이터이므로 각종 모터 프로펠러의 하향풍과 지역풍을 수치적으로 몇 가지 유사 사례를 모델링하여 분석한 결과로서 비 다변화되어 종합적이지 않고 실제적이지 않다. 이는 지역에서 발생되는 비선형적인 풍향에 대한 종합적 대응책을 마련할 수 없고, 이에 따른 대응 시스템을 종합적으로 구축하여 드론 방제에 적용하기도 불가능하다.
- 그에 따라 본 과제에서 고려한 드론 플랫폼의 설계 및 제작은 기본적인 정밀농업방제 업무에 대해 예찰/방제/분석/적용 등의 드론 운용에 효율적인 편의성과 농작물 생산성 증대를 유도하고 빅데이터를 수집하는 데이터 취득 단말로서의 역할을 수행하기 위해 위와 관련한 환경적 요소에 대응할 수 있도록 노즐의 살포각도와 살포 토출구의 위치 및 살포량에 대해서 가변조작이 가능하도록 능동적 조절 시스템으로서의 스마트 드론 플랫폼을 규정하는 것이 주된 목적이다.
- 여기서 주된 약제 살포에 있어 비산은 프로펠러에서 발생하는 유동의 하향풍(Downwash + Vortex)과 지역적으로 발생하는 국지적인 바람의 결과이다. 프로펠러의 회전으로 발생하는 하향풍(Downwash + Vortex)의 영향으로 인한 비산은 어느 정도 정량적인 유동해석을 통해 예측이 가능하나 국지적인 바람에 대한 비산 모델을 설계하여 비산의 영향을 예측한다는 것은 매우 난점이라 하겠다. 결론적으로 최적 균등살포와 변량살포는 사전 예찰된 결과 데이터와의 실시간 연동과 분석된 변량살포 대상 후보지에서의 환경적 외란에 최대한으로 대응할 수 있는 비행패턴의 변경과 살포 노즐의 살포각 및 살포량을 조절할 수 있는 능동적인 드론 플랫폼이 현실적인 솔루션이라 하겠다. 이에 따라 본 과제에서의 정밀방제를 위한 결과를 다음과 같이 정리한다.

* 균등살포를 위한 정밀 방제 모델 산출

균등살포를 위한 정밀방제 모델 산출에 앞서 정밀 방제가 필요한 대상지는 노지 농사가 수행되는 논/밭 10아르(a)를 대상으로 규정하고 10아르(a)는 다음과 같은 형상으로 정의하고 관행적으

로 살포되는 농약의 사용량과 희석 비율은 다음과 같다.



< 대상지의 형상 기준 모델 :10a(1000 m^2 , 약 300평) >

- 1 필지의 면적요소를 1000 m^2 = 약 300평(10a)으로 규정
- 10a(아르) = 1000 m^2 = 약 300평(10a)을 기준으로 약제의 살포량을 최대 **3리터**로 규정.
- 모든 농약은 면적 10a 기준 살포 정량 한정
- 관행적으로 500:1 ~ 1000:1로 사용
- 드론 플랫폼의 살포일 경우 항공방제용 약제를 사용
- 통상 물과 8:1 ~ 16:1 혹은 약제에 따라 32:1 정도로 많이 사용함

드론 플랫폼의 기능적/형상적 독립변수 정의(Independent Variables of Specification)

- 약제 펌프의 살포 압력에 따른 최대/최소 분당 살포량(ml/min)
- 살포 노즐의 지면으로부터의 위치(d , 단위: m) : 종속적으로 비행고도가 결정되는 요인
- 노즐의 개수(N , 무차원) : 전체 분당 살포량 산출 요소
- 드론 플랫폼의 이동 속도와 자세(Roll-Bank: 롤, Pitch: 피치, Yaw-Heading: 요 혹은 헤딩) : 노즐의 위치에 따른 분사각을 특징하는 요소

또한 비산을 유발하는 1차적인 바람의 환경적 요소를 고려하지 않을 수 없는데 이는 드론 플랫폼 프로펠러에서 발생하는 하향풍(Downwash + Vortex)과 지역마다 국지적으로 발생하는 지역 바람(Wind of Region)을 비산의 가장 영향력있는 두 가지 고려요소로 한정하였다.

비행 고도에 따른 약제 살포 형상 분석 및 고찰

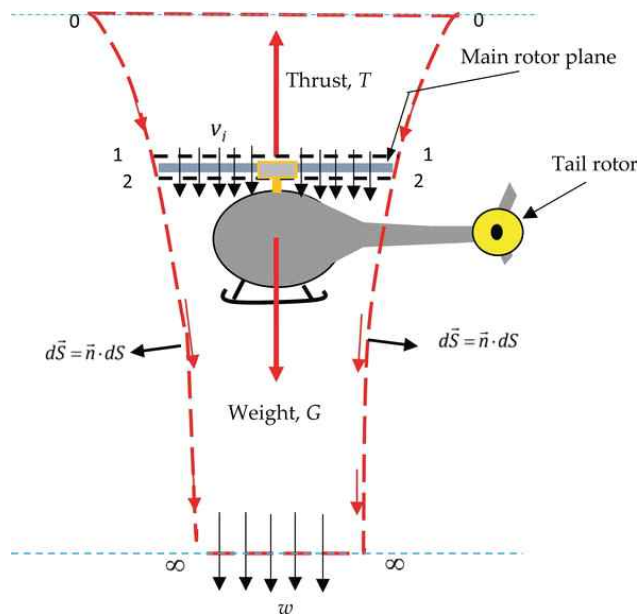
- 일반적인 분사 노즐의 살포 형상에 대한 고찰
: 항공방제에서 대부분 사용되는 분사 노즐의 살포 형상은 80~110도의 부채꼴로 펼쳐지면서 양쪽 가장자리에 비해 상대적으로 중앙부가 약간 두터운 면적으로 살포되는 확장형 플랫(Extended Range Flat) 스프레이 타입, 양쪽 가장자리에서 중앙부까지 모두 동일한 면적으로 살포되는 이븐 플랫(Even Flat) 스프레이 타입, 그리고 원뿔 형상(Hollow Cone) 스프레이 타입으로 나눌 수 있다. 각 노즐 제조사에서 배포하는 액제의 살포형상은 대부분의 노즐 제조사에서 공급하는 액체 분사용 노즐의 살포형상은 대부분 부채꼴과 원뿔 형상(Hollow Cone)이

고, 노즐 최대 분사각을 그대로 사용하여 단순하게 고도에 따른 방제폭을 계산해내는 것이 대부분이다. 또 노즐로부터 분사되는 약제의 분사량이 프로펠러의 공기 유동에 따라 비산되거나 농작물에 영향을 미치는 주된 요인이기에 능동적으로 가변 살포될 수 있는 드론 플랫폼이 필수적인 요소임을 확인하였다. 이로써 정밀농업에서의 드론 플랫폼은 즉 지면으로부터의 높이가 일정하게 유지되는 정밀 고도 비행이 필수불가결한 요소이다. 이에 대한 이론적 배경은 다음과 같다.

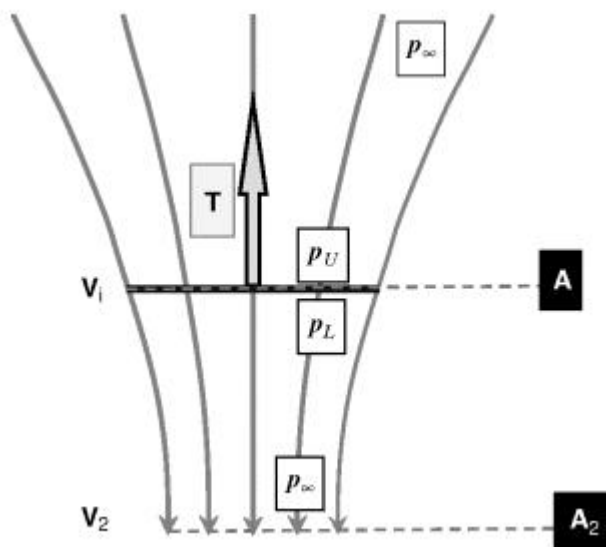
- 노즐 분사와 프로펠러 하향풍(Downwash + Vortex)의 효과

: 프로펠러의 회전으로 인해 발생하는 하향풍은 크게 두 가지 요소를 포함한다.

① 다운워시(Downwash) : 프로펠러의 회전에 발생하는 연직방향의 유동 흐름을 의미하는데, 이는 일반적으로 프로펠러의 회전을 통해 양력을 발생하는 시스템에 적용하는 항공역학의 구동원반모델(Actuator Disk Theory)을 적용하여 계산한다. 드론 프로펠러의 회전에 의하여 발생하는 주변 공기의 다운워시 형상은 따라서 다음과 같은 이론적 배경을 따른다.



< Actuator Disk Theory >



- p_∞ : 대기압
- p_U : 프로펠러 상부 압력
- p_L : 프로펠러 하부 압력
- v_i : 프로펠러 진입 전 속도
- v_2 : 프로펠러 통과 후 속도

- A : 프로펠러 디스크 단면적
- A_2 : 프로펠러 통과 후 유동 단면적
- T : 추력(Thrust)

< 프로펠러의 구동 원반 모델 >

위 그림처럼 정밀농업에 있어 꼭 드론 플랫폼의 방제가 아닌 무인헬기를 이용한 항공방제 역시 구동원반이론의 지배를 받는다. 결론적으로 회전하는 프로펠러에 의한 공기의 유속 흐름이 모터 펌프 노즐의 분사 압력에 의한 액제 살포 유동을 지배하면서 액제의 살포 유동과 합해져서 살포 되므로 지면과의 교차점에 다가갈수록 농작물의 측방으로 분사되어 퍼져가는 현상으로서 항공방제의 하향풍 효과를 기대하는 것이다. 그러나 정밀농업에 있어서 드론의 살포 형상을 이번 실험을 통해 면밀히 고찰해 본 결과 살포 형상이 하향으로 퍼지기만하는 형상이 아닌 것을 심도있게 고찰해야 했다. 이는 정확한 위치에 정량의 농약이 농작물 곳곳에 최적으로 살포되기 위한 위에서 언급한 대상 1 필지의 최적 비행경로 라인수와 살포폭을 결정지을 수 있는 기본 데이터가 되기 때문이다.

드론 플랫폼이 호버링할 경우 회전하는 프로펠러의 유동은 위처럼 구동원반이론(Actuator Disk Theory)으로 로터의 반경 혹은 직경의 크기가 곧 회전되는 디스크 팬 형태의 면적을 결정짓게 되고 이 디스크의 면적이 양력의 크기를 결정짓는 것이 일반적인 항공역학적 해석이다. 이는 프로펠러의 회전으로 인해 발생하는 상/하부의 압력차이를 통한 양력이 곧 드론 플랫폼의 전체 무게를 상승시키는 원리가 된다. 그러나 이 뿐만이 아니라 프로펠러의 면을 따라 흐르는 비대칭적 공기의 흐름에 의해 발생하는 소용돌이(와류/Vortex) 또한 액제 분사 유동의 공기 흐름에 영향을 주게 되는데 종합하면 이 때의 공기 흐름과 노즐 분사의 위치를 공기역학의 기본 유동 모델링 4가지를 적용하여 지면으로부터 멀어질수록 계란모양(Egg Shape)을 띄게 되는 결정적인 원인되는 것을 검증하였고 지면으로부터 최적으로 살포될 수 있는 최대 방제폭을 만드는 액제 살포 노즐의 최적 지표 고도를 산출하였다.



< 살포 형상의 잘못된 형상 인식 사례 - 삼각형으로 인식 >



< 와류의 대표적인 예 >

다시 정리하면 소용돌이에 의한 와류가 드론 분사 형태를 지배한다는 결론은 아래 3 가지 기본 유동 요소로 성분을 나누어 적용하면 항공방제의 분사 형태가 계란모양이 되는 것에 대한 증명과 이해가 모델링 차원에서 쉽게 된다. 뒤에 본 기본 모델링을 증명하는 실험에 대한 결과 데이터가 본 모델링 요소에 대한 선정을 증명한다.

: 비압축성 균일 유동(Uncompressible Uniform Flow)

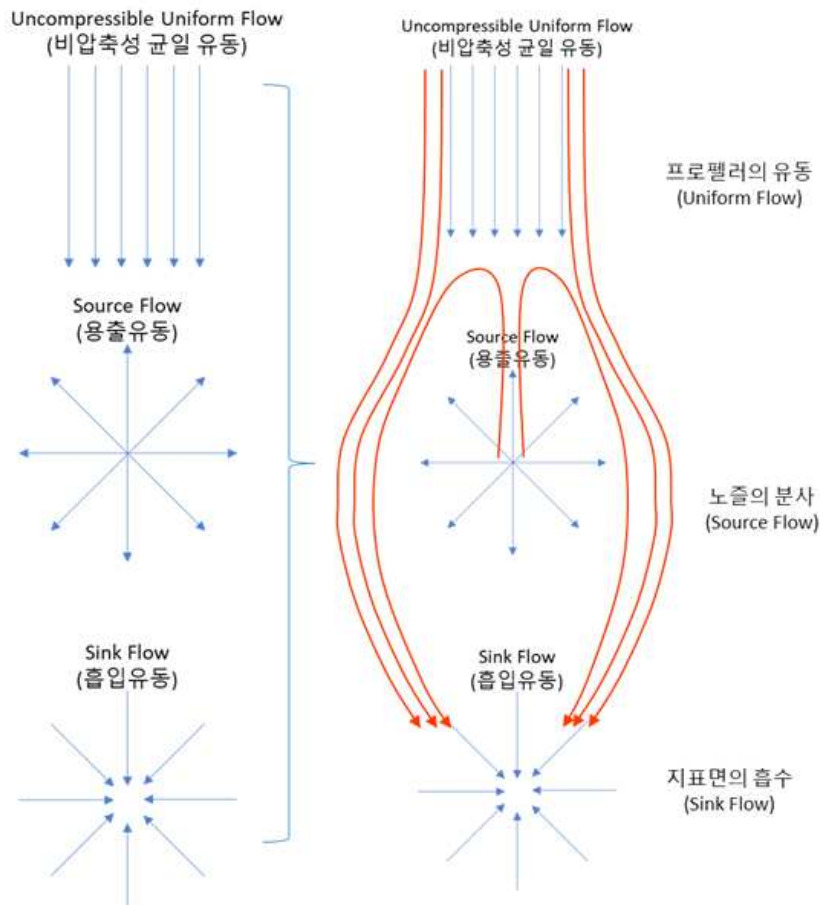
구동원반모델도 프로펠러를 지나가는 공기의 유속이 음속에 못미치는 속도 구간의 공기 흐름이므로 비압축성 유동의 균일 유동 모델이다. 이는 프로펠러를 지나기 전과 후가 공기 흐름의 유선의 간격이 조밀해질 뿐 프로펠러의 통과 전과 후의 공기의 유동 자체가 균일한 것은 변함이 없다는 의미이다. 따라서 비압축 균일 유동이 기본적 유동의 첫번째 모델링 요소이다.

: 용출유동(Source Flow)

유동의 종류는 위에서 언급한 단순한 수평/수직의 유동만 있는 것은 아니다 어느 한 점에서부터 뿜어져 나오는 용출 유동도 유동의 기본 종류 중 하나인 Source Flow이다. 이는 액체를 분사하는 노즐에서 뿜어져 나오는 약제의 유동을 기본 모델로 적용할 수 있는 요소이다.

: 흡입유동(Sink Flow)

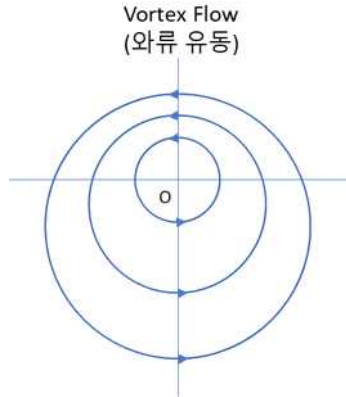
앞 절에서 언급하였듯 드론 노즐에서의 유동이 지면에서 멀어질수록 계란모양을 갖게 되는 현상은 바로 노즐로부터 분사되는 용출점(Source)이 멀어질수록 지표면은 흡입유동(Sink)으로 고려했다. 흡입유동이란 위 용출유동의 정반대되는 유동으로 어느 한 점으로 흡입되어가는 유동의 한 종류이다. 다음과 같이 위 3가지 기본 유동을 유선(Streamline)으로 표현하고 이를 종합하여 각 드론 약제 분사를 위한 공기의 흐름을 위치별로 배치시키면 다음 그림과 같다.



위 세 개의 기본 유동을 드론 프로펠러의 유동과 노즐의 분사 유동으로 대체하여 모델링에 적용하면 다음 그림과 같이 붉은 색으로 표현되는 유선형의 스트림 라인으로 종합되는 것을 유추할 수 있고 드론에서 프로펠러로부터 하향풍으로부터 지표면까지 시작되는 공기의 흐름을 통한 노즐 액제의 분사 형태는 유선형의 계란형상(Egg Shape)이 예상되는 것이 기본 모델링이다. 이는 실제 프로펠러 하향풍에서 노즐을 분사하는 실험으로 이 기본 모델링을 적용한 것이 증명되었다. 그러나 드론의 호버링 시 액제의 분사 노즐에 분사 형태를 결정짓는 요소는 하향풍의 다운워시만 고려할 것이 아니라 와류에 의해 휘감겨지는 형상도 고려하여야 하는 것이다. 그 이유는 위 3개의 모터 프롭과 노즐 분사 유동의 기본 모델링은 호버링을 할 경우에 국한되는 결론이다. 물론 주변에서 불어오는 바람의 요소는 고려하지 않은 단순한 모델이다.

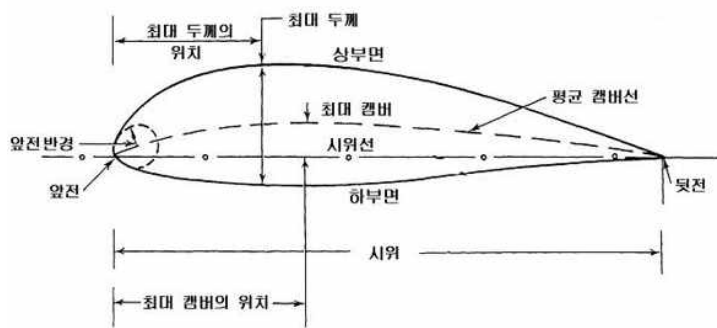
: 와류유동(Vortex Flow): 프로펠러의 회전으로 인한 와류

와류유동(Vortex Flow)란 원점을 중심으로 동심원 형태의 유선이 존재함과 동시에 다음 그림에서 처럼 동심원 형태의 회전방향으로 속도가 반비례하여 줄어드는 기본 유동의 형태이다.



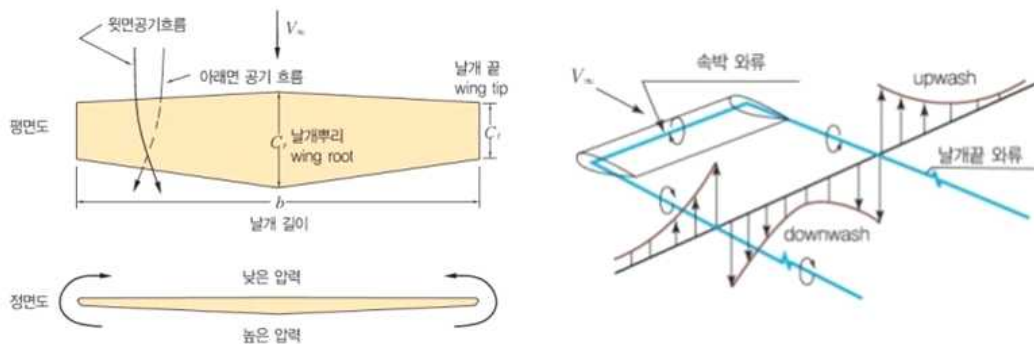
< 드론 프로펠러 면에 발생하는 순환하는 공기의 흐름 유동 >

회전하는 드론 프로펠러의 단면은 소위 익형이라고 하는 에어포일(Airfoil)이라는 형태를 띄고 있고 에어포일은 구조적 형상은 다음 그림과 같다.



< 에어포일의 구조 >

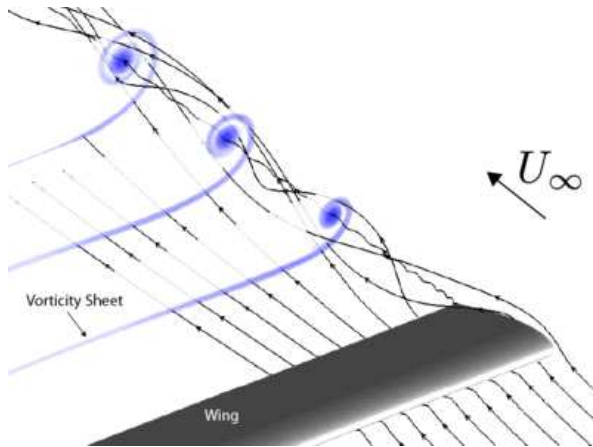
프로펠러의 단면 주위로 흐르는 균일 유동은 이 에어포일의 비대칭적 유선 구조로 인해 아래와 같은 공기 흐름을 띄게 되고 에어포일의 상하의 비대칭적 유선으로 인해 단면을 따르는 공기의 순환이 발생한다. 이를 잘 드러내는 그림이 다음과 같다.



< 프로펠러 면을 따라 흐르는 유속의 Vortex Flow 발생 원리 >

이 와류 유동은 날개의 길이당 양력은 순환과 비례하여 나타난다는 것이 공기역학의 이론적 배경을 따른다. 다시 말해 크기가 작은 촬영용 드론의 프로펠러보다 중대형 드론에 속하는 농업용 방제 드론들의 경우 프로펠러의 크기가 작게는 22인치에서 34인치에 이르는 크기를 감안하면 결

국 날개 길이가 길어질 수밖에 없고 이는 더 큰 와류를 생성하게 되는 원인이 된다. 따라서 방제 드론의 약제 분사 노즐에서는 다음과 같은 와류를 직접 목격하게 된다.



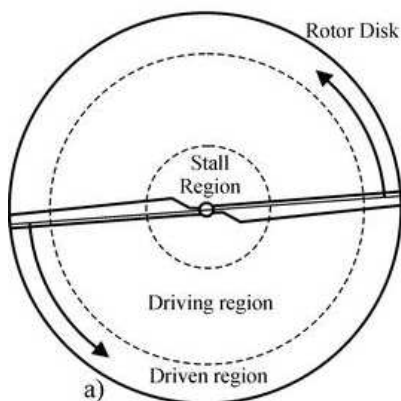
< 날개 끝에서 발생하는 와류 >



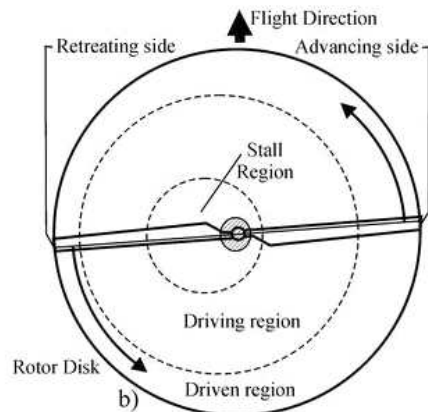
< 프로펠러 와류에 영향을 받는 분사 유동 사례 >

따라서 다음과 같은 약제의 분사 노즐 유동을 위에서 언급한 각 3개의 기본 유동 모델에 살포를 위한 전/후진 비행을 하는 경우 와류 유동까지 포함하여 노즐의 살포 형상을 가늠할 수 있다.

와류를 고찰해야 하는 가장 큰 이유는 다음과 같다. 이는 약제 살포를 위해 드론 플랫폼이 살포 비행을 시작하면서 기체의 기수를 앞으로 숙여 전진비행을 시작하는 경우 앞서 말한 구동디스크 모델의 적용에서도 볼 수 있듯이 프로펠러 디스크의 공력 중심은 진행 방향과 프로펠러의 회전 방향이 맞물려 회전하는 각 프로펠러의 양력상태가 불균형 상태로 바뀌고 그 결과로 구동디스크의 공력 중심은 이동된다. 이에 대한 사례는 다음과 같다. 프로펠러의 회전이 정확히 균형을 이룬 상태 즉 그림의 a) 호버링 상태에서는 각 축을 담당하는 모터로부터 회전하는 프로펠러의 모든 요소가 힘적평형(Equilibrium)을 이룬 상태이다.



< 호버링 시 CCW-반시계방향 회전 모터 프로펠 >



< 전진 비행 시 공력 중심의 이동 사례 >

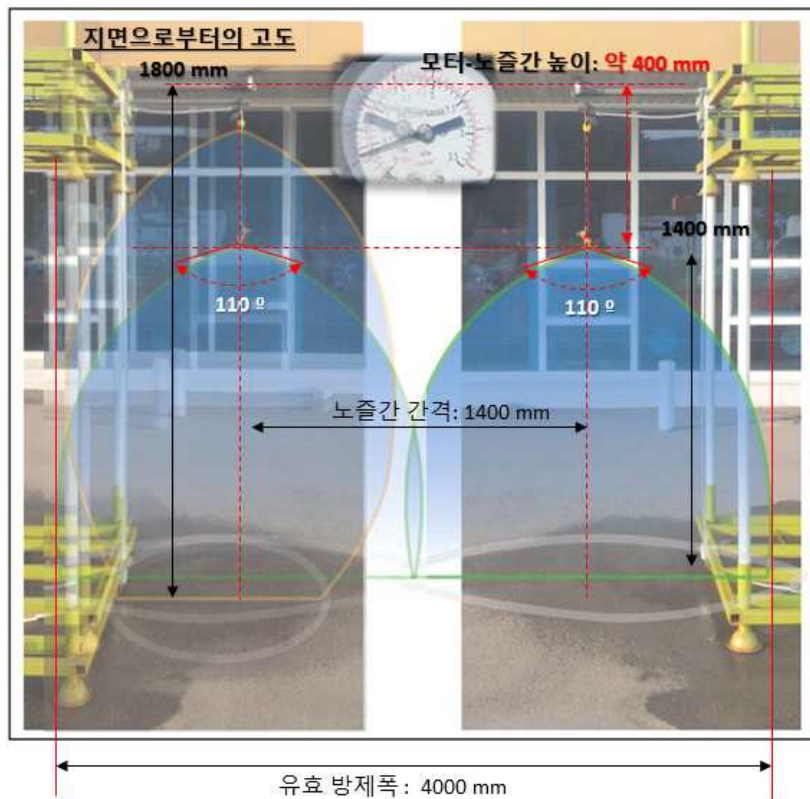
위 그림의 우측 현상 다시말해 b) 드론이 전진비행을 하는 상황일 경우 반시계방향의 회전 (CCW: Counter ClockWise)의 프로펠러의 디스크 절반은 양력의 불균형 상태가 된다. 다시 말해 반시계방향의 프로펠러 회전에 있어서 우측 반원은 양력이 증가되는 가항반원이고 좌측반원은 양력이 감소되는 감항반원이다. 즉 전진비행하면서 양력의 비대칭이 발생하면서 공기의 흐름을 비틀어버리면서 공력중심이 좌측으로 이동하면서 공기 흐름에 뒤틀림(Torsion) 효과를 유발하는 것이다. 이는 유동 흐름에 토션(Tortion, 뒤틀림)을 주게 된다는 의미이고 호버링시 발생하는 약제 분사형상과 양상이 다소 차이가 난다. 이를 다음 그림에서 정리한다. 단, 기체의 후진 비행의 경

우 본 과제에서 표준 플랫폼으로서의 설계 제작한 기체 형상은 전/후 노즐의 살포 위치가 변함이 없기 때문에 동일한 조건으로 한정했다.

• 실험결과

: 실제 하향풍의 영향으로 발생하는 살포 형상은 일반적으로 생각하는 Cone 형상(원뿔모양)이 아닌 계란모양(Egg Shape) 혹은 종모양(Bell Shape)으로 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 이는 하향풍의 다운워시에 의한 영향 뿐만 아니라 전진/후진 비행시 와류(소용돌이)와 함께 지배되는 것을 검증하였고 이 증상은 지면으로부터 고도가 높아질수록 약제 방제 살포 형상이 와류에 영향을 받아 비산되는 확률이 더 두드러진다는 것이다. 이는 지면에 도착하는 약제의 방제폭이 축소되는 것을 포함해 비산되는 약제의 양이 많아지기 때문에 첫째로는 드론의 무게 중심 기준의 비행 고도를 낮추고 (각기 다른 드론의 무게중심 기준 비행고도는 드론 형상마다 약간씩 차이가 있기 때문에 비행고도를 특정하기 보다 노즐의 분사 고도를 정량화 하는 것이 규격화에 의미가 있음) 노즐의 분사 위치가 지표면으로부터 1.4~ 1.5 m를 유지할 수 있는 비행을 표준화 할 수 있어야 한다는 것을 의미한다.

: 결론적으로 위에서 언급한 유동의 기본 모델 4가지를 검증하기 위한 실험을 설계하여 수행한 결과 노즐의 위치가 지면으로부터 1400 ~1500mm로 유지되어야 노즐의 유동으로 인해 야기되는 방제형상의 폭이 종모양(Bell Shape)을 최대로 유지하는 것을 확인할 수 있었다. 이는 지면에 도착하는 약제의 최대 방제폭을 의미하고 양쪽 노즐의 최대 방제폭을 위한 노즐 간 위치를 유도해 낼 수 있게 되었다. 양쪽 각 노즐 사이 중심의 살포 중첩선을 기준으로 각 노즐 당 최대 2미터의 폭으로 계산됨으로 3.5~4 미터의 방제폭을 규격화할 수 있다. 위 실험에 대한 실험증명은 다음 그림과 같다.

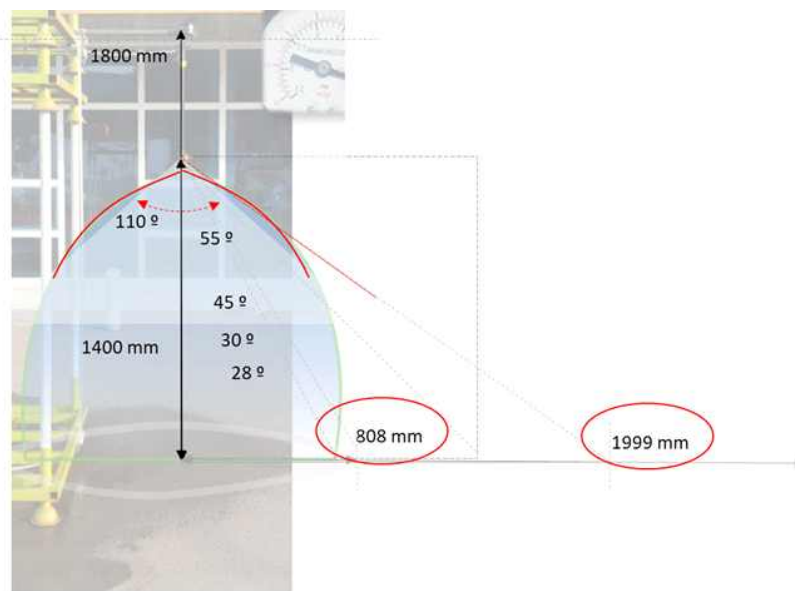


< 노즐의 지면으로부터의 살포 고도에 따른 살포형상 비교 >

위 실험결과 노즐의 살포 형상을 확인하면 유동의 기본 4가지 모델을 약제살포 방제 모델에 적

용한 것이 정확하게 형상 모델링에 부합하는 것을 증명한다. 위 그림에서 좌측 주황색 형상(Shape)은 노즐이 모터의 지표면으로부터의 고도에 밀접한 위치에서의 살포형상이다. 그 외 110도의 최대 분사각을 갖는 노즐을 대상으로 살포형상이 종모양(Bell Shape)을 유지하는 최소한의 지표 고도가 얼마인지를 살포 높낮이를 변화하며 산출하였다.

결론적으로 모터 펌프와 노즐 그리고 드론 모터의 종류와 프로펠러의 종류에 따라서 특성값이 다소 차이는 있겠지만 기본적 형상(Shape)에 대한 오차는 미미할 것이다. 따라서 본 실험을 통해 왜 분사노즐의 기본 분사 형상(Shape)을 계란 모양(Egg Shape)으로 적용해야 하고, 최대 살포폭을 위한 노즐의 지표면으로부터 최소 살포 높이는 약 1.4m에서 1.5m가 규격화되어야 하며, 이때 유효 방제폭 3.2 ~ 4 미터가 정밀 살포 비행을 위한 비행경로의 개수를 산출할 수 있는 효과적 입력 결과라는 것을 증명했다.



< 노즐의 분사 실험을 통한 방제형상 확인 >

위 살포형상을 검증하는 실험을 통해 산출된 1.4 ~ 1.5m 지표고도 기준의 노즐 위치를 기반으로 노즐당 방제폭을 산술적으로 계산하면 다음 표와 같다.

노즐의 높이(지표면 기준)	노즐당 방제폭(Width-mm)	전체 방제폭
1400 mm	약 1616 mm (1.62 m)	약 3.2 m 이내
1500 mm	약 1732 mm (1.73 m)	약 3.5 m 이내
1600 mm	약 1847 mm (1.85 m)	약 3.7 m 이내
1700 mm	약 1962 mm (1.96 m)	약 3.9 m 이내
1800 mm	약 2078 mm (2.07 m)	약 4.14 m 이내

< 노즐 높이 조절에 따른 최적 살포 방제폭 범위 산출 >

위에서 산술적 계산 의한 방제폭의 범위 약 3.2 ~ 4.1m로 선형성을 띄지만 유동 모델 적용과 살포 실험 결과로 입증했듯이 최소 살포 높이 1.4 ~ 1.5 m까지만 유의미한 데이터라 할 수 있다. 따라서 본 시제품의 살포 비행 시 방제 패턴 비행과 비행경로 개수 산출, 비행 살포폭의 중첩도 및 유효 살포폭(Effective Spread Width)을 계산하는데 필요로 한 변수는 1.4 ~ 1.5 m로 사용했다.

실험에 사용한 분사 노즐의 종류는 농업용 상용 방제 드론에 주로 사용되는 노즐 2종류를 대상으로 실험을 수행하였다.



< XR TEEJET 11001 >



< XR TEEJET 110015 >

*** 변량살포를 위한 정밀 방제 모델 산출**

변량살포를 위한 드론 플랫폼의 주안점은 모터 펌프의 사양과 관련된다. 변량살포를 위한 펌프 모터는 다음과 같이 방제 드론에 많이 판매되어 사용되는 2개 기종에 대해 선정하고 적용하였다.



< Hobbywing Pump 8L-V1 >



< Hobbywing Pump 5L-V1 >

각 펌프 모터의 사양은 다음과 같다.

Pump 8L-V1		Pump 5L-V1	
살포성능	8L/min	살포성능	5L/min
제어신호범위(PWM)	110-1940 μs	제어신호범위(PWM)	110-1940 μs
제어보드 신호인가범위	95 ~ 150 Hz(duty cycle)	제어보드 신호인가범위	95 ~ 150 Hz(duty cycle)


이는 제조사에서 제공하는 각 모터 펌프의 성능이고 실제로 PWM 제어신호를 입력하여 10리터의 계량된 물을 탱크에 주입한 후 최대/최소 신호값에 따른 배출량을 각기 실험한 결과값은 다음과 같다.

실험절차

- 비커 2 리터를 계량하여 총 10리터를 액제 탱크에 주입한다.
- 드론의 전원을 인가한다.
- 모터 펌프에 전원과 임무제어 보드에 전원이 인가되는 것을 확인한다.
- PC형 지상통제 S/W(GCS)로 최소 입력 신호 인가 명령을 전송한다.
- 10리터가 모두 분사되는 동안 시간을 측정한다.
- 10리터가 소진되는 시간을 기준으로 최소분사율을 산출한다.

실험구성

- 드론 플랫폼 1 기 시제품 기체
- 컵형 2L 비커 2개
- 초시계(핸드폰 앱으로 사용)
- 지상통제시스템(GCS)

GCS 모터펌프 On/Off 및 펌프 레벨 조절	배수량 계량
	

: 결과내용

위 실험 결과 드론 플랫폼의 신호 최대/최소값을 인가하여 분사량을 각각 총 10리터가 모두 분사 되는데 소요되는 시간을 각각 10회씩 측정하여 평균낸 결과는 다음과 같다.

① TEEJET XR 11001

- 측정값 1 : 각 모터 펌프의 배출량 기록 (최대 입력 신호: 150 Hz, 펌프의 최대 반응 범위)

Pump 8L-V1			Pump 5L-V1		
1회	10 리터 주입	6분 53초(413)	1회	10리터 주입	6분 57초(417)
2회		6분 55초(415)	2회		7분 1초(193)
3회		6분 58초(418)	3회		6분 59초(419)
4회		6분 53초(413)	4회		7분 2초(422)
5회		6분 52초(412)	5회		7분 1초(421)
6회		6분 55초(415)	6회		6분 55초(415)
7회		6분 54초(414)	7회		6분 57초(417)
8회		6분 54초(414)	8회		6분 59초(419)
9회		6분 58초(418)	9회		6분 59초(419)
10회		6분 57초(417)	10회		6분 58초(418)

- 측정값 2 : 각 모터 펌프의 배출량 기록 (최소 입력 신호: 95~100 Hz, 펌프의 최소 반응 범위)

Pump 8L-V1			Pump 5L-V1		
1회	10 리터 주입	7분 0초(430)	1회	10리터 주입	7분 5초(425)
2회		7분 12초(432)	2회		7분 2초(422)
3회		7분 5초(425)	3회		7분 7초(427)
4회		7분 11초(431)	4회		7분 10초(430)
5회		7분 9초(429)	5회		7분 7초(427)
6회		7분 8초(428)	6회		7분 8초(428)
7회		6분 55초(415)	7회		6분 55초(415)
8회		7분 14초(434)	8회		7분 14초(434)
9회		7분 8초(428)	9회		7분 9초(429)
10회		6분 57초(417)	10회		7분 6초(426)

• 실험 1 : 분당 8L 스펙의 펌프

초당 최대분사량: 10리터 대비 평균 413초 소요 평균 약 24.21 ml/sec

분당 최대분사량: 평균 약 1.45 L/min

초당 최소분사량: 10리터 대비 평균 420초 소요 =>평균 약 23.80 ml/sec

분당 최소분사량: 평균 약 1.42 L/min

Pump 8L-V1			
최대 입력신호값(PWM)	150 Hz	분당 분사량	1.45 L/min
최소 반응신호값(PWM)	95 Hz	분당 분사량	1.42 L/min

• 실험 2 : 분당 5L 스펙의 펌프

초당 최대분사량: 10리터 대비 평균 417초 소요 평균 약 23.98 ml/sec

분당 최대분사량: 평균 약 1.43 L/min

초당 최소분사량: 10리터 대비 평균 425초 소요 =>평균 약 23.52 ml/sec

분당 최소분사량: 평균 약 1.41 L/min

Pump 5L-V1			
최대 입력신호값(PWM)	150 Hz	분당 분사량	1.43 L/min
최소 반응신호값(PWM)	95 Hz	분당 분사량	1.41 L/min

② TEEJET XR 110015

• 측정값 1 : 각 모터 펌프의 배출량 기록 (최대 입력 신호: 150 , 펌프의 최대 반응 범위)

Pump 8L-V1			Pump 5L-V1		
1회	10 리터 주입	5분 15초(315)	1회	10리터 주입	5분 21초(321)
2회		5분 12초(312)	2회		5분 13초(313)
3회		5분 8초(318)	3회		5분 22초(322)
4회		5분 11초(311)	4회		5분 19초(319)
5회		5분 9초(309)	5회		5분 22초(322)
6회		5분 12초(312)	6회		5분 21초(321)
7회		5분 10초(310)	7회		5분 25초(325)
8회		5분 14초(314)	8회		5분 19초(319)
9회		5분 8초(308)	9회		5분 22초(322)
10회		5분 12초(312)	10회		5분 20초(320)

• 측정값 2 : 각 모터 펌프의 배출량 기록 (최소 입력 신호: 95~100, 펌프의 최소 반응 범위)

Pump 8L-V1			Pump 5L-V1		
1회	10 리터 주입	7분 8초(428)	1회	10리터 주입	7분 11초(431)
2회		7분 7초(427)	2회		7분 14초(434)
3회		7분 5초(425)	3회		7분 14초(434)
4회		7분 11초(431)	4회		7분 11초(431)
5회		7분 9초(429)	5회		7분 12초(432)
6회		7분 8초(428)	6회		7분 8초(428)
7회		7분 5초(425)	7회		7분 15초(435)
8회		7분 14초(434)	8회		7분 14초(434)
9회		7분 8초(428)	9회		7분 11초(431)
10회		7분 7초(427)	10회		7분 10초(430)

• 실험 3 : 분당 8L 스펙의 펌프

초당 최대분사량: 10리터 대비 평균 310초 소요 평균 약 32.25 ml/sec

분당 최대분사량: 평균 약 1.94 L/min

초당 최소분사량: 10리터 대비 평균 425초 소요 =>평균 약 23.52 ml/sec

분당 최소분사량: 평균 약 1.41 L/min

Pump 8L-V1			
최대 입력신호값(PWM)	150 Hz	분당 분사량	1.94 L/min
최소 반응신호값(PWM)	95-100 Hz	분당 분사량	1.41 L/min

• 실험 4 : 분당 5L 스펙의 펌프

초당 최대분사량: 10리터 대비 평균 321초 소요 평균 약 31.15 ml/sec

분당 최대분사량: 평균 약 1.87 L/min

초당 최소분사량: 10리터 대비 평균 431초 소요 =>평균 약 23.20 ml/sec

분당 최소분사량: 평균 약 1.39 L/min

Pump 5L-V1			
최대 입력신호값(PWM)	150 Hz	분당 분사량	1.87 L/min
최소 반응신호값(PWM)	95-100 Hz	분당 분사량	1.39 L/min

위 실험 결과에 따르면 다음과 같이 드론 플랫폼의 각 노즐별 모터 펌프별 분당/분사량 스펙을 정리할 수 있다.

노즐타입	8L-V1		5L-V1		비고
	최대	최소	최대	최소	
XR11001 노즐	1.45	1.42	1.43	1.41	변량의 범위가 작음
	1.93	1.41	1.86	1.39	
XR110015 노즐	1.93	1.41	1.86	1.39	살포 해상도 상대적 우수
	1.93	1.41	1.86	1.39	

위 표에 따르면 약제 살포에서 변량 가능한 최대/최소 분사량 범위의 폭이 넓을수록 보다 세밀한 살포량을 제어할 수 있는 의미를 나타낸다. 위 실험의 결과 XR11001 노즐의 경우 8L-V1 펌프와 5L-V1 펌프가 크게 변량 해상도에서 차이를 보이지 않았으며, 비교적 XR110015 노즐의 경우 8L-V1 펌프와 5L-V1 펌프가 변량 해상도가 XR11001 노즐을 사용했을 경우보다 우수한 것을 확인하였다.

이로 인해 현재 상용으로 널리 판매되는 방제드론에 장착되는 XR110015 노즐과 하비윙 (8L/5L-V1) 펌프는 가격이 저렴한 수준에서 일정 범위의 살포 성능을 조종자가 수동으로 조절해

서 방제업무를 수행할 수 있도록 구성된 제품이라는 것을 확인할 수 있었다. 결론적으로 일반 상용 방제드론에서 널리 쓰이는 노즐의 타입중 XR110015 노즐은 현재 상용으로 함께 드론에 탑재되어 판매되는 8L-V1, 5L-V1 펌프의 살포 해상도가 위에서 선택한 두 노즐 중 변량 살포 실험에 더 적합하였다.

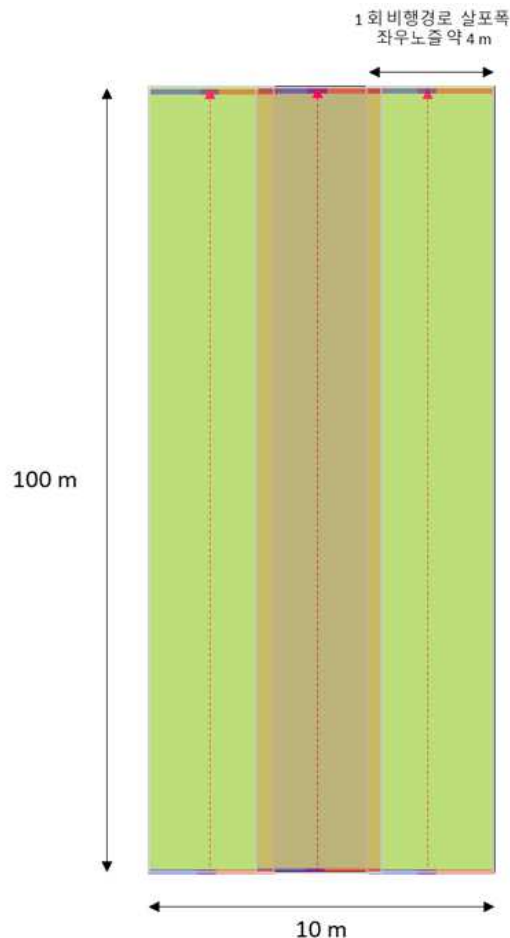
시험에 사용한 노즐의 제조사 스펙과 비교하여 보면 XR 노즐은 분당 0.34 ~ 0.68 L/min으로 제공하는 것에 반해 실질적인 펌프 구동과 통합하여 분사량을 측정하면 공식적인 정보와 일치하지 않고 실제의 경우가 토출량이 더 많았다.

*** 방제살포 모델 적용 및 실증**

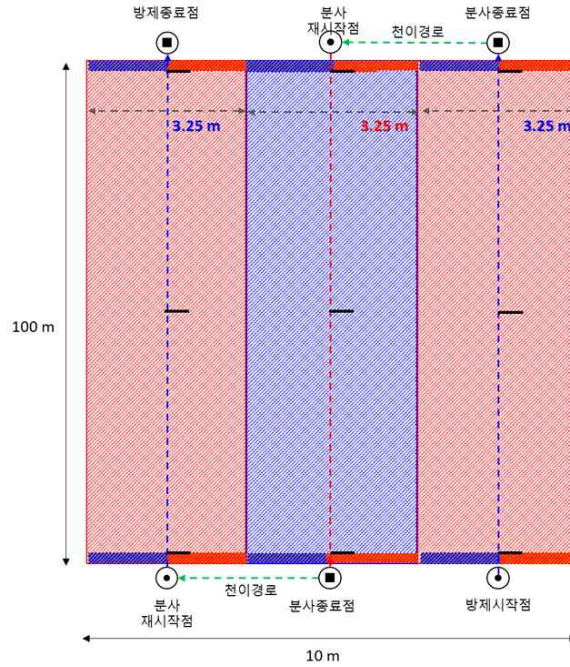
※ 지표기준 고도 1.4 ~ 1.5m - 방제폭 3.2 ~ 4 미터 비행

위 결과를 기준으로 실제 300평(10a) 기준 방제 패턴 비행경로를 분석하면 3.25~4미터 방제폭을 기준으로 총 3 개의 비행경로가 산출된다. 각 비행경로의 방제폭을 최소한으로 중첩하는 것을 최적경로 배치하면 비행경로의 형상은 다음과 같다.

우측 하단으로부터 방제비행 시작점으로 규정하고 제 1 비행경로로 정의하면 1 패스(Path) 비행시 마다 300평 기준 3리터의 약제가 허용되는 규정이라면 1 패스에서의 분사량은 최대 0.7리터가 된다. 총 3 경로의 비행을 100초동안 비행하면 2.1리터의 분사량이 10아르(a) 면적을 분사하는 시스템이다.



< 300평 기준의 방제폭 대비 비행경로 수 산출 결과 >



< 최소 살포폭 기준 비행경로 및 비행 프로파일 위치 선정 >

균일 방제에 있어 비행속도를 3 m/s로 규정하고 비행 살포시험을 다음과 같이 정의한다.

- 총 3개의 경로비행 총 비행시간: 약 100초(약 1분 40초)
- 최소분사량 1.39 L/min 적용: 총 살포량 - 약 2.3L(리터)
- 최대분사량 1.93 L/min 적용: 총 살포량 - 약 3.2L(리터)

따라서 10아르(a)당 약제의 총량을 3리터로 한정 한 것에 따르면 본 드론 플랫폼에 적용한 펌프와 노즐의 살포 성능은 지표에 준하는 기본 변수 데이터는 다음과 같다.

최대 분사량 (1.8 ~1.9 L/min)		최소 분사량 (1.39 L/min)	
총 살포면적	1000 m^2 = 약 300평	총 살포면적	1000 m^2 = 약 300평
비행속도	3 m/s	비행속도	3 m/s
총 비행경로 수	3	총 비행경로수	3
총 비행시간	100초(1분 40초) + α	총 비행시간	100초(1분40초) + α
총 살포성능	약 3.2 L	총 살포성능	약 2.3 L

단, α 에 해당되는 비행시간은 각 경로점마다의 약제를 살포하지 않는 정지비행이 유지되는 시간과 비행 경로점에서 양 끝단에서 좌우 이동 시 걸리는 경로점 천이 비행시간을 포함한다. 개발된 드론 플랫폼에서 평균적으로 측정한 결과 각 경로점마다 멈춤을 유지하는 비행시간은 약 1초이내이고 재분사 지점에 해당되는 경로점까지의 이동하는 천이비행은 최대 약 3초 가량 소요된다. 따라서 10아르(a) 면적 살포를 규정한 위 살포면적 모델링 형상에 따른 비행 경로점을 살펴보면 살포비행 시간을 제외한 기타 멈춤과 천이경로를 따르는 데 필요로 한 총 소요시간은 비행경로점 총 6개 (6초 소요), 천이경로 2 회(6초 소요)로써 위 표에 정의한 α 에 해당되는 소요시간은 약 12초 가량을 추가로 포함한다. 다만 이 시간에는 약제를 살포하지 않지만 비행 중 배터리의 소모가 진행되므로 비행 성능 지표를 산출하기 위해서는 계산되어야 하는 변수임에 틀림없다. 따라서 10아르(a) 면적을 비행하는데 소요되는 예상시간은 총 1분 52초로 약 2분 정도의 비행시간이 정밀농업 스마트 드론 플랫폼의 주요 성능지표를 검증하는데 필요한 종속변수로 정리한다.

*** 약제/입제/영상취득시스템 동시 장착 가능 플랫폼**

앞 장에서 기술한 정밀농업 드론 플랫폼의 방제폭과 형상은 드론에서 일정한 고도 유지가 뒷받침되어야 한다. 기존에 고도 유지는 비행제어기에 가속도센서와 기압센서를 이용하여 초기 고도를 유지한다. 가속도 센서는 적분오차가 누적되는 요인이 발생하고 기압 센서는 드론 프로펠러에 의한 유동의 변화로 기압이 낮게 측정되어 고도 오차에 기인한다. 이에 정밀 RTK GPS를 탑재하여 고도에 1차 반영하고 Garmin 사의 Lite LiDAR V3와 초음파 센서를 전/후방고도 센서로 활용하여 센서 융합을 통한 고도 유지를 적용하는 방식으로 구성하였다.



< 액제통 삽입 구조 >



< 입제통 삽입 구조 >



< 액제통 삽입 >



< 입제 토출구 >



< 비행 테스트 >



< 약제 살포 테스트 >



< 액제통 - 정면 >



< 액제통 - 측면 >



< 입제통 - 정면 >



< 입제통 - 면 >

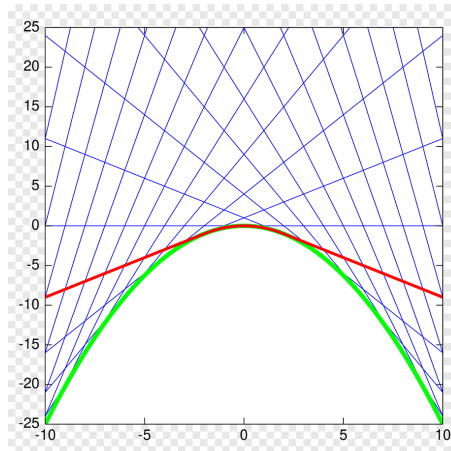


< 영상취득 짐벌 시스템 >

*** 자율비행시 안정성 고려**

앞 장에서 기술한 정밀농업 드론 플랫폼의 방제폭과 살포 형상은 드론에서 일정한 고도가 유지되며 자율비행 시 전/후방 충돌 위험 예측과 위험회피 기능을 통한 안전성이 담보되어야 한다. 일반적으로 사용하는 고도 계산 처리는 비행제어기에서 가속도 센서값과 기압계 센서값을 이용하여 초기 고도를 계산한다. 가속도 센서값을 적용하는 것은 속도와 거리를 계산해내는 로직에서 적분 오차가 누적되는 요인이 발생하고 기압계 센서는 드론 프로펠러에 의한 유동의 변화로 기압이 낮게 측정되어 고도 오차가 발생한다. 이에 정밀 RTK GPS를 탑재하여 고도 계산에 1차 반영하고 Garmin 사의 Lite LiDAR V3 센서와 초음파 센서를 고도를 보정하는 센서로 활용하여 센서 융합을 통한 고도 유지를 적용하기로 하였다. 기본적으로 비행제어기에서의 고도 계산요소는 일정한 고도 유지를 위해서 각 센서 데이터들에 필터를 적용하여 처리하는데 이는 확장형 칼만필터(Extended Kalman Filter, EKF)를 사용하는 것이 일반적이다. 미 항공우주국인 나사(NASA)에서 사용된 필터이며 비선형성 함수를 매순간 미분하여 선형 시스템으로 처리하게 하는 필터이다. 드론 제어 분야에서도 널리 사용되는 필터이다.

매순간 미분이란 의미는 다음 그림과 같이 비선형의 시스템 즉 제어를 담당하는 요소의 계산을 각 도메인 (x축)에서 각 순간 점점에 대한 미분을 수행하는 것을 의미한다. 다시 정리하면 비선형 시스템을 선형 시스템으로 매순간 처리하도록 하는 개념을 말한다.



< 비선형시스템의 순간 미분 개념 >

정밀농업 드론 플랫폼의 비행제어기는 일반적인 드론의 선형 가속도값을 이용하여 고도 변화를 계산하고 스로틀 입력값으로 제어한다. 이때 입력값으로 사용하는 스로틀 값이 현재 고도를 제어토록 하고 이는 흔히 사용하는 PID 제어 로직을 사용한다.



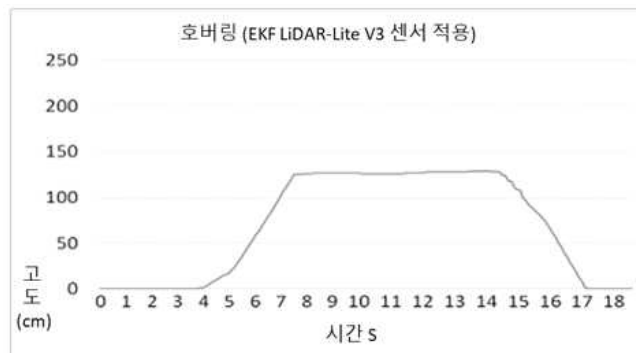
< 호버링 고도 측정 - Only 가속도센서 + 기압계센서 >

아래 그래프는 기존 고도 계산에 사용하는 가속도센서와 기압계 센서로만 사용한 호버링시 고도의 변화를 그래프로 표현한 차트이다. 실제 호버링 고도는 1.5m 상승시킨 후 호버링을 약 5초부터 15초간 수행한 데이터를 차트화하였다.



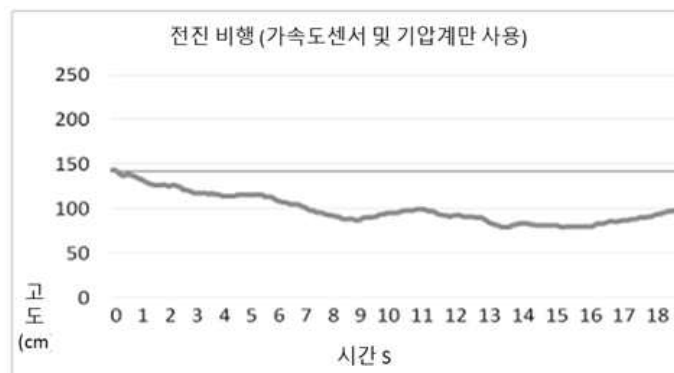
< 호버링 고도 측정 - 가속도 센서 + 기압계 센서 >

실제 지시 고도는 1.5 m인데 반해 실제 비행제어에서 처리되는 고도는 적게는 위아래로 약 50cm이상 오차가 발생하는 결과를 확인하였다. 다음은 Garmin사의 LiDAR-Lite V3를 장착하여 확장형 칼만필터(EKF)를 적용한 후 고도를 계산하도록 한 데이터를 차트로 나타낸 것이다.

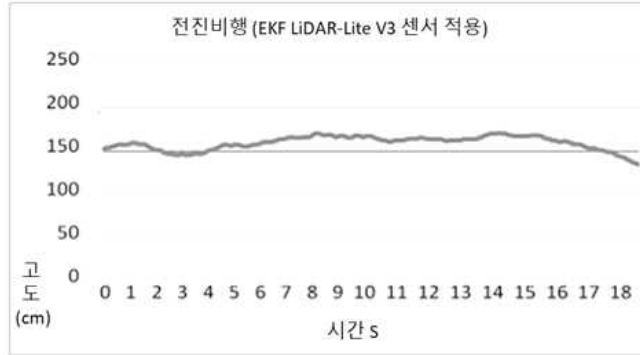


< 호버링 고도 측정 - EKF LiDAR-Lite V3 센서 사용 >

이 두 차트를 비교하면 라이다 센서로 측정된 고도값을 보정신호로 확장형 칼만필터처리(EKF) 고도값이 변화가 크지 않다는 것을 확인하였다. 따라서 실제 방제 비행에서는 호버링이 아닌 전진과 후진 혹은 가로/세로 횡 비행을 수행하는 비율이 호버링보다 많고 실제 가속도센서와 기압계 센서만을 사용하여 GPS로 항법을 수행하면 고도가 다음과 같이 고도 오차가 발생할 수 밖에 없다.



< Only, 가속도센서 + 기압계 센서만 사용한 고도 변화량 >



< 확장형 칼만필터를 적용한 LiDAR-Lite V3 센서를 적용한 고도 변화량 >

결론적으로 드론의 고도를 유지하는 것은 기본 가속도 센서와 기압계 센서만을 가지고 고도를 유지하기란 어렵다. 센서로 유입되는 노이즈와 외란에 능동적인 시스템이 아닌지라 드론의 스로틀을 보정할 수 있는 외부 LiDAR 센서로부터의 수신된 센서값을 활용하여 확장형 칼만필터를 적용해 매순간 보정신호를 찾아 스로틀에 현재 고도가 유지되게끔 PID 제어부에 적용하도록 처리하는 것이 주요했다. 이로써 고도 유지 실험 결과 정밀 농업을 위한 방제드론의 상승과 하강이 보다 정밀한 고도 제어로 방제폭의 설계가 실제 실증비행으로 이루어져 정밀 약제 살포 모델이 구현될 수 있었다.

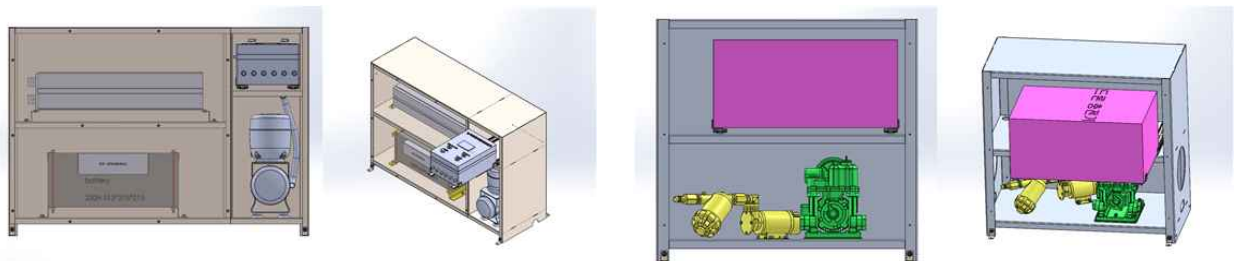
또한 전/후방 비행시 임무지역에서 경로비행 전/후 끝지점에 위치한 비닐하우스 및 펜스 등의 장애물들이 계획된 경로와 중첩이 될 경우 충돌 위험이 예측되기까지 전방 30미터 지점에서부터 인지하고 계획된 비행경로의 마지막 지점까지의 거리까지 5미터 간격으로 거리를 측정하여 최소 5미터 이내로 접근하면 정지비행을 수행한다. 이후 5초이내에 지속적인 장애물 탐지가 계속될 경우 다음 경로점으로 1 m/s로 이동하고 임무 비행을 재 시작한다. 단, 경로선을 바꾸기 위해 좌/우로 이동비행을 할 경우 전면에 지속적인 장애물이 탐지면 장애물의 폭이 지속되는 것으로 판단하여 멈춰 있는 지점과 그 다음 지점의 경로점의 수평 이격 지점으로 경로점을 변경하여 임무 비행을 시작하도록 하였다. 결론적으로 전/후방 위험 예측과 회피에 대한 탐지와 회피성능은 30m 탐지 성능, 전/후방 5미터 간격이내 탐지 구분, 좌/우측 비행 탐지 간격은 1m 성능 수준을 확보하였다.

(4) 방제지원 드론키트 개발

○ 방제지원 드론키트 시작품 개발

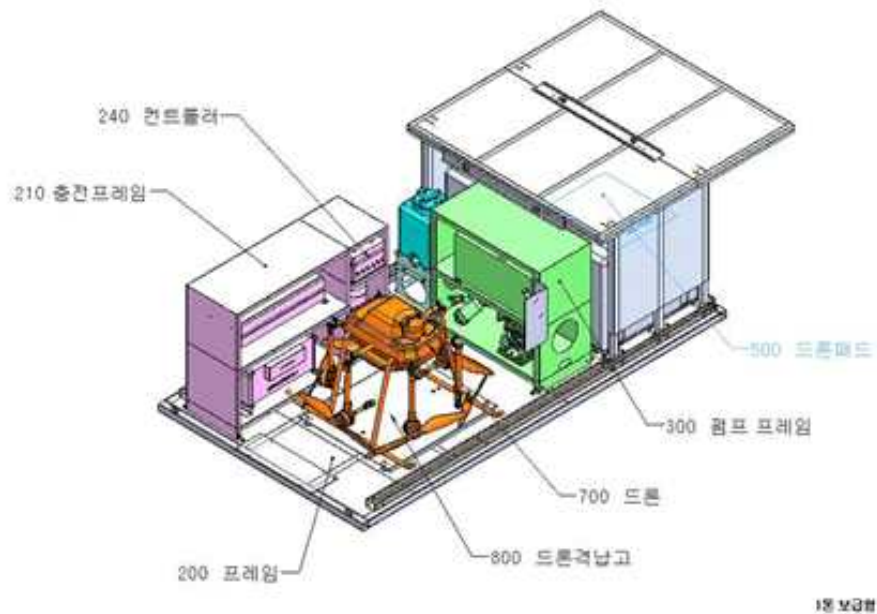
- 드론키트 운반 차량 선정 : 방제지원 드론키트는 차량에 탑재하는 형태로, 시장 환경을 고려하여 2가지 모델을 선정하여 개발함
 - 보급형(개인 대농): 1톤 카고에 탑재하는 형태로 싱글드론 패드형으로 전후진 슬라이드 형태로 운용
 - 전문가형(공동방제단): 3.5톤 (IVECO)에 탑재하는 형태로 턴 테이블형 트윈 드론 패드로 슬라이드 후 회전하여 원 형태로 전개

- 보급형 드론키트



< 제어장치 >

< 펌프 >



1톤 보급형

< 보급형 드론키트 구성도 >

○ 드론키트 사용 시나리오

- * 드론 격납고[800]에서 드론[700]을 작업자가 수동으로 들어서 드론 패드[500]에 올린 후 배터리 교체, 농약 충전 수행
- * 임무 수행에 필요 작업 완료 후, 드론 비행 및 임무 수행 후 귀환 조치
- * 농약 충전이 필요한 경우 약액교반탱크[400]에 농약 투입 후 임무별 적정 희석 비율로 물을 투입 후, 교반컨트롤러[240]를 작동하여 교반
- * 교반된 농약은 드론 농약통에 재충전 시켜 다음 임무 대기
- * 교반에 필요한 물은 드론 패드 밑에 설치되어 있는 물 탱크에서 보급(400리터, 50헥타르 작업할 수 있는 양)

- * 배터리 교체 필요시 충전 프레임에 보관되어 있는 배터리 활용, 배터리 충전 기능도 완비
- 드론키트 실제 형상 / 전시회 참가



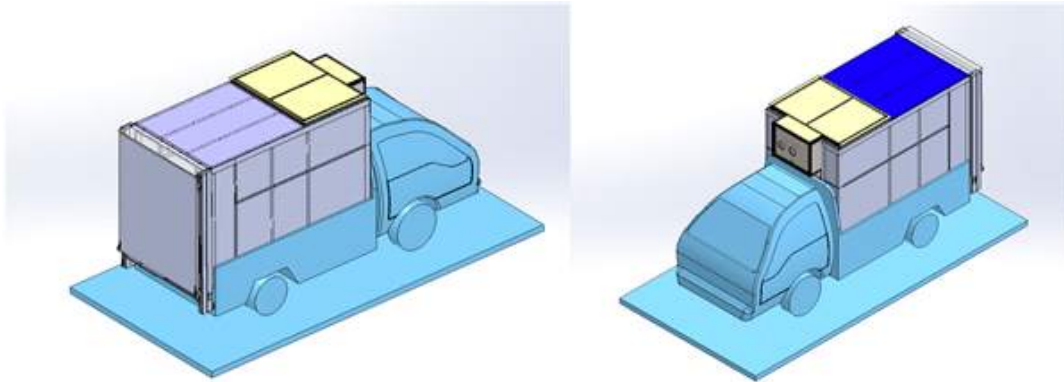
< 차량 탑재 및 드론 탑재 형상 >

< 차량 탑재 형상 (측면) >

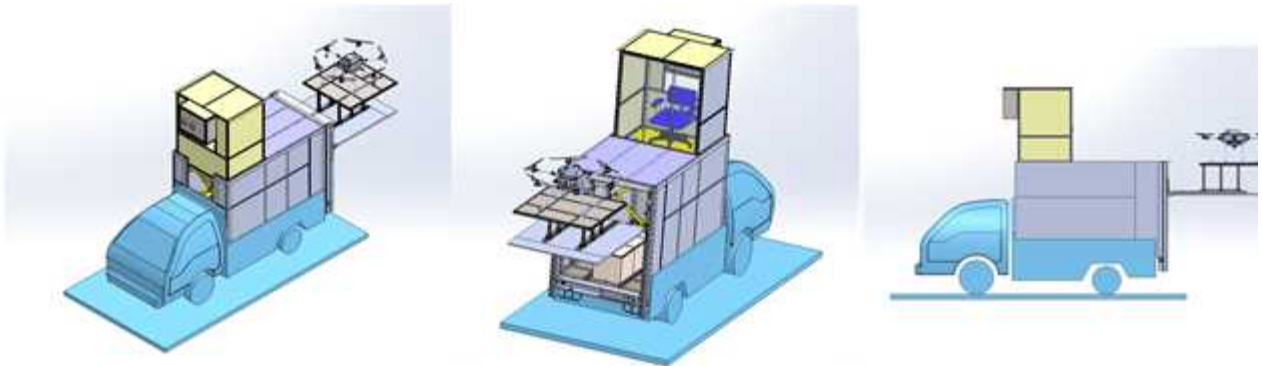
- 보급형 운반 키트 스펙 (적용 대상: 1톤 초장축 차량)

물탱크			
크기	LxWxH	620x760x630	
용량	200L		
개수	2EA		
교반 탱크			
용량	20리터		
재질	PE		
에어 컴프레서			
모터	1hp	220V	
크기	LxWxH	400x470x140	
탱크 용량	10L		
개수	1EA		
급수 펌프			
출력	72W	24V	DP015N-24
토출량	15L/min		
구경	15A		
개수	1EA		
약액 급수 펌프			
출력	200W	220V	PW-350SMA
최대양수량	1440L/min		
최대허용압력	5Bar		
개수	1EA		
배터리			
용량	12V 230Ah		
크기	LxWxH	512x275x215	
개수	1EA		
인버터			
용량	12V 8000W		
크기	LxWxH	225x650x156	
개수	1EA		

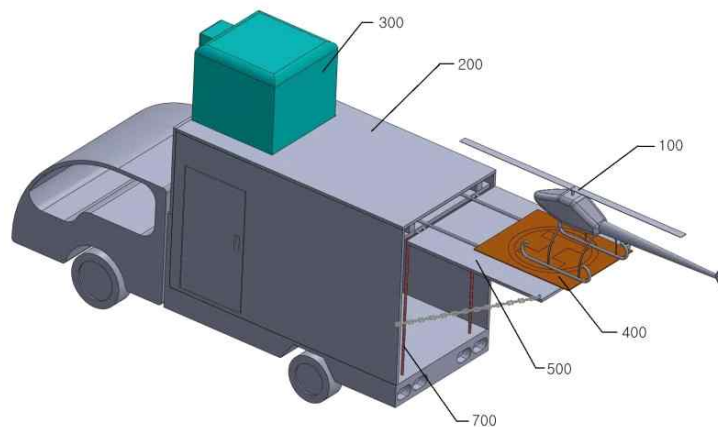
- 전문가형 드론키트



< 드론키트 투시도 >



< 드론패드 전개도 >



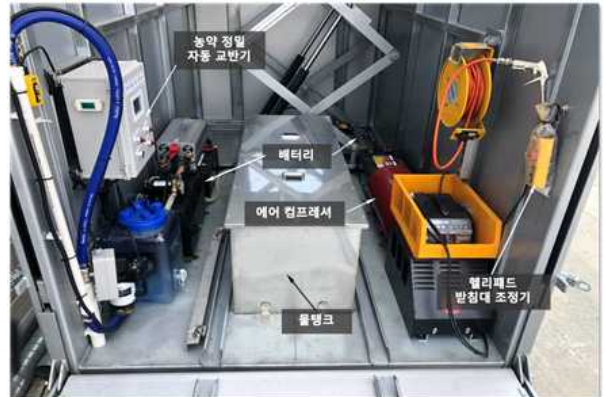
< 주요 구성 >

o 드론키트 구성

- * 지상 통제실[300]: 최대 지상고 4,400mm, 최저 지상고 2,900mm의 구조로 냉난방 장치, 자외선 차단 시설, 방송/무전 시설, 방탄 구조, 좌식 조종 시스템, 상하 높이 조절 구조 등을 구비하여 쾌적한 방제작업 실현
- * 헬리패드(Helipad)[400]: 격납고[200]에서 발착장[500]으로 드론[100]를 이동시키는 장치
- * 리프트 [500] : 격납고의 개폐(문) 역할과 헬리패드 상승/하강 기능을 가진 장치
- * 격납고 [200] : 드론 보관과 방제약, 연료, 점검/정비/세척 장치를 구비하는 공간

* 최대 적재량 : 최대적재량 1,000kg 내외로 안전운행 담보

o 드론키트 실제 형상



< 드론키트 내부 조종자석 >

< 교반장치 등 구성품 >



< 드론키트 차량 후면 >

< 드론키트 차량 후측면 >

- 고급형 드론키트 스펙

Cabin			
크기	LxWxH	1428x1019x1414	
Cabin 리프트	최저	300	
	최고	1740	
리프트 파워팩	모터	12V, 1.6Kw	
	펌프	1.1 cc/rev	
	압력	140bar	
	탱크	5 Liter	
리어 도어			
크기	LxWxH	1890x1620x40	
리프트	최저	100	
	최고	2080	
물탱크			
크기	LxWxH	1500x500x490	
용량	400L		
재질	SUS304		
교반 탱크			
용량	20리터		
재질	PE		

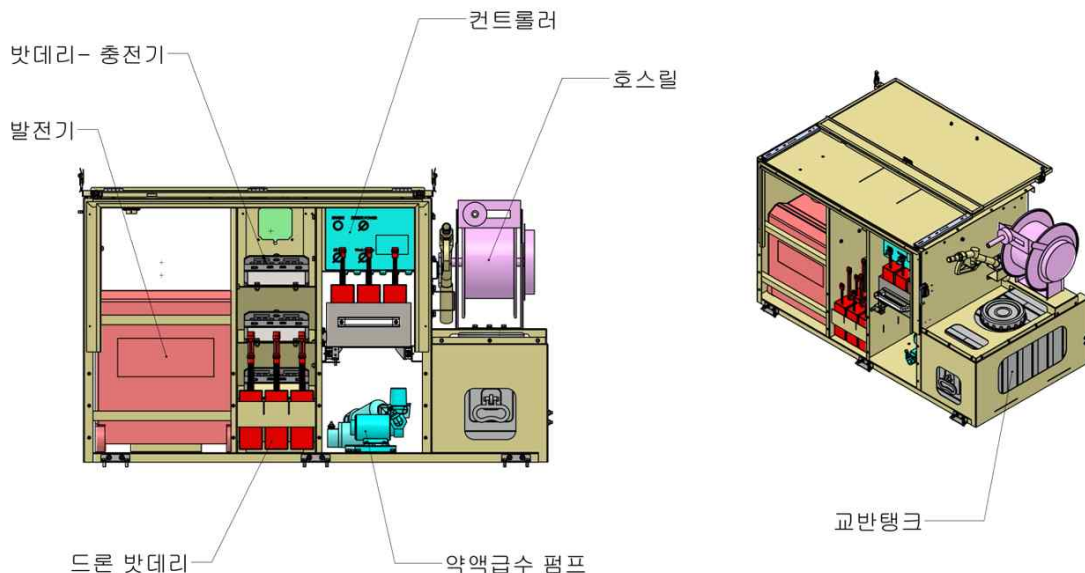
에어 컴프레서			
모터	1hp	220V	
크기	LxWxH	400x470x140	
탱크 용량	10L		
개수	1EA		
급수 펌프			
출력	72W	24V	DP015N-24
토출량	15L/min		
구경	15A		
개수	1EA		
약액 급수 펌프			
출력	200W	220V	PW-350SMA
최대양수량	1440L/min		
최대허용압력	5Bar		
개수	1EA		
배터리			
용량	12V 230Ah		
크기	LxWxH	512x275x215	
개수	1EA		
인버터			
용량	12V 8000W		
크기	LxWxH	225x650x156	
개수	1EA		

○ 방제지원 운용키트 고도화 개발

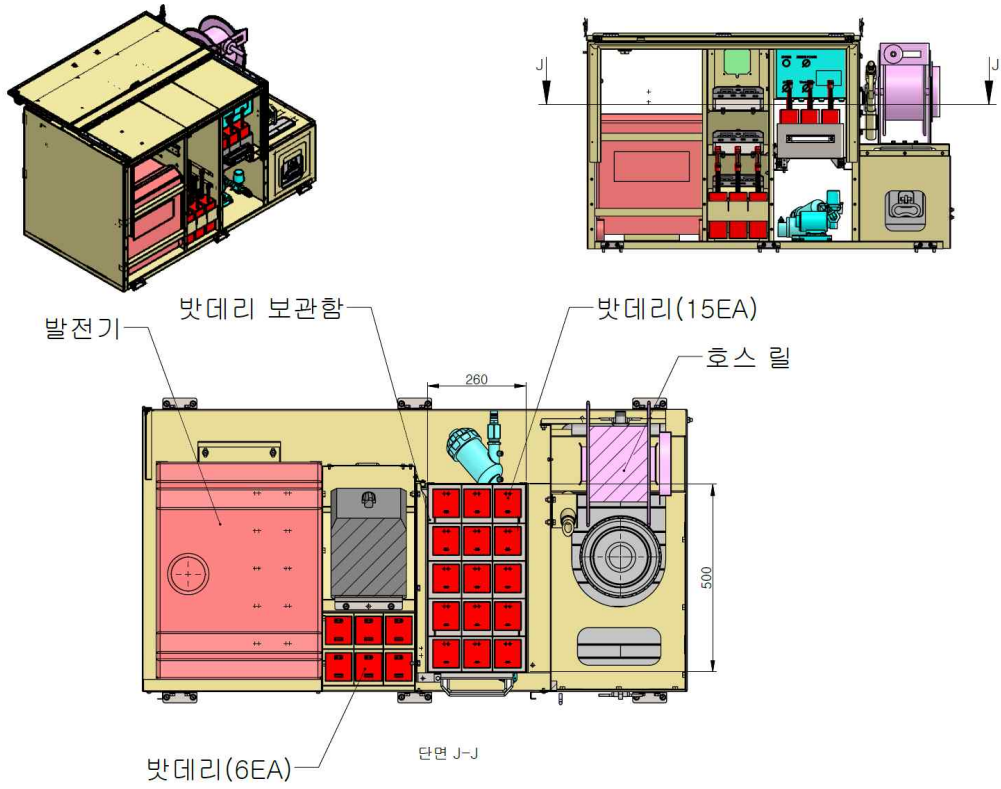
- 배터리 충전 시스템 개선 : 초기에 개발했던 드론 키트를 자체 방제/파종 작업에 투입해서 테스트 했던 결과와 2019년 상주농업기계박람회 출품에서 받았던 피드백을 바탕으로 사용성은 높이고 제작 비용은 줄이는 방향으로 개량/개선을 하였음

AS IS	<ul style="list-style-type: none"> • 12V 230Ah대형 배터리를 이용해 드론용 배터리를 충전했음 • 12V 230Ah대형 배터리는 차량 엔진의 파워를 이용해 충전
문제점	<ul style="list-style-type: none"> • 드론용 배터리 충전용 배터리를 충전시키기 위해 차량을 계속 공회전을 해야 함 • 이에 따른 지속적인 차량 매연가스 방출 • 12V 230Ah대형 배터리는 충방전을 계속함에 따라 충전 효율이 저하되었음. • 12V를 220V로 승압해서 드론 배터리를 충전해야 했기 때문에 인버터(8kW) 등 추가적인 장비가 소요되었음. • 배터리 to 배터리 충전은 충전 속도가 저하되는 문제가 있었음 • 기존 드론 충전기는 배터리 보관, 충전 겸용으로 8ea 보관가능
개선 사항	<ul style="list-style-type: none"> • 차량 내에 최대 출력 3.5kW, 연료 탱크 용량 10리터인 발전기를 설치 • 차량 내에 동시에 6개의 드론용 배터리 충전이 가능한 드론 배터리 충전기 설치 • 차량용 발전기에서 필요시에만 발전기를 가동하여 배터리를 충전. • 발전기는 12V 230Ah배터리보다 드론 배터리 충전용 장치로서 내구성 및 효율성이 높음

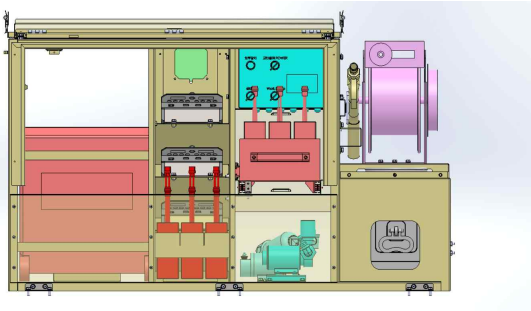
○ 배터리 충전 개선 사항 도면



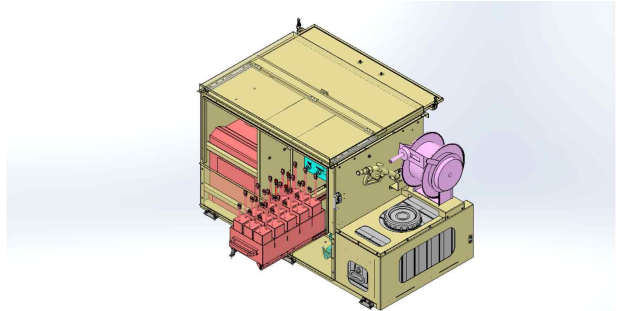
< 배터리 충전기, 발전기 및 교반통 >



< 발전기, 배터리 충전기, 배터리 보관함 >



< 발전기 및 배터리 보관대 정면도 >



< 배터리 보관대를 빼낸 모습 >

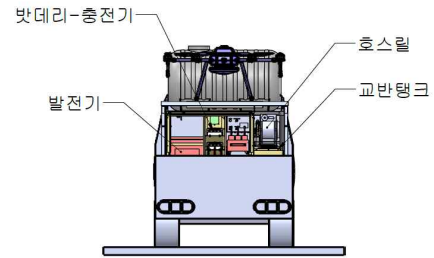
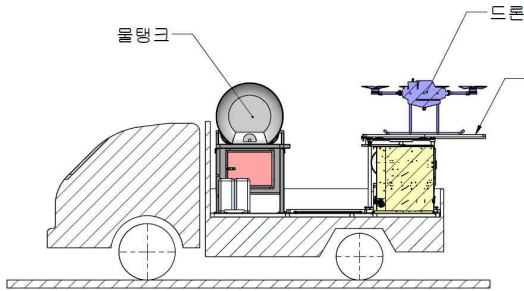
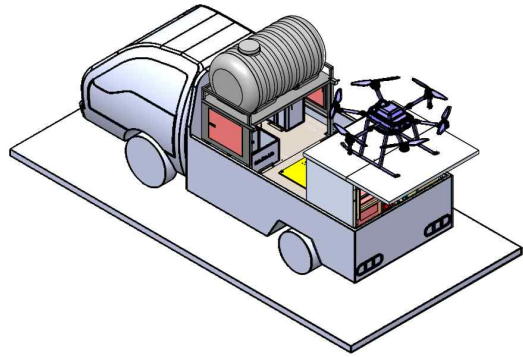
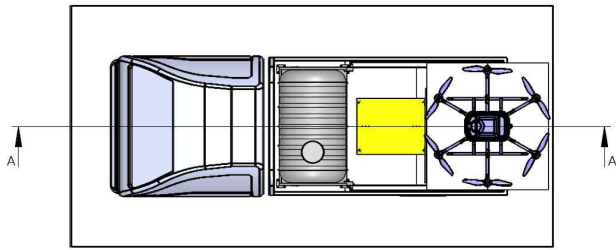


< 충전시스템 후면 >

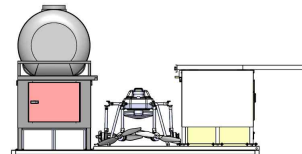
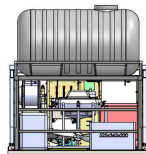
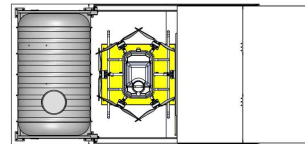
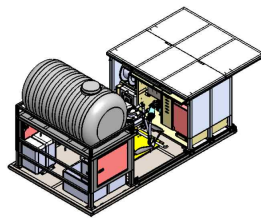
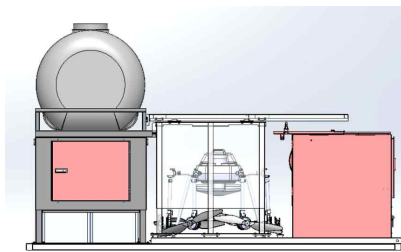
- 드론 키트 내 공간 활용성 증대

AS IS	<ul style="list-style-type: none"> • 드론 내 가장 많은 공간을 차지하는 400리터 용량의 물 탱크를 차량 후미에 설치 • 드론 격납 공간은 중간에 배치 • 드론 패드는 차량 전면과 중간에 걸쳐 배치하였음
문제점	<ul style="list-style-type: none"> • 드론 패드가 차량 전면에 배치됨으로서 드론 운전자 입장에서는 차량 운전석과의 근접성 문제 등으로 드론 이착륙에 상당한 심적 부담감을 느낌. • 그리고 물 탱크 용량 400리터 짜리를 1톤 트럭 후면에 배치함으로서 무게 중심 등의 문제로 후면 물 탱크 아래의 공간을 충분히 활용하기가 어려웠음 • 물 탱크 아래 공간 활용이 여의치 않음에 따라 각종 장비를 차량 내 적재 공간에 분산해서 배치하게 됨에 따라 작업의 효율성이 떨어졌음
개선 사항	<ul style="list-style-type: none"> • 1,00리터 용량의 물 탱크를 운전석 뒤로 이동시켜 전면 배치함에 따라 안정화된 무게 중심을 활용할 수 있게 되어 물 탱크 아래 적재 공간을 확대시킴 • 물 탱크 아래 적재 공간에 발전기용 여분의 휘발유를 담을 수 있는 휘발유 통, 농약 빈병 수거함 및 농약 등 하루 중 상대적으로 이용 빈도가 떨어지는 재료 및 장치를 배치 • 물 탱크의 높이를 높임으로서 추가적으로 확보된 공간을 활용해 대형 드론도 탑재가 가능해짐 • 드론 키트 후면에 배터리 충전용 발전기, 배터리 충전기, 농약 교반 장치 등 작업 중 사용 빈도가 높은 장치를 집중 배치함으로서 작업 효율성 증대

o 공간 활용성 개선 사항 도면

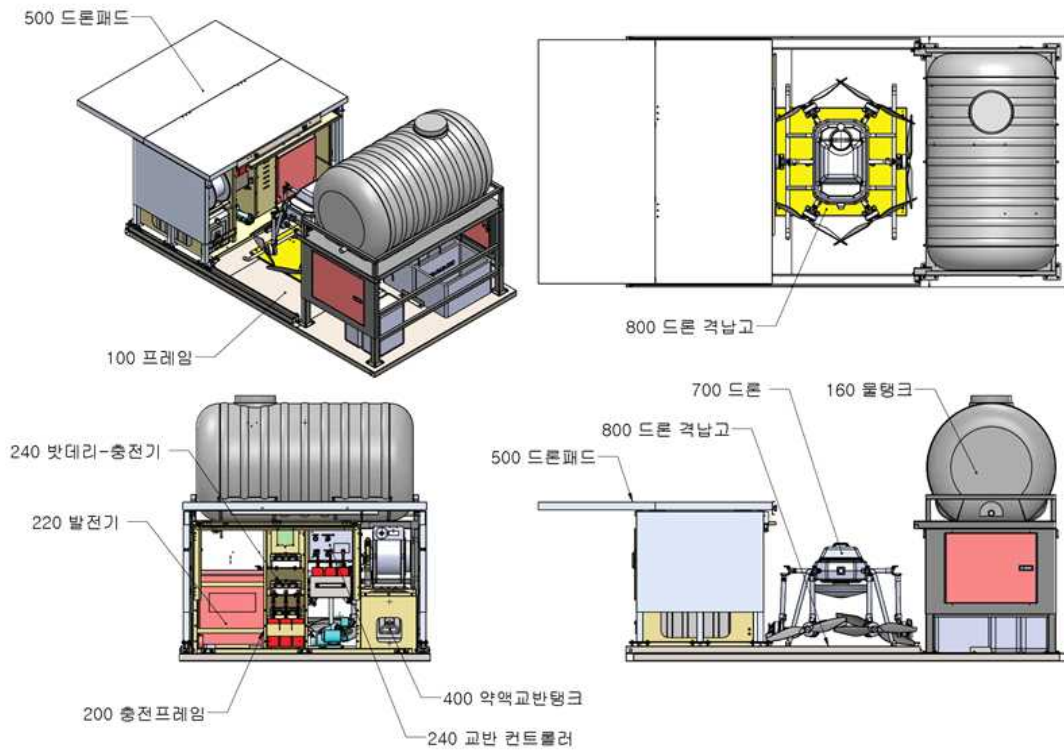


< 물탱크 위치 이동으로 공간 확보 >



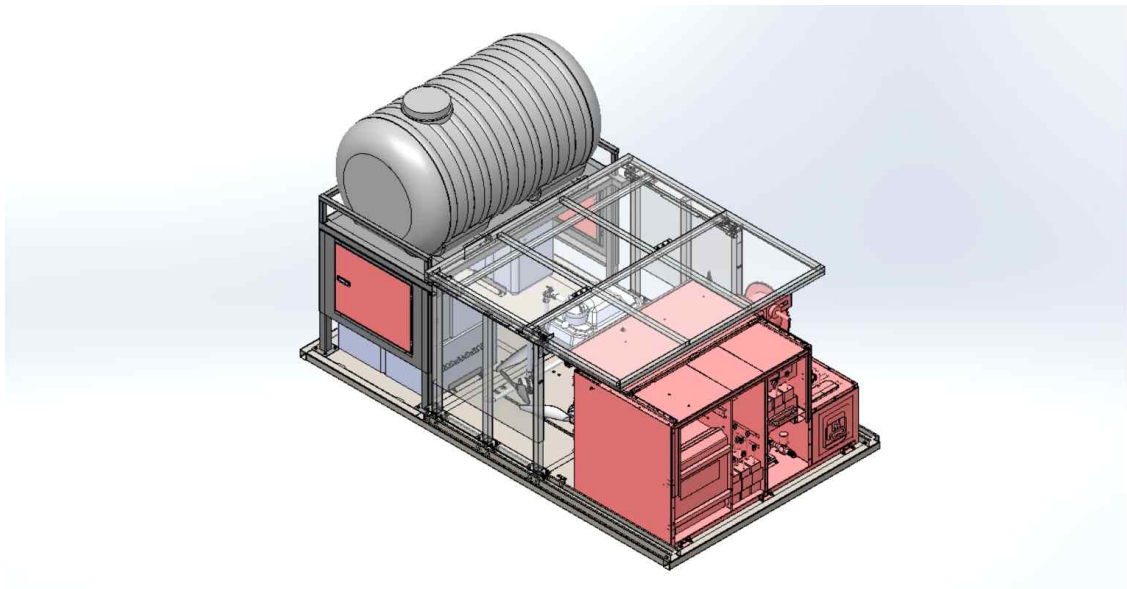
< 측면도 >

< 드론 키트 공간 배치도 >

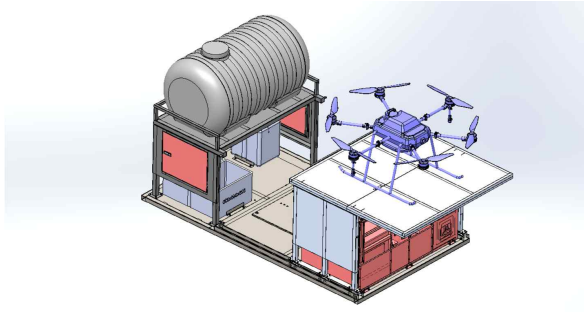


< 드론 키트 공간 명칭 >

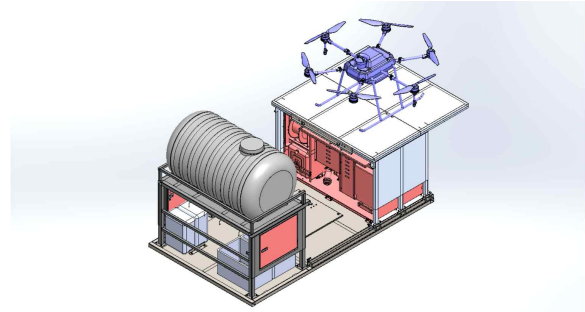
* 물 탱크 전면 배치(운전석 바로 뒤), 물 탱크 설치 높이를 높임, 배터리 충전기/발전기/교 반장치 등 사용 빈도가 높은 장치 후면 배치, 드론 중간 격납, 드론 패드를 중간에서 작업 시 후면으로 이동 배치



< 배치도 >



< 드론 탑재도 (차량 후면에서 투사) >



< 드론 탑재도 (차량 정면에서 투사) >

* 드론키트 실제 모습 : 중간의 빈 공간은 드론이 탑재되는 공간, 백색 패널은 드론 패드, 드론 패드 아래 공간에 발전기, 충전기, 교반 장치 배치, 적색 프레임 위에 물통 배치, 상자 내에 연료, 농약통 등 사용 빈도가 상대적으로 떨어지는 장치 배치



< 드론 키트 실제 탑재 사진 >



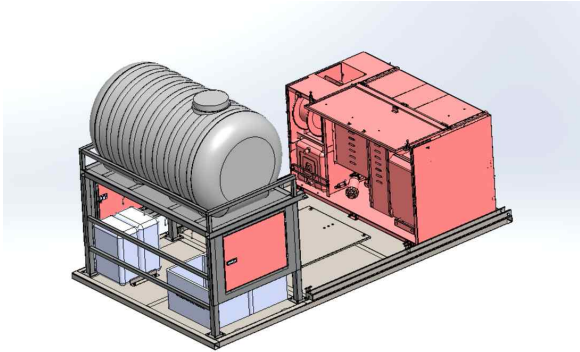
< 드론 키트 차량 탑재 사진 >

- 농약 교반 작업의 효율성 증대

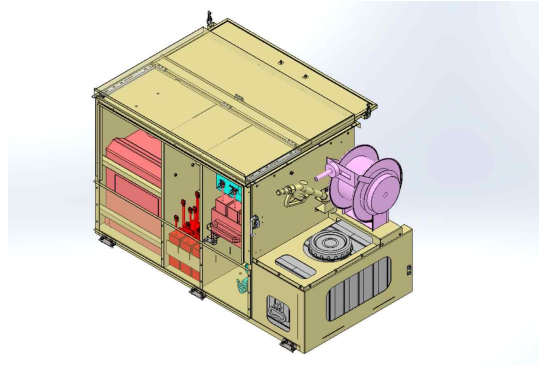
AS IS	<ul style="list-style-type: none"> • 20리터 용량의 농약 교반통을 설치하여 농약과 물을 자동으로 혼합하여 사용 중으로 기존에 작업자가 농약과 물을 20리터 통에 섞고 인력을 이용해서 혼드는 작업 대비 효율성을 향상시켰음 • 드론에 방제 약액을 키트에 있는 호스와 주유건을 이용해 투입하기 위해서는 드론을 드론 패드에 거치한 상태에서만 가능했음
문제점	<ul style="list-style-type: none"> • 드론 평균 비행시간이 약 5분 단위이므로 5분 단위로 계속해서 교반통에서 농약을 섞어주는 작업을 해야 함에 따라 작업자의 작업 부담이 컸음 • 농약을 섞어주는 작업을 하기 위해서 교반통에 5분마다 물과 농약을 투입하고 교반통을 가동해야 했음 • 드론 패드 위에 있는 드론에 방제 약액을 공급하기 위한 호스, 주유건의 길이 제약으로 드론에 달려있는 농약통에 농약 주입을 할 수 있는 장소가 드론 패드로 한정되어, 숙련된 운전자 외에는 활용하기 어려운 면이 있었음
개선 사항	<ul style="list-style-type: none"> • 교반통 용량을 100리터로 확대하여 한번에 5분 비행분의 농약을 준비할 수 있게 함에 따라 작업의 효율성을 증대시키고 작업자의 작업 부담을 경감시킴 • 또한 교반통 내에 펌프를 설치하여 농약과 물의 혼합 작업의 효율성을 기존 방식 대비 향상시킴

	<ul style="list-style-type: none"> • 드론 패드 위, 드론 패드에서 10m 반경을 벗어난 경우에도 드론에 방제 약액을 공급할 수 있도록 호스릴과 주유건 장착하여 교반액 투입의 효율성을 높임
--	--

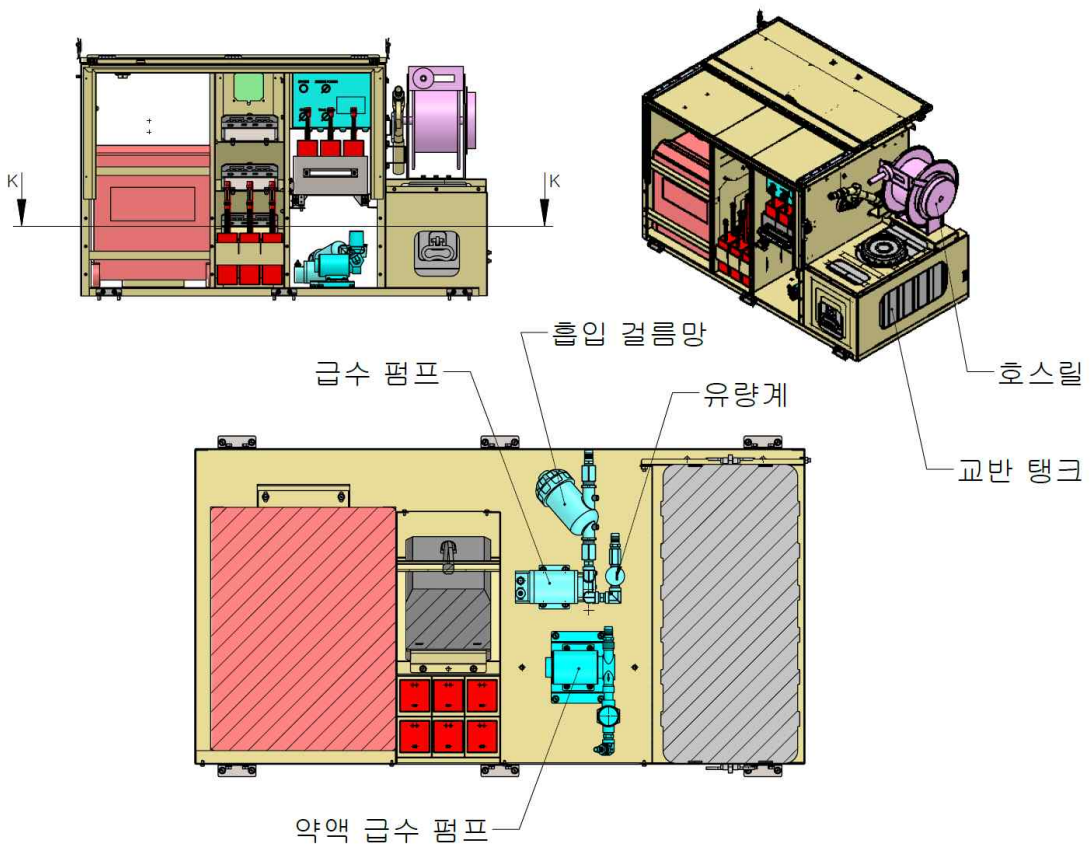
* 농약 교반 작업의 효율을 위해 교반장치 후면 배치, 교반탱크/호스릴 우측 배치



< 교반장치 후면 배치 (차량 정면에서 본 그림) >

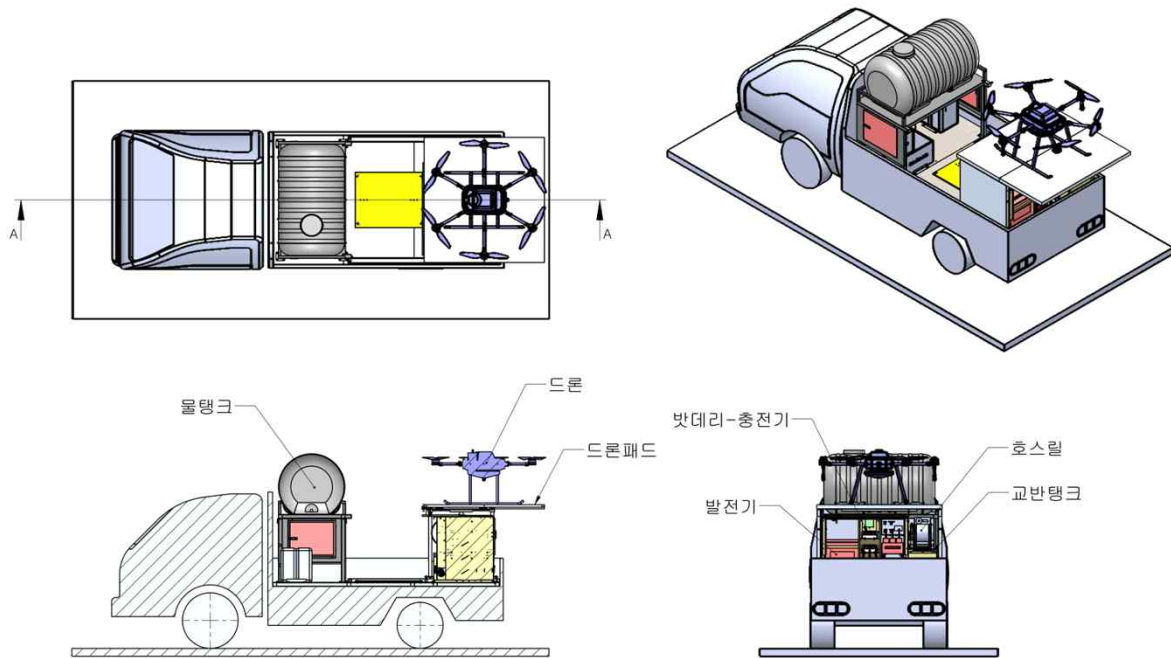


< 교반탱크/호스릴 우측 배치 >



< 농약 교반 작업 상세도 >

○ 개선 후 드론 키트 전체 구성도



< 전체 구성 설계도 >

- 사용자 피드백에 따른 개량 개선

○ 드론 키트 가격

AS IS	<ul style="list-style-type: none"> 최초 제작한 전문가형은 차량 가격을 제외하고도 생산 원가를 보장하기 위해서는 약 4,000만원 대 수준에서 판매가격을 형성할 수밖에 없는 상황이었음
문제점	<ul style="list-style-type: none"> 전시회 참가(2019년 상주박람회) 및 전문 드론 방제단과의 인터뷰를 통해 가격대가 2,000만원을 넘지 않는 수준에서 구매 의향이 가장 높았음을 파악함 4,000만원대 가격 수준에서 구매 의향을 가진 사용자는 비율이 극히 낮아 소수 소비자를 대상으로 생산을 한다하더라도 수지타산을 맞추는 것이 불가능함
개선 사항	<ul style="list-style-type: none"> 2차년도에 가격대를 낮추기 위해 보급형 드론을 1차 제작하였으나 실제 운용 및 전문 방제단의 피드백을 통해 상기와 같이 설계를 변경하여 추가 제작하였음 현재 버전의 드론 키트는 시장에서 원하는 수준인 2,000만원 이하 가격대를 충분히 맞출 수 있음

○ 드론 키트 자동화 수준

AS IS	<ul style="list-style-type: none"> 드론 패드 이동 등의 자동화 장비를 채용하였으나 작동 시간은 숙련자가 수동으로 하는 것보다는 다소 길게 소요되었음
문제점	<ul style="list-style-type: none"> 사용자가 원하는 작업 속도가 나올 수 있게끔 자동화 속도를 높이기 위해서는 대폭적인 원가 상승 요인이 발생함 그리고 자동화 수준을 높일수록 고장 발생 및 오작동에 대처하기가 어려워질 확률이 높아져 결과적으로 유지보수 비용이 상승할 가능성이 커짐

개선 사항	<ul style="list-style-type: none"> • 타협점으로 작업자의 동선을 최소화하는 방식으로 수동 작업의 효율성을 높여 드론을 활용한 농작업에 걸리는 시간을 단축시켰음 • 작업 빈도에 따른 장비 배치 (물통의 전면 배치, 드론 적재함의 중간 배치, 드론 패드의 중단~후단에 걸친 배치, 배터리 충전장치 및 교반장치의 후면 배치 등)
-------	--

- 드론 키트 주요 구성품 스펙 (1톤 초장축 차량 탑재)

o 물 탱크

크기	LxWxH	1430x820x780		수평형 물 탱크
용량	liter	1000		
재질		PE		
중량	kg	20.5		
개수	EA	1		

o 교반 탱크

크기	LxWxH	710x330x340		수평형 물 탱크
용량	liter	100		
재질		PE		
개수	EA	1		

o 급수 펌프

출력	W	72	12V	DPO 15N-12
토출량	liter/min	15		
구경	A	15		
개수	EA	1		

o 약액 급수 펌프

출력	W	96	12V	TMC-06201
토출량	liter/min	25		
구경	A	8		
크기	LxWxH	169x120x97		
개수	1EA			

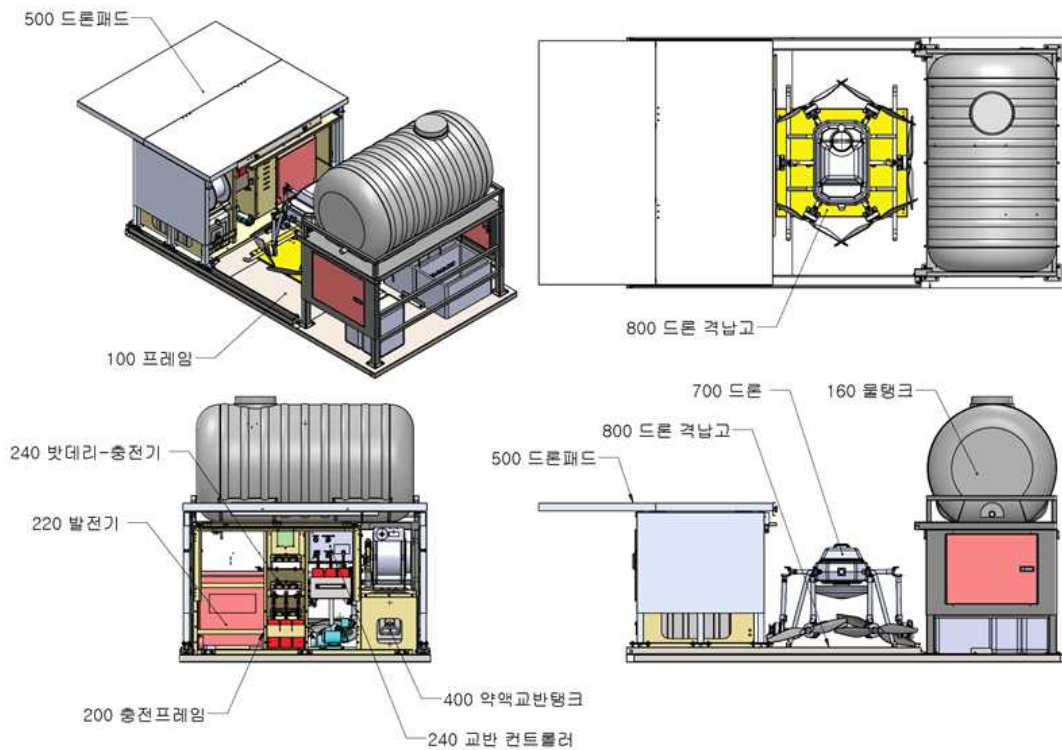
o 배터리 충전기

압력 전압	V	100~240		Dagon 1080
최대 출력율	W	1080	(540W*2)	
충전 전류 범위	A	1.0~20 * 2		
충전 배터리 종류		전지(LiPo)/LHV		
크기	LxWxH	272x202x119		
개수	EA	3		

○ 발전기

최대 출력	kW	3.5		HD-LC 3500
탱크 용량	liter	10	회발유	
크기	LxWxH	578x440x510		
중량	kg	45		
개수	EA	1		

- 기능 및 작동 순서



< 드론 키트 공간 명칭 >

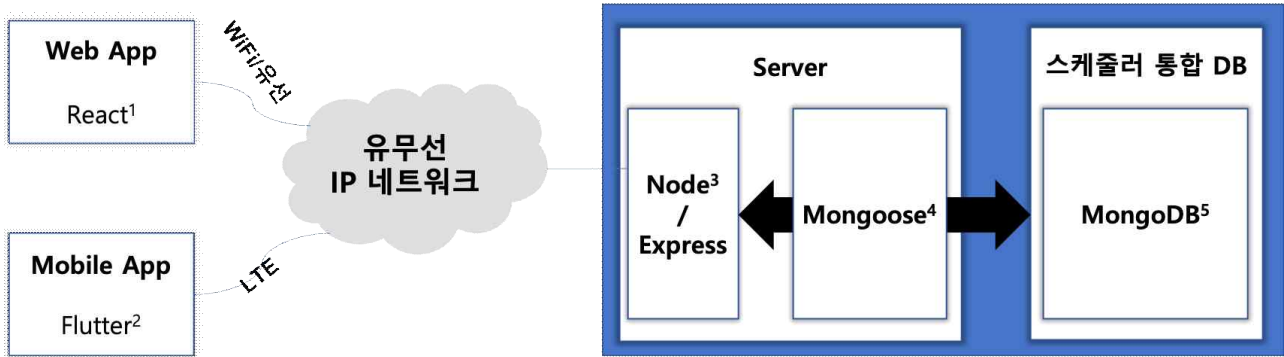
- 드론 격납고[800]에서 드론[700]을 작업자가 수동으로 들어서 드론 패드[500]에 올린 후 배터리 교체, 농약 충전 수행
- 임무 수행에 필요 작업 완료 후, 드론 비행 및 임무 수행 후 귀환 조치
- 농약 충전이 필요한 경우 약액교반탱크[400]에 농약 투입 후 임무별 적정 희석 비율로 물을 투입 후, 교반컨트롤러[240]를 작동하여 교반
- 교반된 농약은 드론 농약통에 재충전 시켜 다음 임무 대기
- 교반에 필요한 물은 드론 패드 밑에 설치되어 있는 물 탱크에서 보급(400리터, 50헥타르 작업할 수 있는 양)
- 배터리 교체 필요시 충전 프레임에 보관되어 있는 배터리 활용, 배터리 충전 기능도 완비

(5) 드론 작업(방제/시비 등) 스케줄러 개발

○ 스케줄러 개발

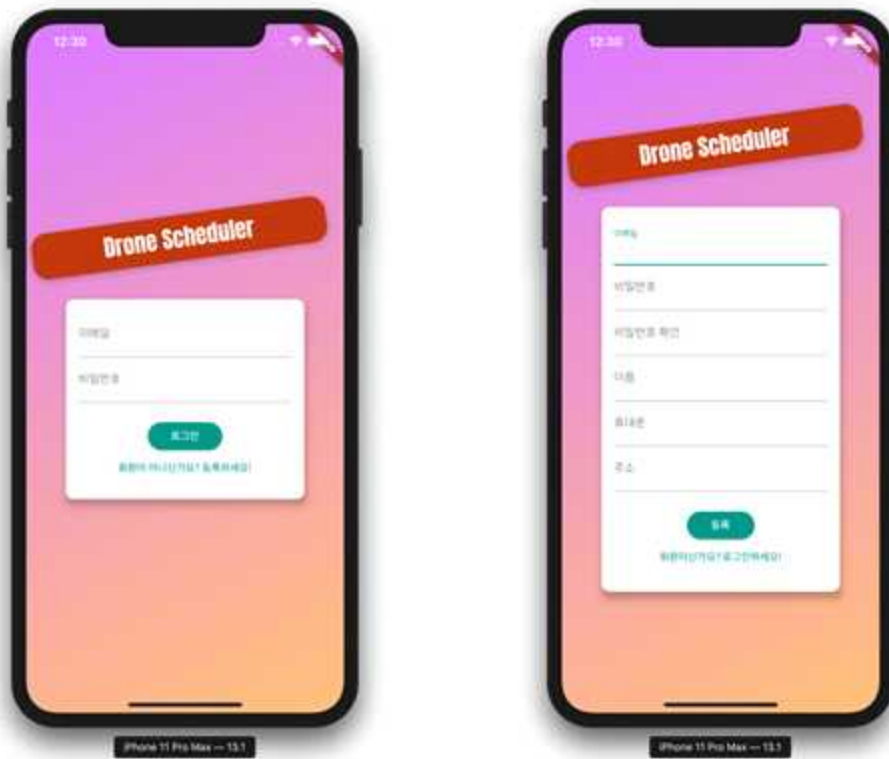
- 이해당사자 (stakeholder) 정의
 - 드론 서비스 제공자 : 드론을 활용한 농약살포, 파종, 작황파악을 위한 촬영 등의 서비스를 제공하는 서비스 공급자로 드론 관리 기능 필요
 - 드론 서비스 사용자 : 농민, 농업법인 등 영농을 수행하는 주체로서 농약살포, 파종, 작황파악 등에 드론을 활용하고자 하는 수요자
 - 시스템 운영자 : System administration 업무 수행
- 당사자별 요구사항
 - 서비스 제공자 : 회원 등록, 로그인, 프로파일 관리, 드론 정보 관리, 드론 작업 관리, 드론 작업 입찰, 계약 관리 등
 - 서비스 사용자 : 회원 등록, 로그인, 드론 작업 입찰, 드론 작업 관리
 - 시스템 운영자 : 로그인, 사용자 프로파일, 모든 기능에 대한 수정/삭제/등록/검색 기능, 각종 통계
- 개발 환경 구성 원칙 정립
 - 성능이 입증되었고 issue tracking이 꾸준히 이루어지고 있는 오픈 소스 활용
 - Deployment는 PaaS(Heroku, Amazon 등) 활용
- 개발 환경
 - 개발 장비 : Mac
 - IDE: vscode
 - DB: MongoDB
 - ORM: Mongoose
 - 서버: Node, Express
 - REST: GraphQL
- DB Model 설계
 - User: admin(시스템관리자), customer(드론 고객), employee(드론 회사 직원)
 - DroneCompany: 드론 서비스 제공 회사, employee와 1:N 관계
 - Drone: 서비스 제공에 활용되는 드론, DroneCompany와 1:N 관계
 - Contract: customer 와 DroneCompany 와의 작업 계약
- Screens
 - 로그인 화면(공통)
 - 사용자 등록 화면(공통)
 - 프로파일 관리 화면(공통)
 - 드론 작업 신청 입찰 화면(서비스 사용자)
 - 드론 작업 신청 입찰 검색 화면(서비스 제공자)
 - 드론 등록, 검색, 삭제, 수정 (서비스 제공자)
 - 드론 입찰 히스토리 관리 (서비스 사용자, 서비스 제공자)

- 드론 스케줄러 시스템 구성

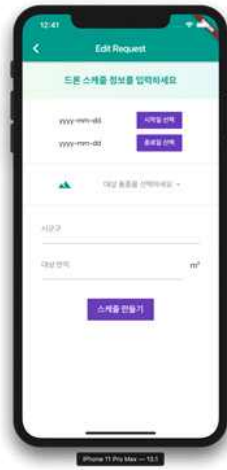
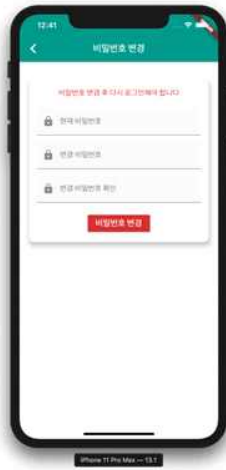
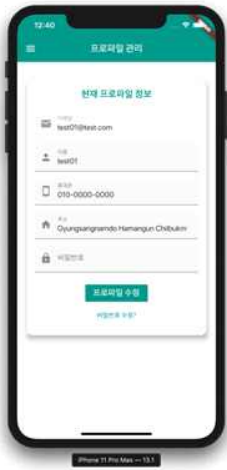


1. React: Facebook에서 만든 Open Source JavaScript Web Library,
2. Flutter: Google에서 만든 cross platform mobile framework
3. Node/Express: Open Source Web Server Framework,
4. Mongoose: JavaScript ORM, 6. MongoDB: Open Source No SQL Database

- 드론 스케줄러 앱 화면



< 드론 인증 (로그인 / 등록) 화면 >



< 드론 프로파일 관리 화면 >

< 드론 스케줄 리퀘스트 / 메인 메뉴 >

○ 스케줄러 기능 개선

- 드론을 활용한 방제/파종 등이 점차 확대되는 추세에서 비즈니스 모델을 상정하고 관련 기능을 개발하여 실제 현장 작업자의 피드백을 받고 변경 개발을 수행하였음.

- 향후 유지보수 및 기능 추가의 용이성 확보를 위해 데이터베이스 및 모바일 플랫폼 전면 교체
o 기존

- * NoSQL인 MongoDB 데이터베이스와 mongoose ORM을 사용

- * facebook에서 개발한 mobile cross platform인 react native 기반으로 모바일 앱 개발

o 변경

- * SQL인 PostgreSQL 데이터베이스와 Sequelize ORM 사용

- * google에서 개발한 mobile cross platform인 flutter 기반으로 모바일 앱 개발

o 변경 사유

- * 본 서비스는 다수 relationship이 존재해서 NoSQL보다는 SQL이 개발에 더 용이

- * flutter에서는 구글 material design 및 apple cupertino design을 기본으로 제공하고, react native 대비 훨씬 다양한 UI component를 기본 제공하기 때문에 개발에 대한 부담을 대폭 경감시킬 수 있음.

- * 또한, Google의 serverless framework인 firebase와 밀결합 되어 있기 때문에 향후 serverless 환경으로의 전환도 용이함. 따라서, 향후 지속적인 자체 개발에 유리한 환경이 조성됨

- 기능 개선 및 오류 사항 수정

o state management solution의 변경

- * provider package를 사용해서 개발하였는데, dialog, snackbar, navigation 등 state 변경에 따라 UI rebuild를 하지 않는 액션 처리에 많은 노력이 소요되어, BLOC(Business Logic Component)에 기반한 flutter_bloc package로 교체

- * flutter_bloc은 one-time action에 대한 일관된 처리를 제공해줌

- * 또한, flutter_bloc은 event, state, state handler를 구분하기 때문에 state change를 tracking하기가 용이하여 개발의 생산성이 높아졌음

o error handling 통합

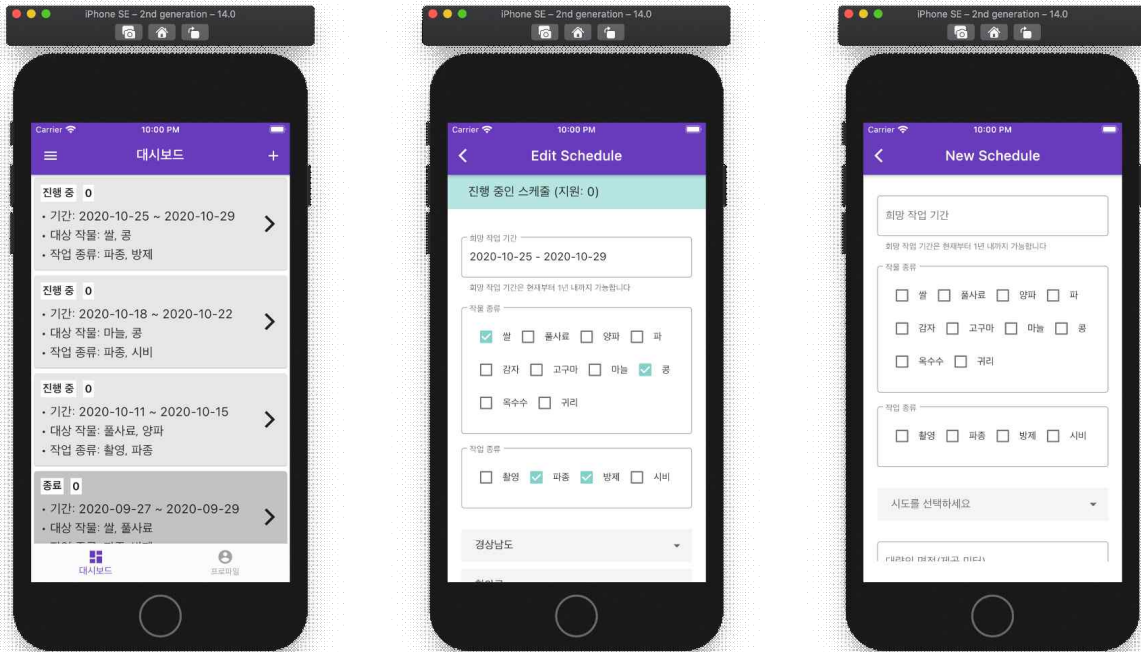
- * http error, database error, server error 모듈을 통합하여 모든 서버 에러가 한 모듈 내에서 처리되도록 하여 error handling을 centralize하였음

- 비즈니스 모델 검증 및 관련 기능 개발
 - 농작업에 드론 활용이 확대되는 추세에 있음
 - * 풀사료, 벼 외에 양파, 고구마, 콩 등 다양한 농작물로 대상이 확대되고 있음
 - * 드론을 활용한 작업도 방제 외에 파종, 시비 등으로 확대 되고 있음
 - 현재 드론 작업 수요자와 공급자는 작업 및 작물의 종류에 따라 여러 형태로 매칭이 되고 있으나 시스템적으로 수요를 매치시켜주는 솔루션은 부재한 상황
 - * 풀사료 파종은 직접 파종을 하는 경우와 드론을 활용해 파종을 하는 경우가 혼재한 상태인데 대부분 지역(군) 내 또는 인접 지역에서 드론 작업을 하는 사업자에게 직접 연락 또는 지인을 통한 연락을 통해 계약을 하고 있음
 - * 벼 공동 방제의 경우가 통상 가장 대규모로 이루어지고 있는데, 이 경우는 지역 내 소규모 드론 사업자로 수요를 맞추기 어려워 해당 지역 내의 드론 사업자가 드론 카페 등을 통해 지역 구분 없이 사업자를 모집해서 작업을 하고 있음
 - * 벼 공동 방제 등을 제외하고는 대부분의 작업이 규모가 작아서 대규모 사업자가 움직이기에는 수지가 맞지 않아 해당 지역 사업자가 수행하거나 기존 방식대로 수행하는 경우가 많음
 - * 고령화, 인건비 상승 추세, 힘든 일에 대한 기피 추세로 인해 드론 작업에 대한 수요는 계속 늘고 있어 향후에는 시스템적으로 서비스를 제공하는 사업에 대한 수요가 증대
 - 또한, 함안 등 일부 지역에서 군비로 드론 방제 작업(수도작 공동 방제)을 지원하기 시작했음
 - * 함안군의 경우 군과 농협 공동으로 드론 방제 작업에 대해 보조금을 지원(2회에 한해 비용의 약 90% 수준 지원)
 - * 농민은 드론 사업자와 비즈니스를 하는 것이 아니고, 해당 농협과 계약을 하면 농협이 드론 서비스 업체와 계약을 하여 공동 방제를 수행
 - 대규모 공동 방제 작업을 하는 수도작 외의 타 작물에 대한 방제/파종/시비 등의 수요가 점차로 늘고 있는 상황을 감안하여 우선 드론 서비스업체와 농민을 매치시켜주는 서비스를 개발하여 실증
 - * 농민 또는 전문농업회사가 원하는 시기, 작물 종류, 작업 종류 등을 포스팅하면 드론 서비스회사가 해당 포스팅을 보고 세부 작업은 농민과 직접 커뮤니케이션 하는 형태를 우선 개발
 - * 농민은 무료 사용을 기본으로 하고, 서비스 회사는 연회비를 받는 형태를 1차로 구상해서 구현
 - * 현재는 연회비를 납부한 상태면 해당 기간 내에는 무제한 열람이 가능 (현재는 시스템 상에서 연회비 납부를 한 것으로 세팅)
 - * 연회비 납부, 건별 납부 또는 광고 등 다양한 모델에 대한 추가 검증이 필요하여 최종 검증 후 채택 추진
 - 대규모 공동 방제 작업의 경우 농협에서 업체와의 관계가 이미 존재해서 업체를 매칭 시켜주는 형태는 큰 의미가 없는 상태로 다른 니즈의 존재를 파악
 - * 서비스를 받는 농민의 경우 자신 소유의 농지에서 언제부터 방제 작업이 시작되는지를 알고 싶은 요구사항이 있음
 - * 농협의 경우 계약을 맺은 업체의 진행 경과와 실제 작업이 제대로 진척되었는지를 알고 싶어하는 요구사항이 있음을 파악하였음

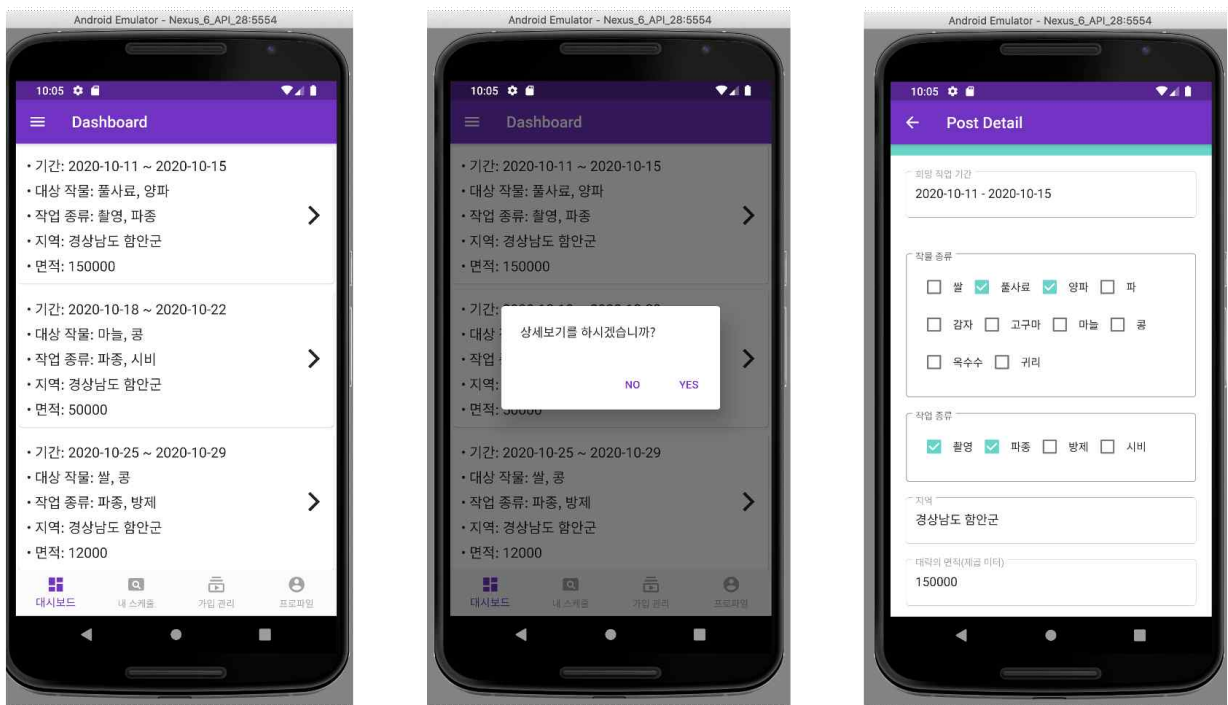
- 실증 피드백을 반영한 프로그램 변경

o 작업 종류 및 대상의 확대 추세를 반영

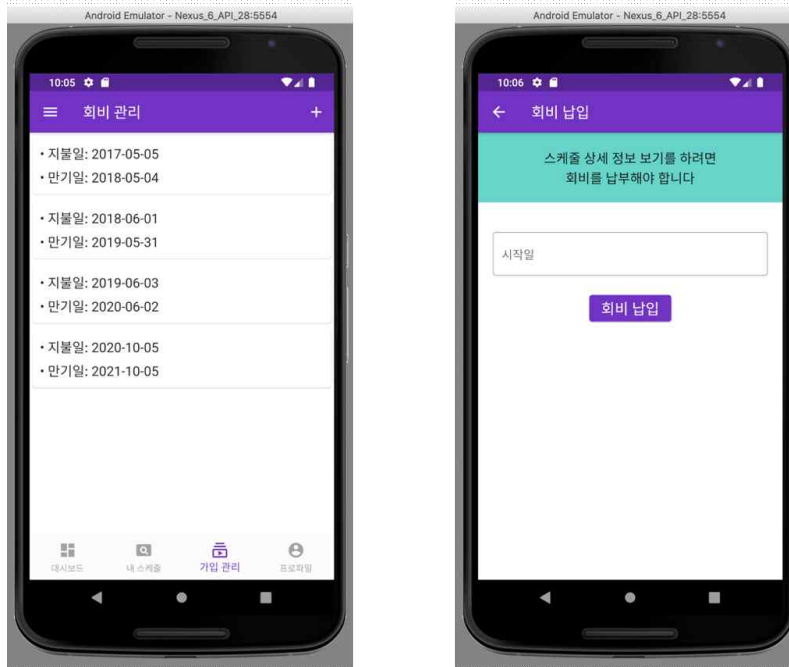
- * 작업 종류: 파종, 방제, 시비, 촬영
- * 대상 작물: 쌀, 풀사료, 양파, 파, 감자, 고구마, 마늘, 콩, 옥수수, 귀리
- * 쌀과 풀사료 외에는 아직 규모가 크지 않아 주로 로컬 사업자와 계약을 맺어 처리하는 상태
나 시장은 계속 확대되는 추세



< (Consumer) 전제 스케줄러 대시보드, 스케줄 수정, 스케줄 추가 화면 >



< (Supplier) 스케줄러 대시보드, 스케줄러 보기, 스케줄러 상세 화면 >



< (Supplier) 회비 관리 및 신규 회비 납부 >

- 향후 분석을 대비한 Logging 기능 개발
 - o 모든 데이터베이스 엔트리 삭제는 soft delete 기능으로 대체
 - * 실제 데이터베이스에는 삭제되지 않고 삭제된 것으로 표시만 됨
 - * 일반 query에서는 표시가 되지 않지만 특수 query 기능을 이용하면 검색 가능
 - o morgan package를 이용해 모든 http request를 logging
 - o 노드 데몬 핸들러인 pm2 패키지의 logging 기능을 이용해 모든 console printing을 파일에 저장. file이 무한대로 커지는 것을 방지하기 위해 circular하게 파일 저장, 최대 파일 size는 configuration 가능

(6) 지상통제 장비 개발

○ 비행통제 소프트웨어 개발

- 스마트 드론 플랫폼에 원격명령과 비행데이터 및 임무정보를 모니터링할 수 있도록 데이터기반의 원격제어가 가능한 지상통제 소프트웨어를 사용자 편의적으로 개발함



< 로그인 화면 >

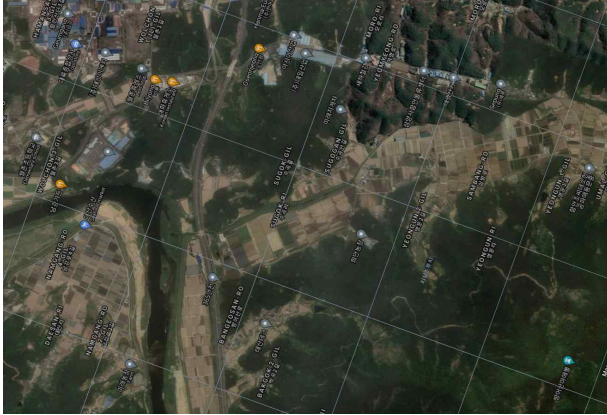
○ 사용자 편의적/직관적 비행통제 S/W 개발

- 각종 상태 정보 모니터링 및 실시간 명령 인가 기능



< 메인 화면 >

- 지도 LOD 위성사진 변환 기능



< 줌아웃 >

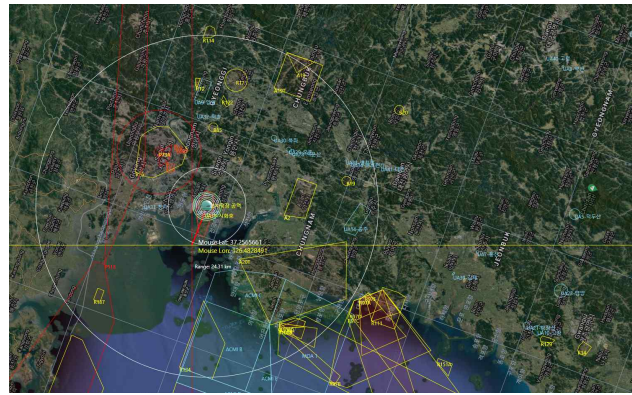


< 줌인 위성사진 >

- 일반지도 및 위성지도 교체 및 줌/인 아웃 기능

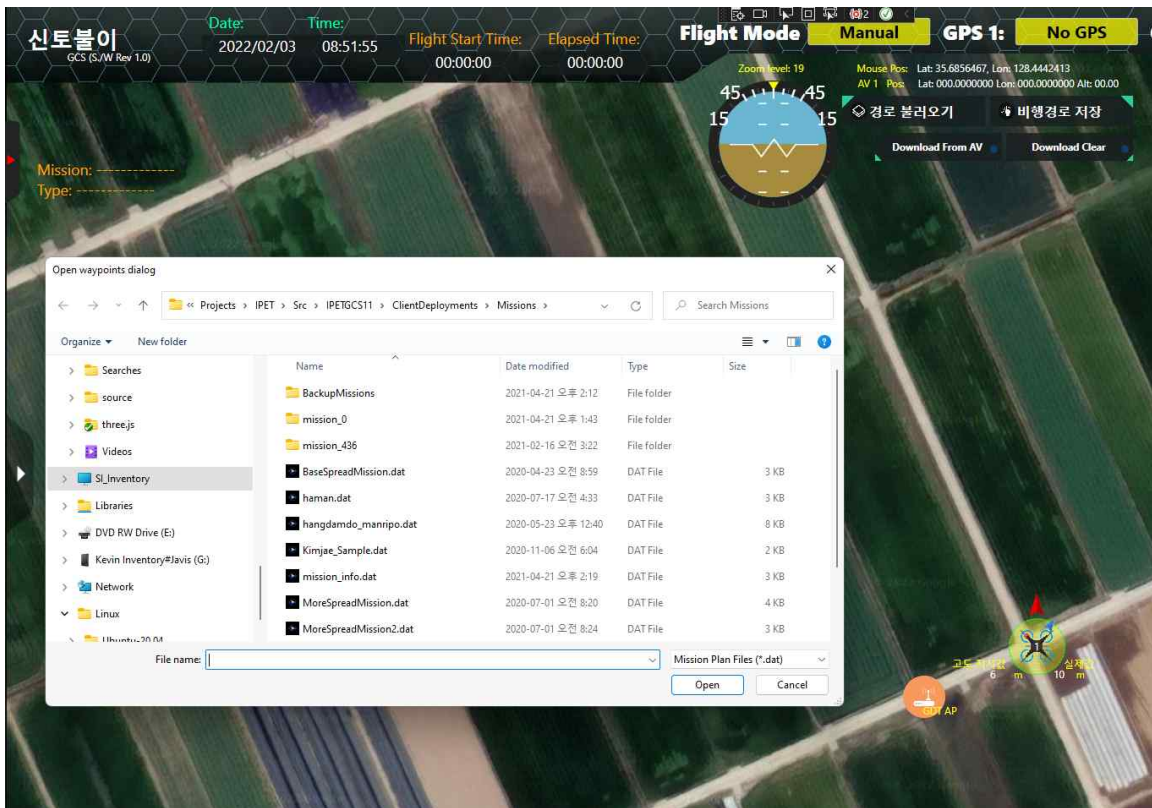


< Openstreet Map 호환 기능 >



< Google Hybrid Map 호환 기능 >

- 지도 기반 비행경로 계획 및 불러오기 기능

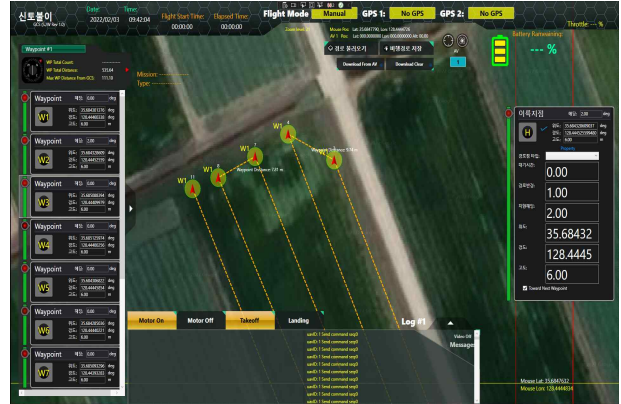


< 임무경로 불러오기 >

- 현장 비행경로 수정 및 저장 기능

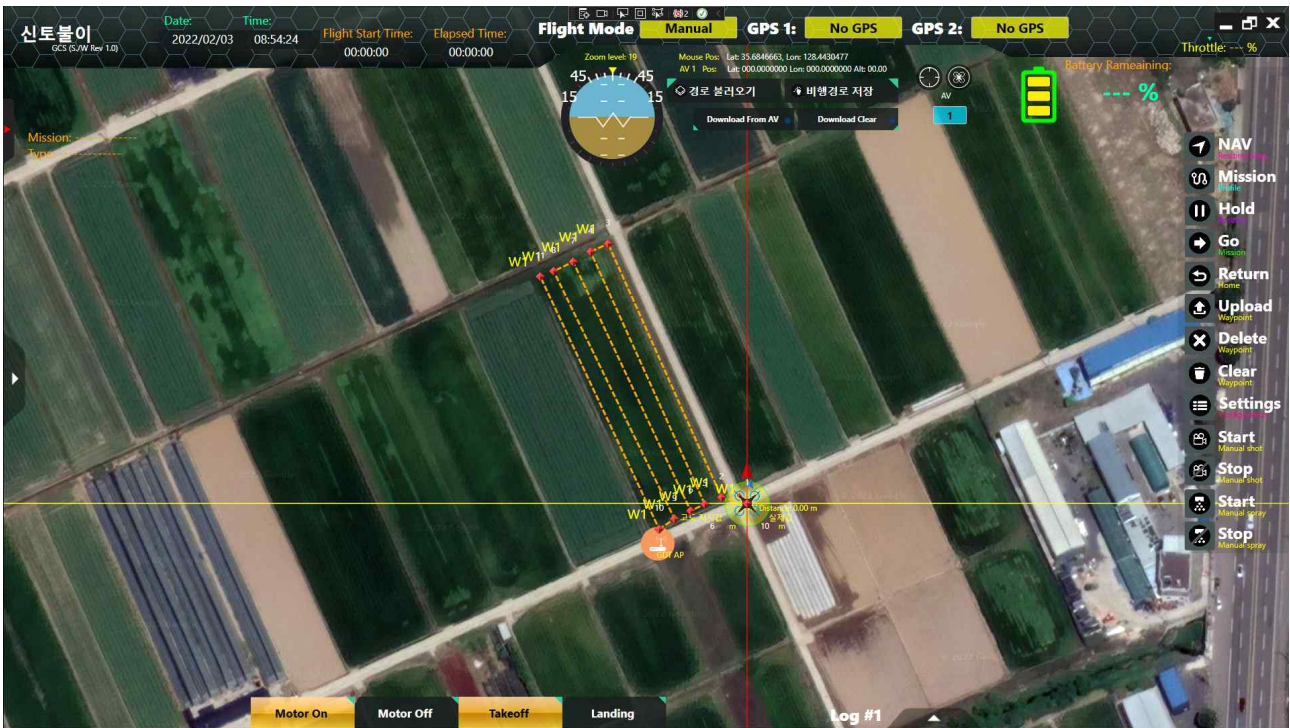


< 비행경로점 지도위 아이콘 수정 기능 >



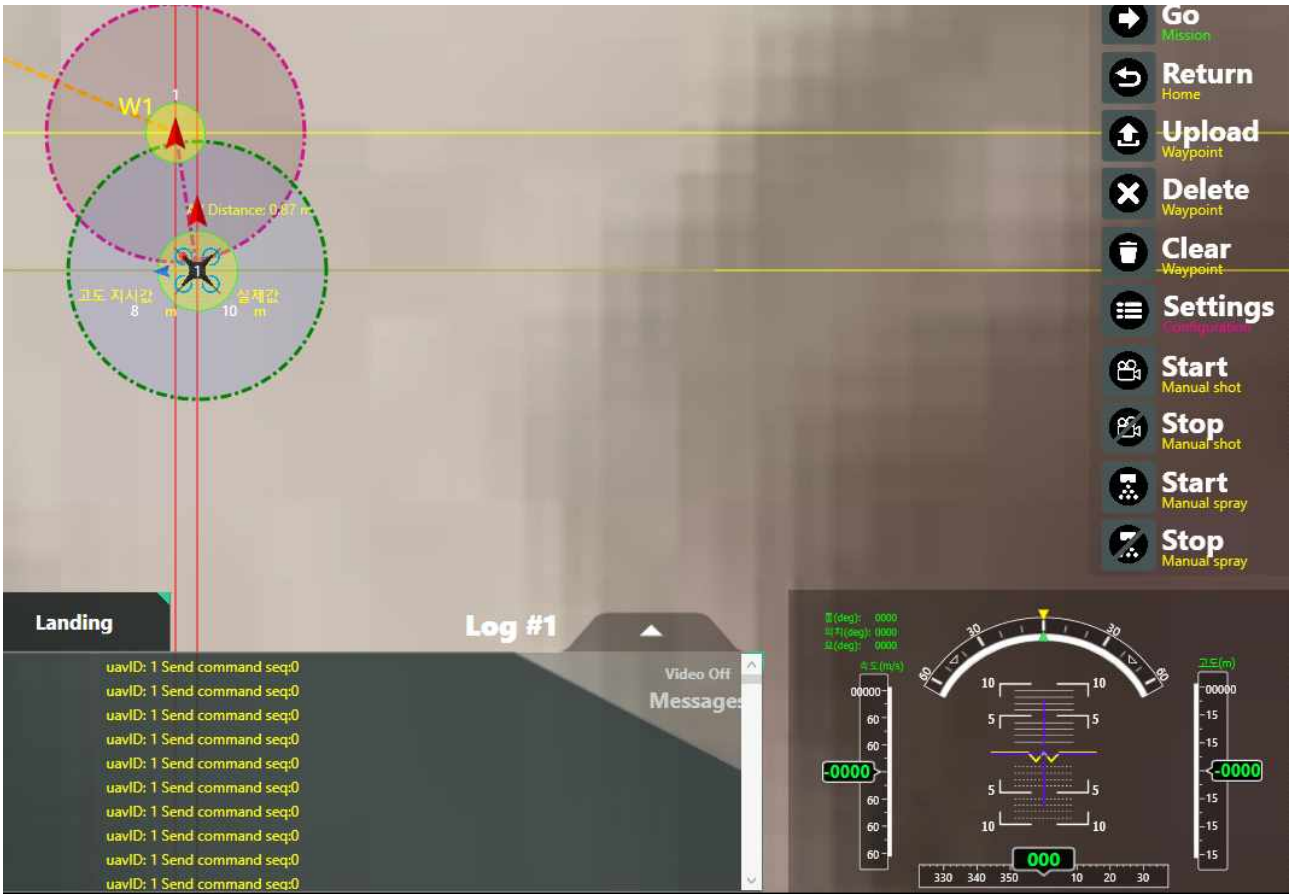
< 속성창 입력을 통한 경로점 수정 기능 >

- 비행플랫폼으로 비행경로 리스트 장입 기능



< 현장 비행경로 수정기능 >

- 원격시동 명령 인가 기능
- 이륙명령 인가 기능
- 착륙명령 인가 기능
- 자동비행 인가 기능
- 귀환명령 인가 기능
- 수동 임무장비 구동명령 인가 기능
- 수동 임무장비 정지명령 인가 기능
- 비행자세 모니터링 기능



<각종 명령 인가 및 비행계기 표출 기능 >

- 비행 로그 데이터 플랫폼 연동 기능
- 주요 비행 지형 및 영역정보 입력/수정 및 그래픽 표출 기능



<플랫폼 연동 차등 살포 영역 분석 및 표출 기능 >



* 비행구역 표출 기능



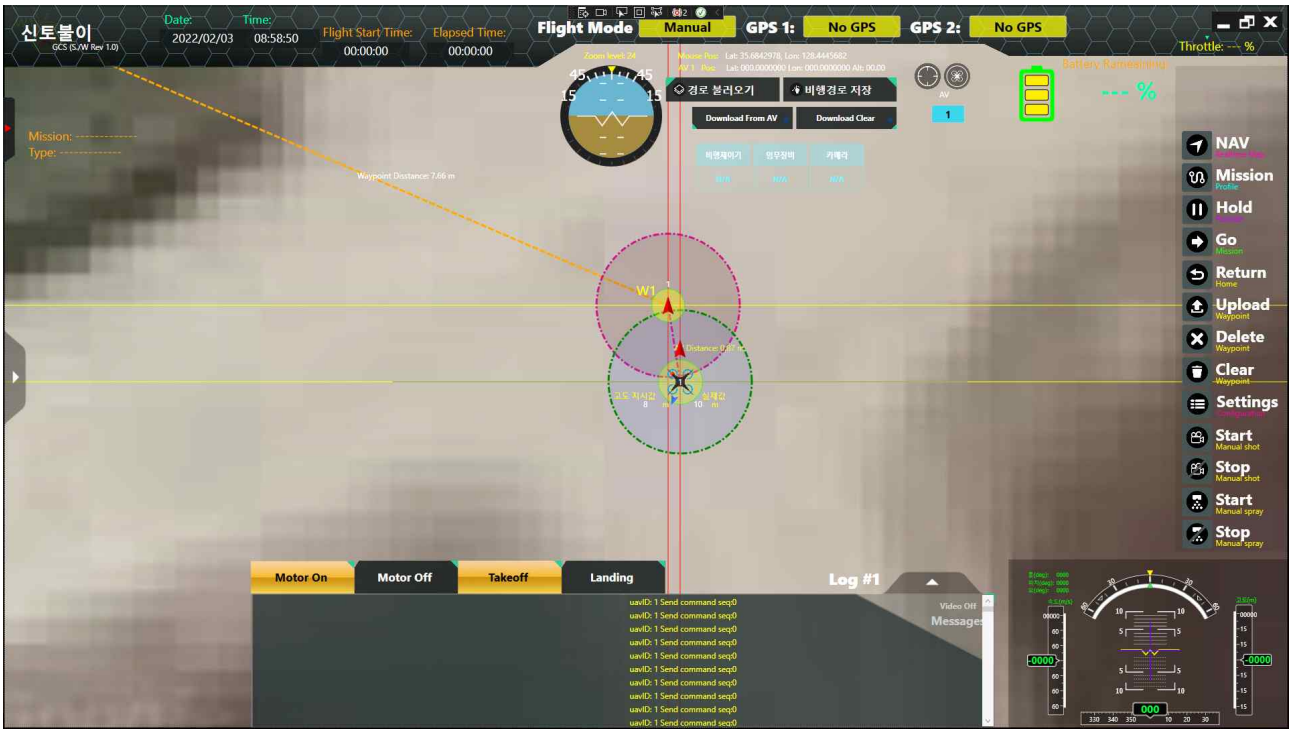
* 차등 살포 영역 구분 및 표시 기능

< 비행구역 표출 기능 >

- 실시간 비행정밀도 분석 기능



< 비행정밀도 분석 실시간 가시화:2미터 이내 접근 시 붉은색 반경 표출 시작 >



< 비행정밀도 분석 실시간 가시화:1미터 이내 접근 시 초록색 반경 표출 시작 >

○ 영상통제 소프트웨어 개발

- 스마트 드론 플랫폼에 영상데이터 취득을 위한 카메라 짐벌 원격제어 및 영상 수신이 가능한 영상통제 소프트웨어를 사용자 편의적으로 개발함



< 영상통제 메인화면 >

- 주간영상 수신 표출 기능

- 1) 임무장비 중 영상취득시스템의 경우 데이터 무선링크를 통하여 카메라 영상을 확인함
- 2) 기체 자체적으로 전방 충돌을 대비하기 위한 초소형 IP 카메라 장착 영상 확인
- 3) RTSP 프로토콜 지원 가능 IP 카메라 영상으로 약제 살포 비행 시에도 전방영상을 확인



< 약제/입제 살포 비행시 기체 주/야간 전방 영상 표출 화면 >



< 영상취득 임무 비행 시 짐벌 컨트롤 기능 활성화 >



< 살포비행시 짐벌컨트롤 기능 꿈 >



< 임무비행시 짐벌 컨트롤 기능 확장 >

- 전문가용 GCS 트리플 모니터 화면 표출 기능

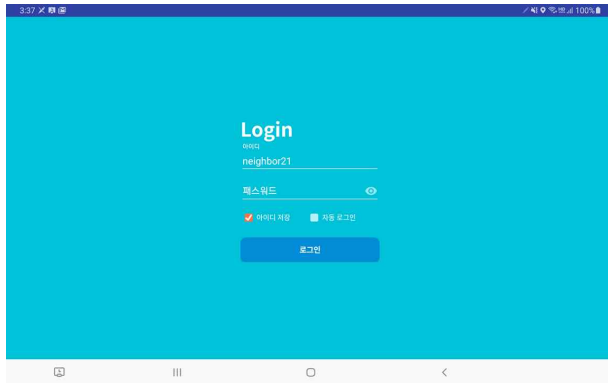
- 1) 화면 1: 지도 기반 방제정보 확인 화면
- 2) 화면 2: 실시간 비행 모니터링 화면(비행정밀도 분석 기능 탑재)
- 3) 화면 3: 기체 전방영상 모니터링 및 임무장비중 짐벌 조작제어 기능



< PC 용 GCS 트리플 화면 모니터 >

(7) 모바일 지상통제시스템(GCS) 개발

- 본 연구과제 범위에 포함되어 있지 않았으나, 노지 환경에서 사용하기 편리하도록 모바일 GCS를 추가로 구현함. 안드로이드 태블릿이나 스마트폰에 설치하여 사용가능함.
- 로그인 및 메인화면



< 모바일(안드로이드) GCS 앱 로그인 화면 >

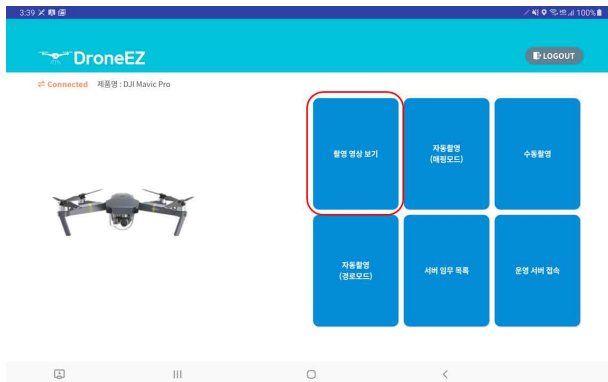


< 드론 연결되지 않은 상태의 메인화면 >

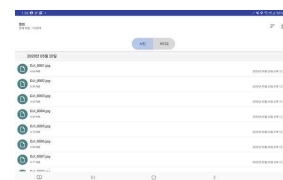
- * 사용자 계정(아이디 / 패스워드)을 입력하여 로그인

- * 드론 연결 여부가 표시되며, 드론이 연결되지 않은 상태에서는 일부 기능이 제약되도록 함

- 촬영 사진 보기



< 모바일 GCS 메인화면 - 촬영 사진 보기 >



< 촬영 사진 목록 >

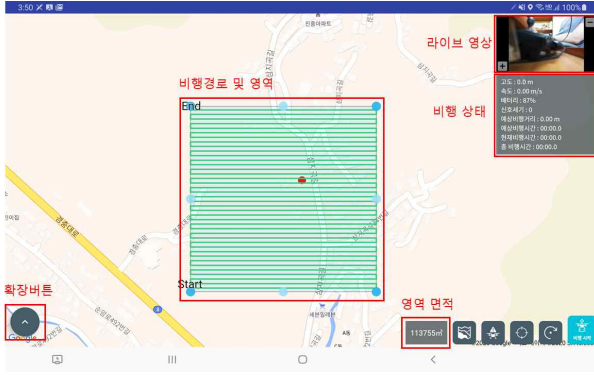


< 세부 영상정보 보기 >

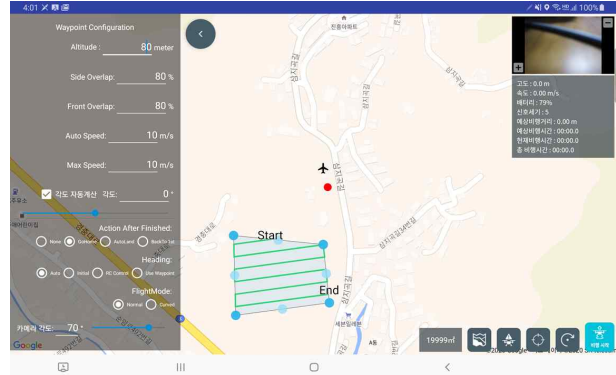
- * 드론이 연결된 상태의 메인화면
- * 드론에 탑재된 SD카드에 있는 촬영된 영상을 무선으로 연결된 모바일 앱에서 보는 기능

- * 사진 및 비디오 정보 목록을 확인할 수 있음
- * 우측 상단의 정보 아이콘을 누르면 세부 영상정보 표시됨

- 지도제작용 자동비행/자동촬영 설정 화면



< 자동촬영(매핑모드) 실행화면 >

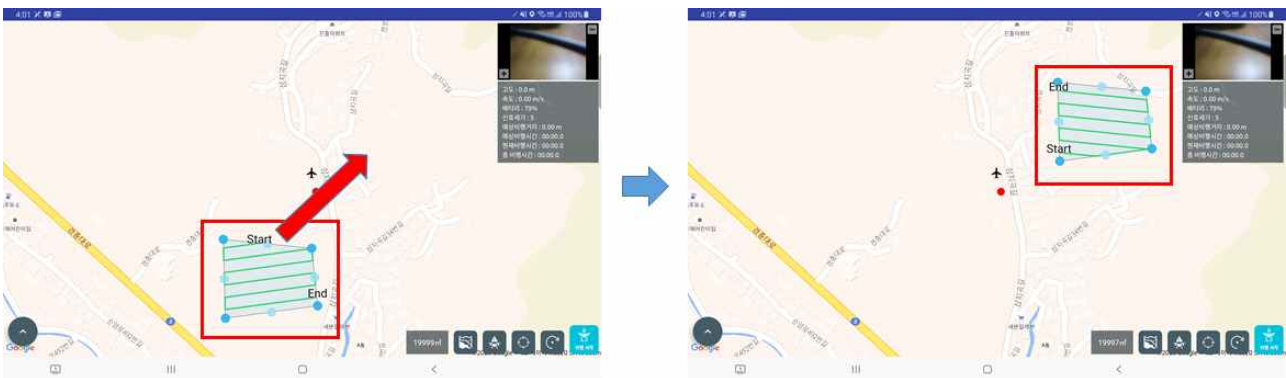


< 비행설정 화면 >

- * 촬영 영역 및 자동 비행경로 표시. 촬영 영역에 따라 자동으로 비행 경로가 계산됨.
- * 실시간 비행 상태 정보 표시

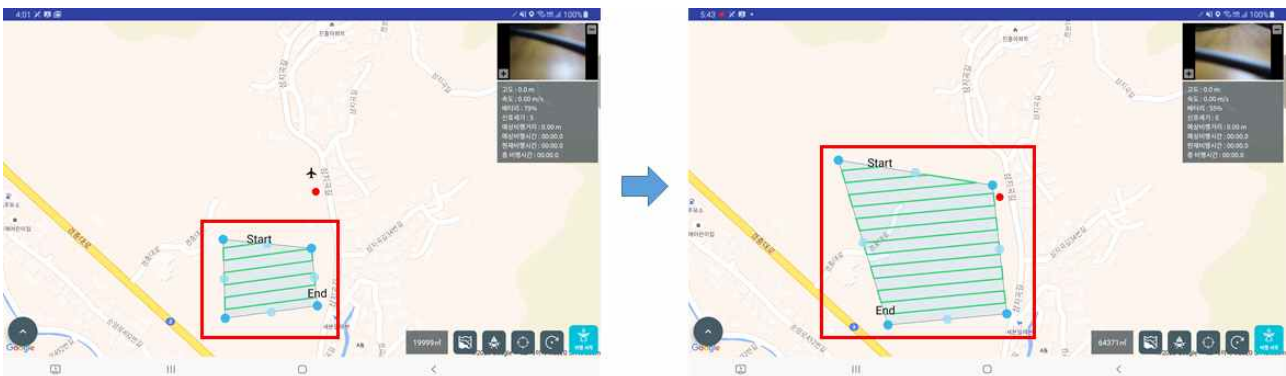
- * 드론의 비행 고도, 속도, 촬영중점도, 헤딩방향, 비행모드 등의 설정

- 비행영역 이동 : 비행경로 중앙부를 터치하여 드래그하면 비행영역을 이동할 수 있음



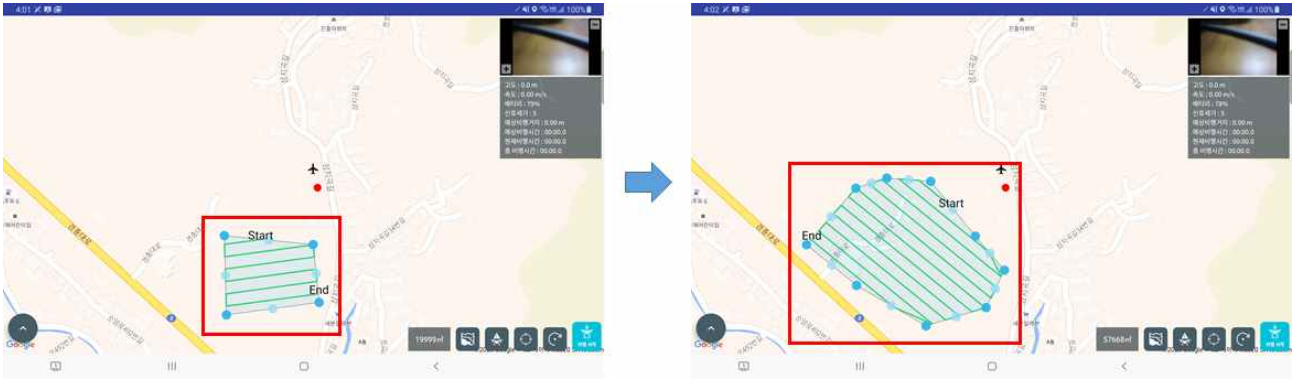
< 비행영역 이동화면 >

- 비행 영역의 모양/크기 변경 : 비행 영역의 꼭지점에 있는 동그란 원을 드래그하면 영역의 크기를 조정할 수 있음. 아래 그림의 경우, 사각형을 유지한 채로 한쪽 꼭지점의 위치가 조정됨.



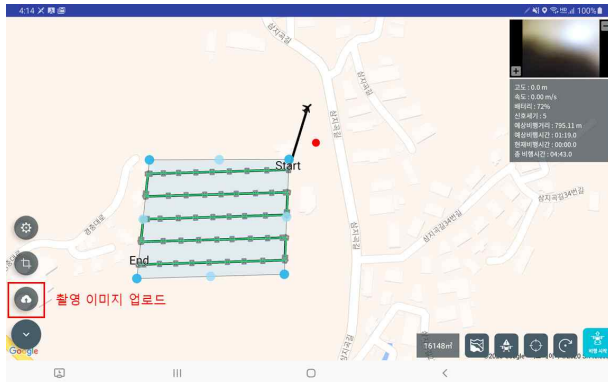
< 비행영역 변경 (영역 크기 변경) >

- 비행 영역 모양 변경 : 비행 영역의 각변의 중앙지점에 있는 동그란 원을 드래그하면 해당 위치에 꼭지점이 추가되어 영역의 크기를 조정할 수 있음. 아래 그림과 같이, 오각형 이상의 다각형으로 변하면서 영역이 조정됨.

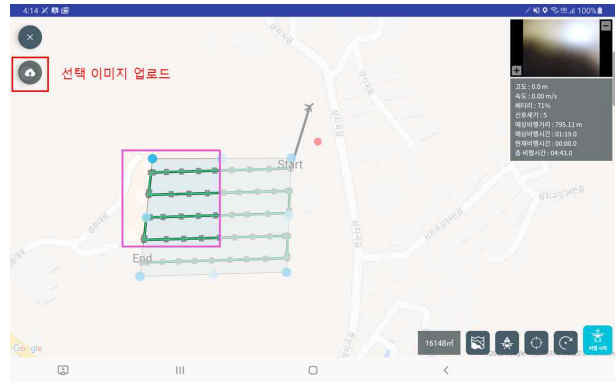


< 비행영역 변경 (꼭지점 추가) >

- 촬영 사진 업로드 기능



< 촬영 이미지 업로드 화면 >

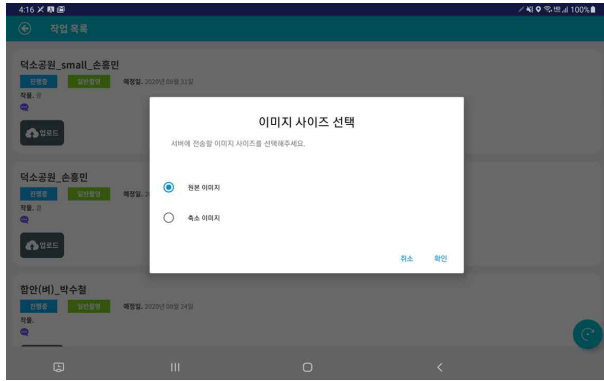


< 일부 영역 이미지 선택 화면 >

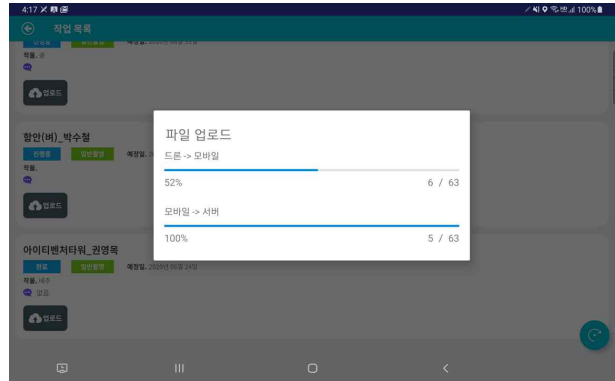
- * 촬영된 사진을 플랫폼에 업로드하는 기능.
- * 드론에 탑재된 SD카드를 PC에 삽입하여 업로드하는 불편함 없이, 모바일 GCS를 통해 무선으로 바로 전송하도록 편의성 제공.

- * 각 이미지 촬영위치가 비행경로상에 표시되는데, 좌측하단의 확장버튼을 눌러 “일부 영역 이미지 선택”하여 선택된 이미지만 운영플랫폼 서버에 업로드 할 수 있음.
- * 일부 구간만 빠르게 지도로 만들어 확인하고자 할 때 사용할 수 있음.

- 업로드 효율성 고려하여 프리뷰용 지도 제작 시간 단축



< 업로드 이미지 사이즈 선택 화면 >

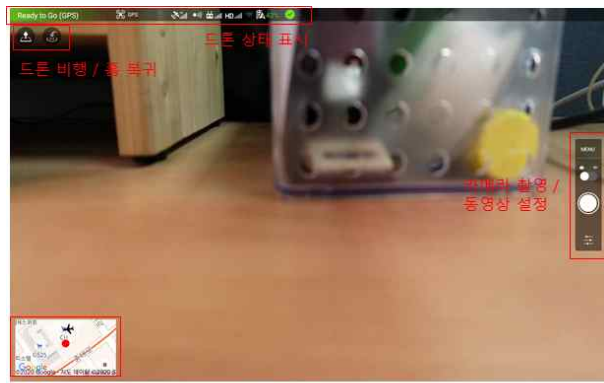


< 파일 업로드 진행 화면 >

- * 업로드 할 때 이미지의 원본을 그대로 업로드할지 축소된 이미지를 업로드할지 선택할 수 있음. 축소된 이미지를 선택할 경우, 모바일단말에서 이미지를 축소하여 서버에 전송하므로 전송 속도가 대폭 향상됨.
- * 분석용 고품질 지도보다는 현장에서 빠르게 확인 후 살포 경로를 지정하고자 할 때 축소된 이미지를 사용할 수 있음.

- * 파일 업로드는 2단계로 이루어지며, 1단계 완료 후 2단계가 진행되는 것이 아니라, 1단계와 2단계가 병행해서 진행되므로 대기 시간을 줄일 수 있음
- * 1단계 - 드론에서 모바일앱(단말)으로 다운로드
- * 2단계 - 모바일앱(단말)에서 서버로 업로드

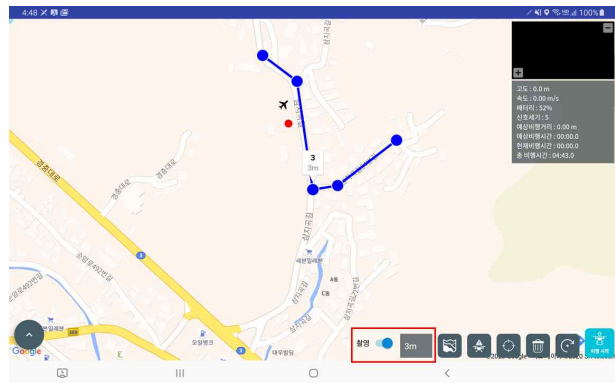
- 라이브 뷰 및 저고도 작물 촬영을 위한 비행 경로 설정기능



선택 시 지도를 메인화면으로 변경

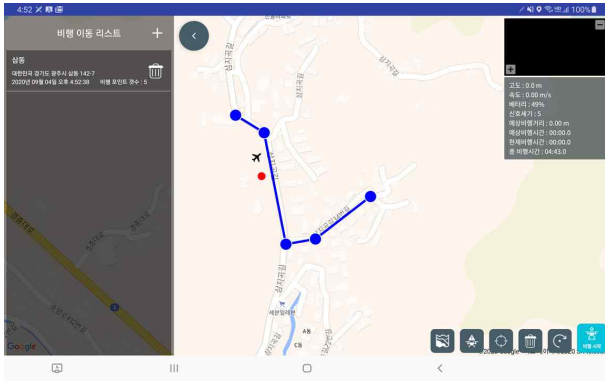
< 드론 영상 라이브 뷰 화면 >

- * 드론이 비행하는 동안 수신되는 영상을 표시
- * 메뉴 버튼을 눌러 카메라 설정 / 녹화 설정할 수 있음
- * 지도제작용이 아닌 작물, 농지 전경, 홍수 피해 확인 등 다목적 영상 촬영용/녹화용으로 사용할 수 있음



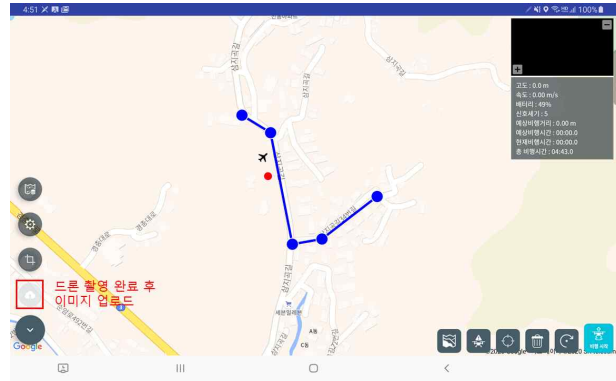
< 저고도 자동촬영(경로모드) >

- * 지점별 촬영여부 설정 화면
- * 드론을 설정 경로로 비행하여 각각의 Way Point에서 사진 촬영하는 기능
- * 5m 내외의 저공 비행으로 고화질 작물 사진 촬영시에 활용할 수 있음
- * 촬영하고 싶은 위치를 터치하면 그림과 같이 각 위치를 잇는 비행경로가 만들어지며, 비행 중 동그랗게 표시된 각 포인트에서 사진 촬영이 됨



< 자동비행경로 목록 화면 >

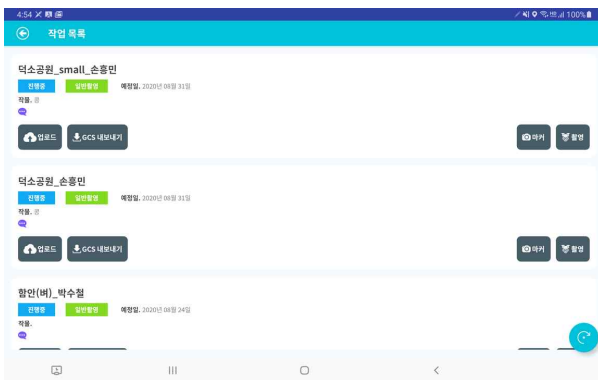
- * 비행경로 목록이 다음과 같이 표시되어 이전에 비행했던 경로를 불러올 수 있으며, 해당 목록은 운영플랫폼 서버가 아닌 모바일단말에 저장됨
- * 메뉴 상단의 플러스(+)-버튼을 누르면 현재 설정한 비행경로를 저장할 수 있음.



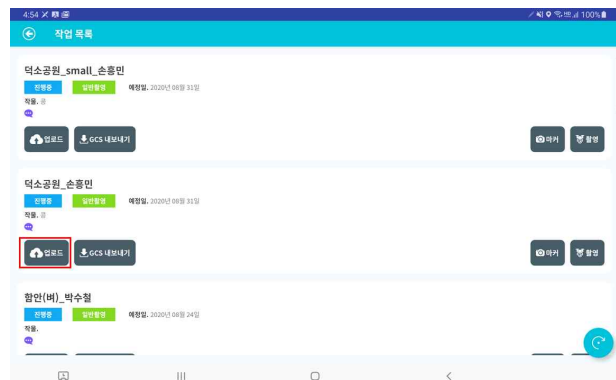
< 촬영 이미지 업로드 버튼 >

- * 좌측 하단의 업로드 아이콘을 선택하면, 업로드할 대상 미션(작업)목록이 나타남
- * 업로드 시 이미지를 축소할 수 있으며, 화질보다는 속도가 중요할 경우 사용할 수 있음

- 임무 목록



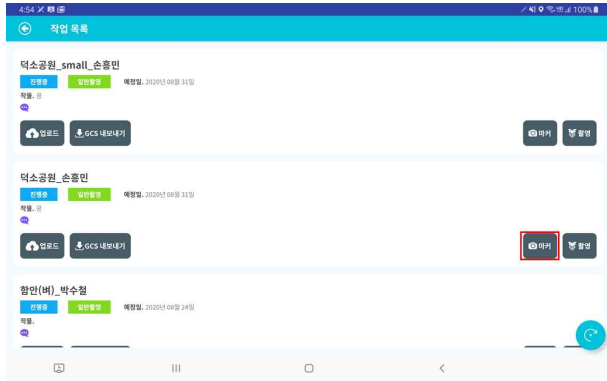
< 임무 목록 화면 >



< 촬영된 이미지 업로드 버튼 >

- * 운영플랫폼 서버에 미리 설정된 임무 목록을 보여주며, 이를 토대로 비행/촬영 임무를 수행하는 기능
- * 촬영버튼을 누르면, 운영플랫폼 서버에 미리 설정된 비행영역과 비행경로가 표시됨
- * 비행/촬영화면에서 업로드하지 않았거나 이미 촬영된 이미지 업로드 시에 사용

- 기타 편리 기능



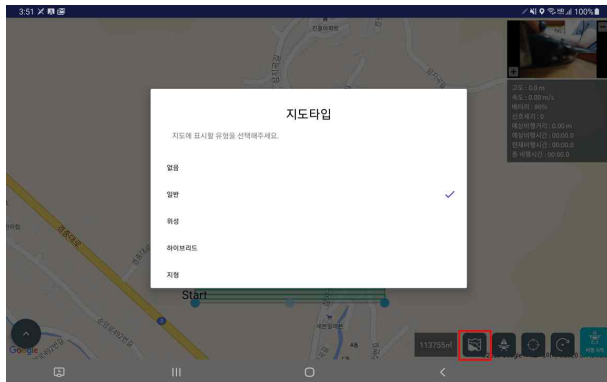
< 마커 실행 버튼 >

- * 모바일단말(휴대폰)로 촬영한 이미지를 운영플랫폼 서버에 설명과 함께 업로드 하는 기능
- * 드론과 무관한 기능이므로 드론이 연결되지 않은 상태에서도 사용할 수 있음
- * 드론으로 높은 고도에서 촬영한 이미지 분석시에 보조적으로 지상에서 촬영한 고화질 작물 이미지가 필요할 경우에 사용할 수 있음



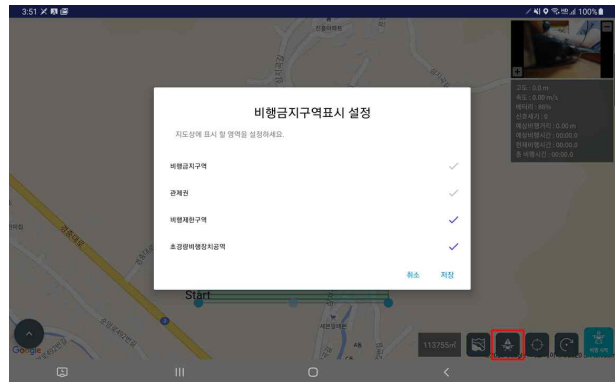
< 마커정보 입력화면 >

- * 마커 정보 입력화면의 상단 “사진촬영”버튼을 눌러 사진촬영하거나 “갤러리”를 눌러 사진촬영 후 설명을 입력하고 우측상단 “업로드”버튼을 눌러 운영플랫폼 서버에 업로드 할 수 있음



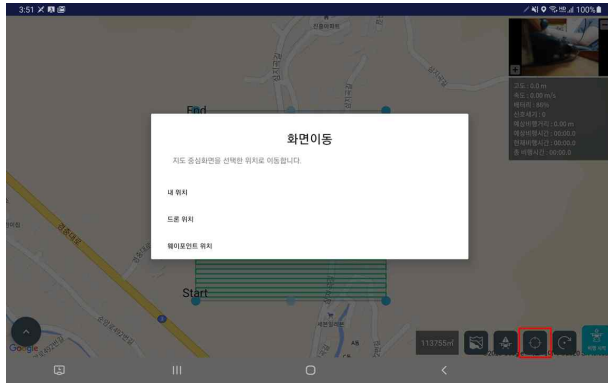
< 배경 지도타입 변경 화면 >

- * 현재 위치를 확인하기 용이하도록 배경지도 타입 선택 가능 (없음 / 일반 / 위성 / 하이브리드 / 지형)



< 비행금지구역표시 설정 화면 >

- * 비행금지구역, 관제권, 비행제한구역 등 비행 안전과 관련한 정보 확인 기능



< 지도 화면이동 >

- * 지도 화면의 위치를 편리하게 이동할 수 있도록 자주 찾는 위치 지정 (내 위치, 드론 위치, 웨이포인트 위치)

(8) 시험 및 실증 결과

○ 다목적 드론 플랫폼 테스트베드 구축

- 실내비행시험장 및 시설 구축
 - 국토교통부의 ‘무인비행장치 활용 신산업분야 안전성 검증 시범사업’ 운영을 통한 드론 성능 검증 사례 및 관련 기술, 장비 보유
- 실내 테스트베드 구축 완료(15mx30mx5m)
 - 실내 GPS 확산 시스템, GPS 시뮬레이터 구축을 통한 실내에서의 항법장치 시험 가능
 - 드론의 진동, 충격량 등을 분석할 수 있는 시험 장비 구축



< 실내 드론 비행 성능 검증을 위한 장비 구축 >

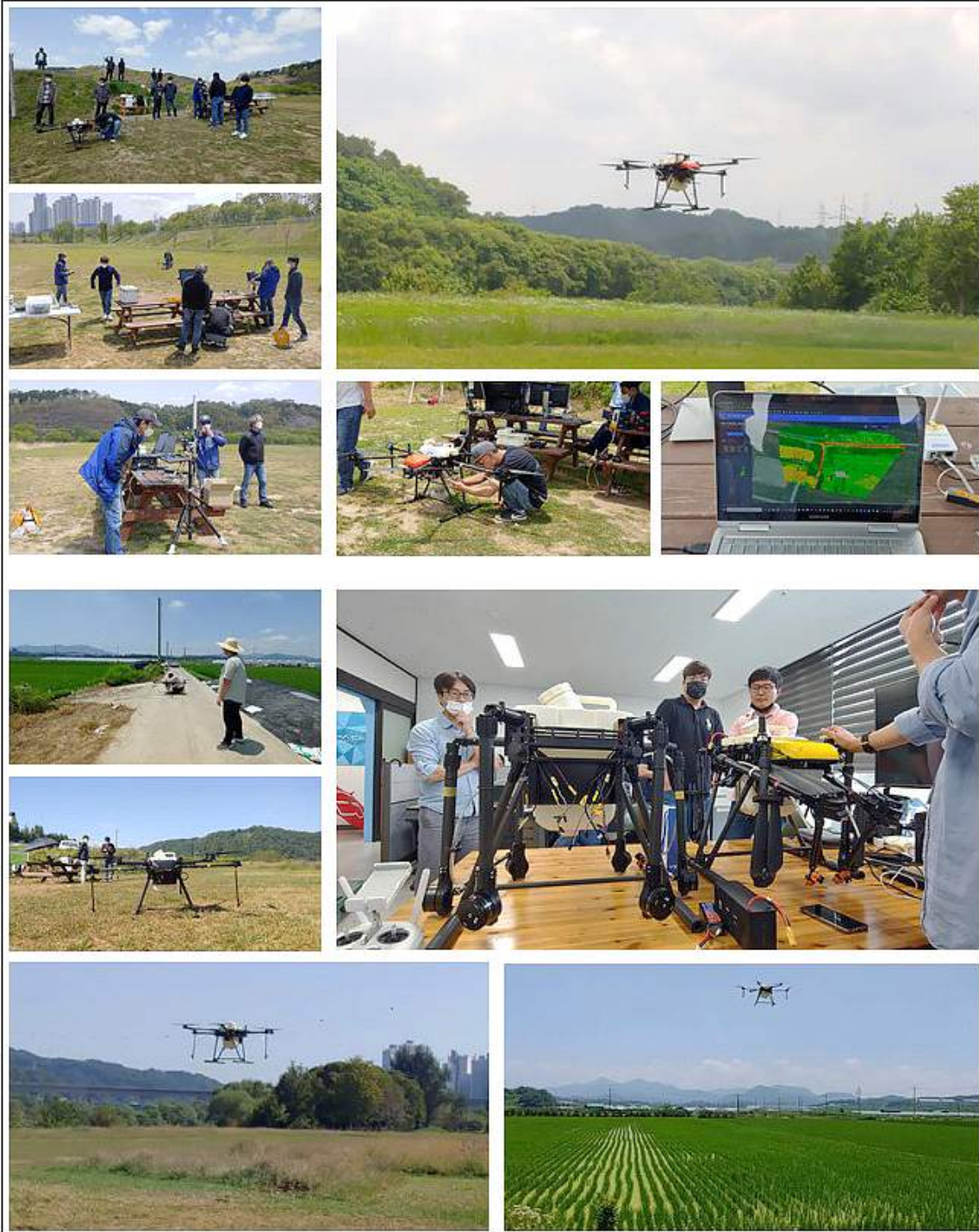
지상통제시스템	드론 실구동 시뮬레이션시스템	드론 추적 장비	비행 환경측정 기상관측장비	고정식크레인
				

○ 실외비행시험장 및 시설 구축

- 실외비행 테스트베드 구축
 - 이착륙장, 비행지원시설 구축 완료
 - 드론의 실외 비행 시험을 위한 지원 시설 구축 완료
 - 실외, 타지역 이동을 통한 비행시험이 가능한 지상통제시스템 구축 완료
 - 드론 비행평가 모듈 구축을 통한 장거리 비행, 자율 비행 시험 가능
 - 비행경로 측방 이탈률, 비행 속도값과 살포 고도값, 피치, 롤, 요 각도들의 표준편차 측정
 - 면적당 살포량 측정 환경 구축

○ 통합 비행 시험

- 통합 비행 시험을 통해 드론 H/W 플랫폼의 성능을 지속적으로 보완했고, 임무제어 관련 프로 파일을 추가적으로 정의해 각 임무장비의 성능과 기능을 보완하기 위한 알고리즘 적용 요청 및 진행.



< 통합 비행 시험 현장 >

○ 드론 활용, 작물별 표준 살포작업 시나리오

- 표준 살포작업 시나리오 작성시 주요 고려사항

- * 병해충 예방 차원의 방제 조건을 만족시키기 위해서는 면적당 규정된 약량을 균등 분사하는 것이 기본임.
- * 드론을 이용한 방제 작업 시 비행 고도와 비행속도는 방제 폭과 연관성이 매우 높음. 비행 고도가 높을 수록 상대적으로 폭이 넓어질 수는 있으나, 비행속도가 너무 느리면 정지 상태 처럼 프로펠러의 하향풍에 의해 약제의 직하향하는 비율이 높고, 비행속도가 너무 빠르면 비산 가능성이 높음.
- * 균등 살포 조건을 만족시키기 위한 적정 비행속도는 3~5m/s 구간이고, 그에 따른 적정 비행 고도는 1.5~3m 이내가 적정임. 해당 속도와 고도 범위 내에서 분사량을 조절하면 최적의 살포 조건을 만들 수 있음.
- * 예방 차원에서의 방제와 달리 특정 지점 중심의 타겟 방제 상황에서는 변량살포의 중요성이 높음.
- * 변량살포의 전제 조건은 예찰과 분석이 따라야 함. 사전 분석에 따라 목표지점에 살포할 때는 위의 내용과는 달리 집중 살포를 해야하는 상황이 발행할 수도 있기에 살포 전후 지속적인 분석 및 처방이 따라야 함.

구분	벼	콩	배추
작업 범위	병해충 예방 및 방제	병해충 예방 및 방제	병해충 예방 및 방제
1. 작물과 상대 높이(m)	2	2	2
2. 작업 간격(m)	4	4	4
3. 비행 속도(m/s)	4~5	3~4	3~4
4. 분사량(L/ha)	12~15	15~18	15~18
5. 분당 살포량(L/min)	1.2~1.45	1.4~1.7	1.4~1.7

1. 작물과 상대 높이 : 1.5m~3m, 최적 1.8~2.2m 권장. 평균 2m로 계산.
 2. 작업 간격 : 고도와 비행속도에 따라 다름. 작물 위 2m 기준, 비행속도 3m/s 이상에서 작업 간격 4m 기준으로 계산.
 3. 비행속도 : 작물과 상대 높이, 작업 간격, 작업 효율 등을 고려한 권장 속도.
 4. 분사량 : '약제+물'의 총량. 약제는 면적당 정해진 양을 사용을 기준해 '물:약제'의 희석 비율은 가감. 벼(수도작) 대비 콩과 배추 등 발작물의 경우 작물 특성을 고려해 상대적으로 비행속도는 늦추고, 살포량은 증가 적용함.
 5. 분당 살포량 : 위의 1~4번 조건에 따라 계산된 값. 기본적으로 분사량 면적당 살포량 및 비행속도와 연동 계산됨.
- ※ 노즐 타입 : XR11001, 액적 : 130~250 μ 기준. 원액을 사용하는 수도작용 제초제는 제외함.

- 고도, 작업 간격, 비행속도에 따른 표준 분사량(수도작, 1ha당 살포량 15리터 기준)

구분	벼		
작업 범위	병해충 예방 및 방제		
1. 작물과 상대 높이(m)	1.5	2	2.5
2. 작업 간격(m)	3.5	4	4.5
3. 비행 속도(m/s)	3.5	4	4.5
4. 면적당 살포량(L/ha)	15	15	15
5. 분당 살포량(L/min)	1.1	1.45	1.8

○ 작물별 성장분석을 위한 데이터 수집

- 작물별 항공촬영

- 벼, 콩, 배추에 대한 항공촬영
- RGB 카메라와 멀티스펙트럴 카메라를 이용한 항공촬영 이미지 확보
- 파종부터 수확까지 지속적인 항공사진 촬영(2차년도~4차년도, 연7회 이상, 주기적인 촬영)
- 작물 성장 기간 동안 잦은 비로 인해 촬영의 어려움 발생
- 항공촬영 이미지의 정밀농업플랫폼 업로드를 통한 정사이미지 및 NDVI 지도 제작
- 농경지 3D 모델링이 가능한 항공촬영 데이터 확보(자율비행을 위한 비행경로 생성에 활용)
- 촬영 조건 : 중첩률 80% 이상, GSD 3cm 미만(고도 45m 또는 60m), 정사사진 촬영
- 사용 기체 : DJI 사의 Matrice210 RTK, DJI Phantom4
- 사용 카메라 : DJI 사의 Zenmuse X5s, Micasense 사의 RedEdge MX Dual



< 데이터 확보에 사용된 카메라 >



< 데이터 확보에 사용된 드론 >

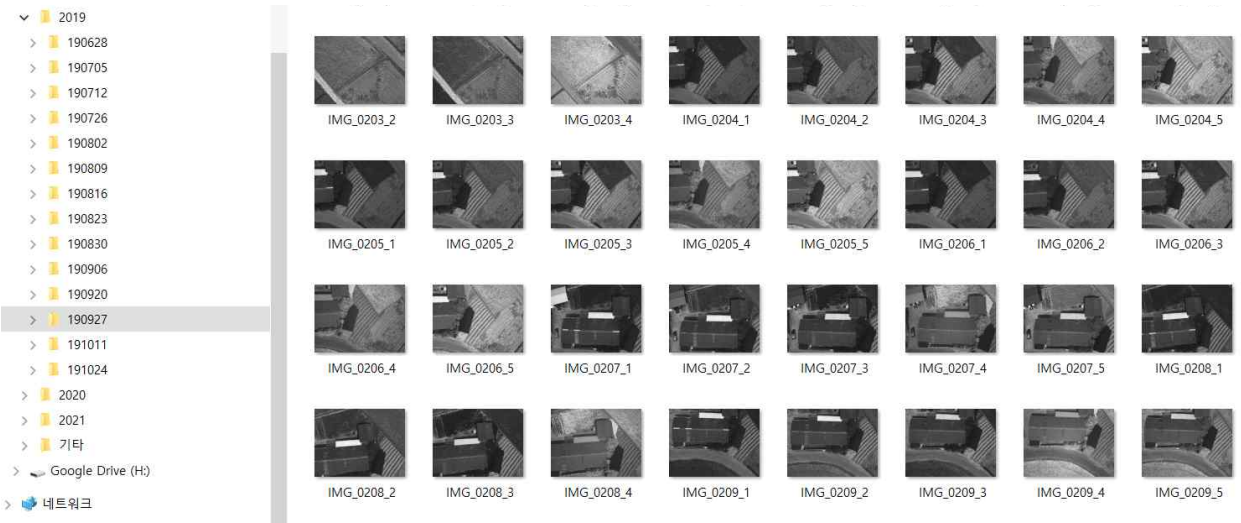
- 촬영 시간 : 오전 11시~ 오후1시 사이(일정한 시간대에 촬영)



○ 2차년도 항공촬영 결과

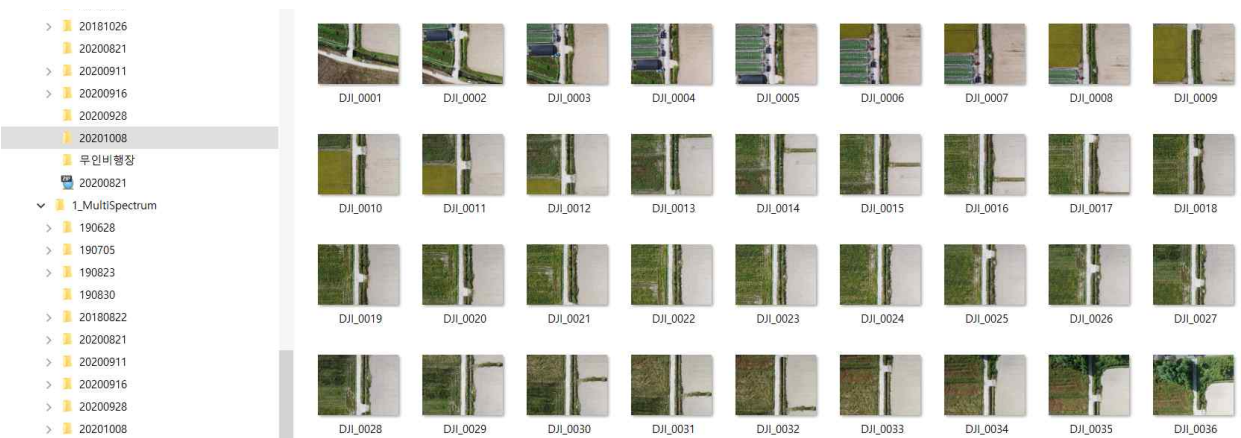


< 2차년도 RGB 카메라 촬영 결과 샘플 >

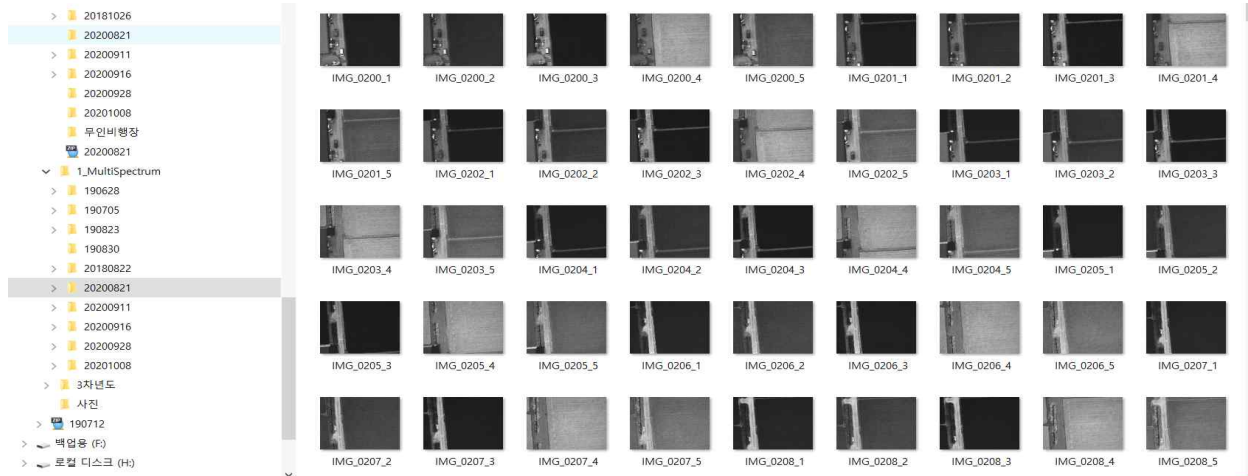


< 2차년도 멀티스펙트럴 카메라 촬영 결과 샘플 >

○ 3차년도 항공촬영 결과

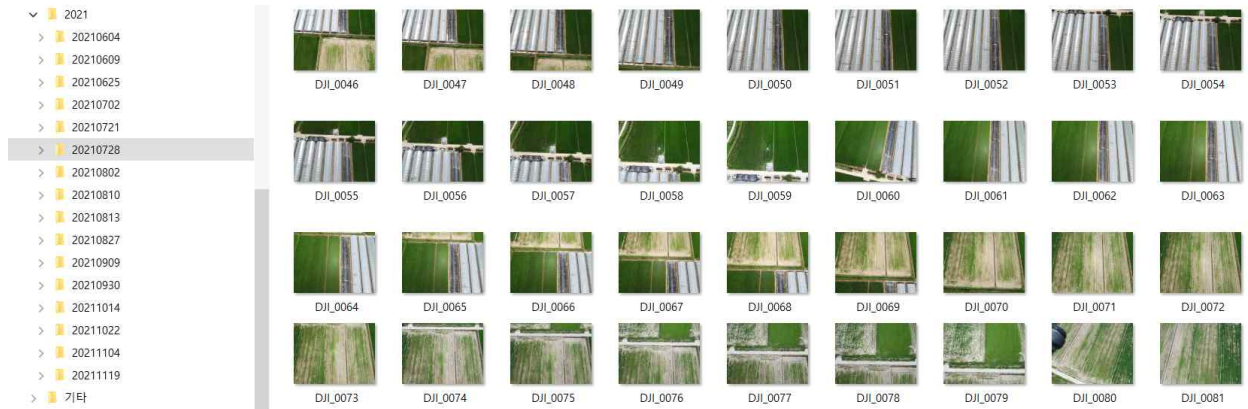


< 3차년도 RGB 카메라 촬영 결과 샘플 >



< 3차년도 멀티스펙트럴 카메라 촬영 결과 샘플 >

o 4차년도 항공촬영 결과

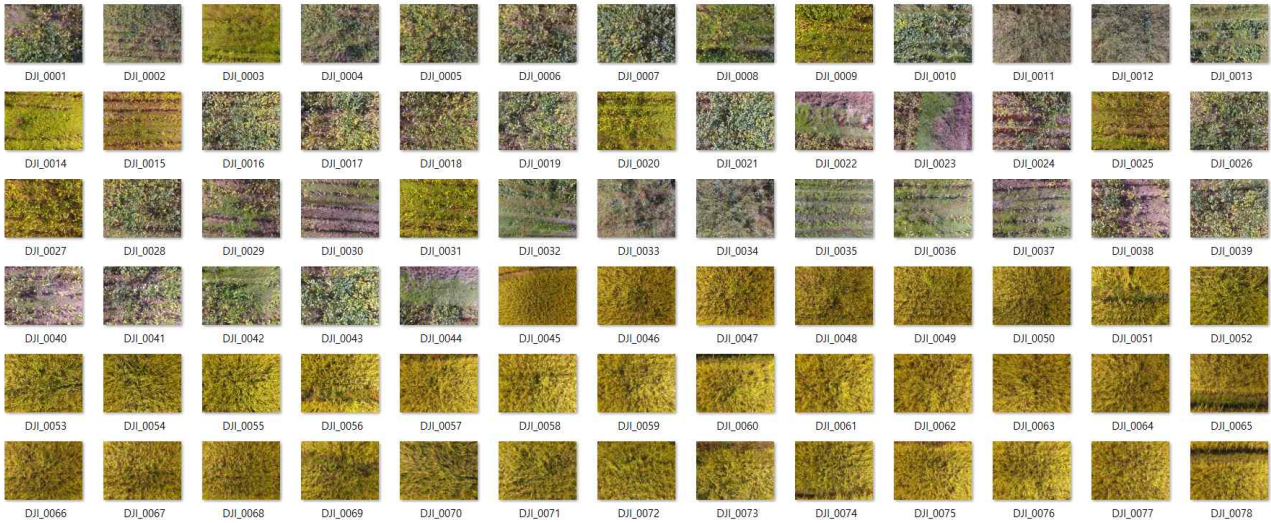


< 4차년도 RGB 카메라 촬영 결과 샘플 >



< 4차년도 멀티스펙트럴 카메라 촬영 결과 샘플 >

○ 4차년도 모바일 GCS를 이용한 저고도 고정밀 항공촬영 실시



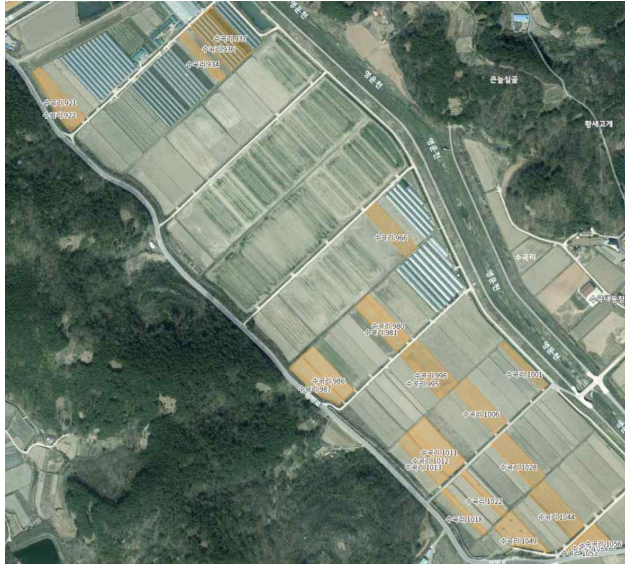
< 저고도 고정밀 항공촬영 결과 샘플 >



< 고고도 촬영과 모바일 GCS를 이용한 촬영 >

○ 통합 실증 시험

- 운용 플랫폼(신토드론 플랫폼), 자율비행 드론 HW플랫폼, 드론키트, 모바일GCS 등을 통합하여 실증 시험 진행함
- 실증 대상지 : 경남 함안군



< 실증 대상지 (경남 함안군) >



< 대상지 전경 >

- 실증 내용

○ 벼 수도작 공동 방제 작업

- * 경상남도 함안군 군북농협 주관 수도작 공동 방제 작업에 7월 6일부터 8월28일까지 총 4차의 작업에 투입 (드론키트 4차, 드론플랫폼 2차)



< 드론 키트 활용 약제 충전 사진 >



< 자율비행 드론 방제 사진 >



< 드론 키트 운용 사진 >



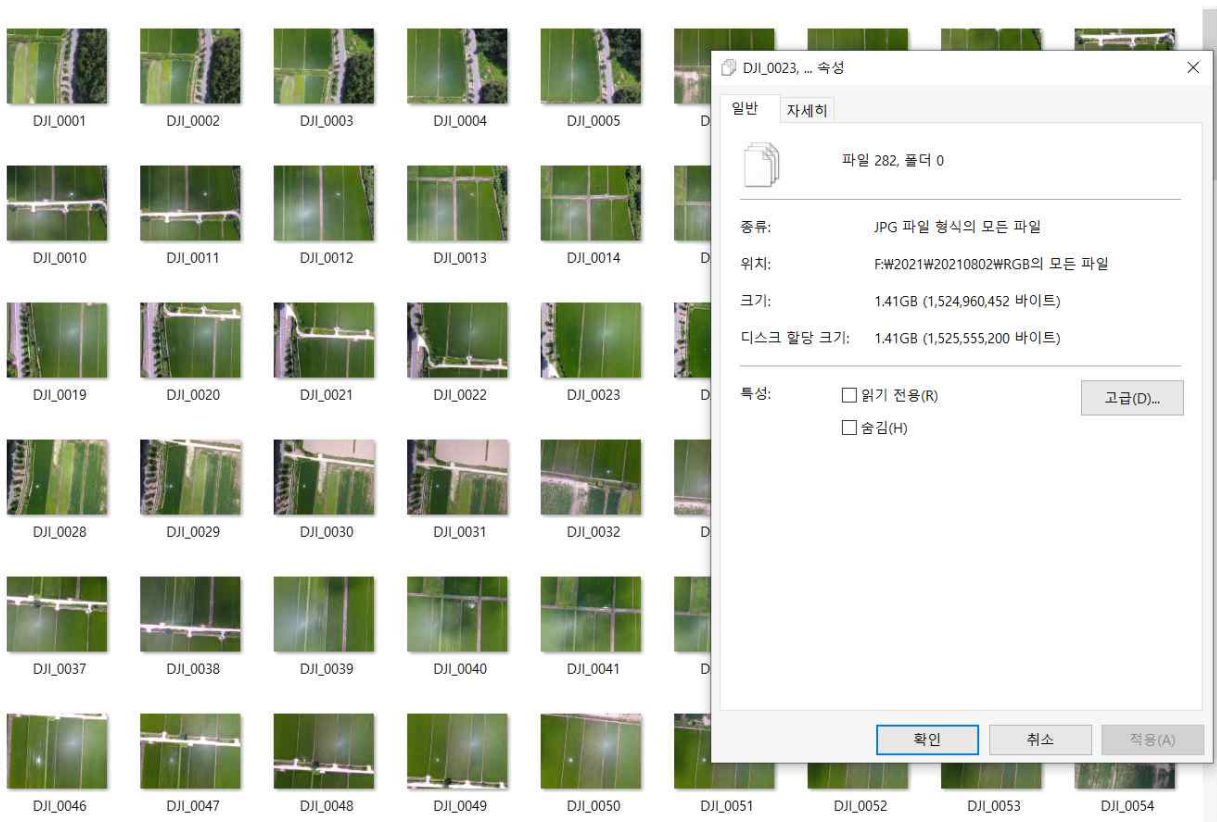
< 정밀농업플랫폼 - 방제드론 연계 구성 >

- * 총 방제 면적은 158만평 (1차: 24만평, 2차: 60만평, 3차: 60만평, 4차: 14만평)
- * 신트드론 플랫폼을 통한 사전 비행/방제 계획 수립
- * 모바일 GCS, 드론플랫폼을 통한 자율비행 방제
- * 드론키트를 활용한 배터리 충전, 약제 교반 등 방제 전과정 실증
- * 방제 전/후 분석을 위한 멀티스펙트럴 카메라 촬영 및 식생지수 분석

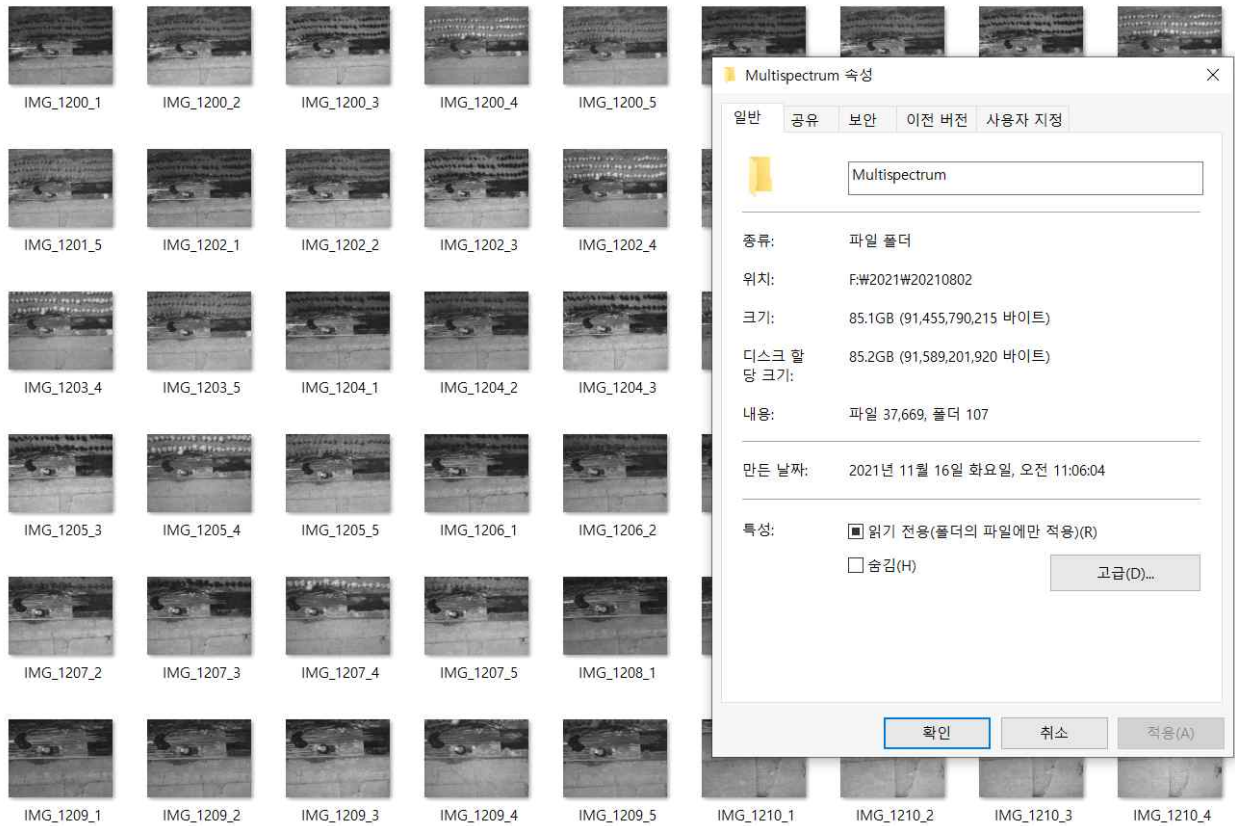
o 풀사료 파종 작업

- * 경상남도 함안군 일대에 10월3일부터 10월9일까지 드론 키트를 활용해 파종 작업 투입
- * 총 면적은 60만평

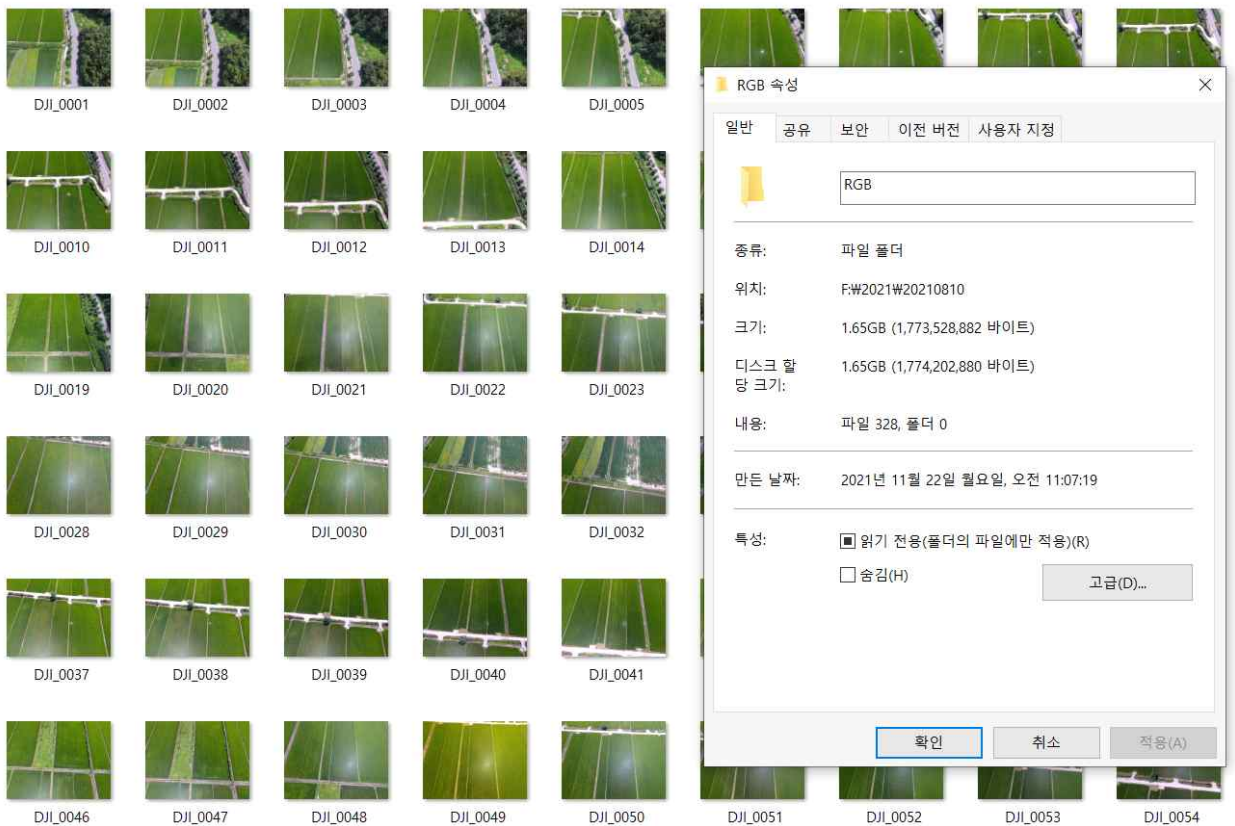
o 2021년 8월 1차 방제 전후 항공촬영



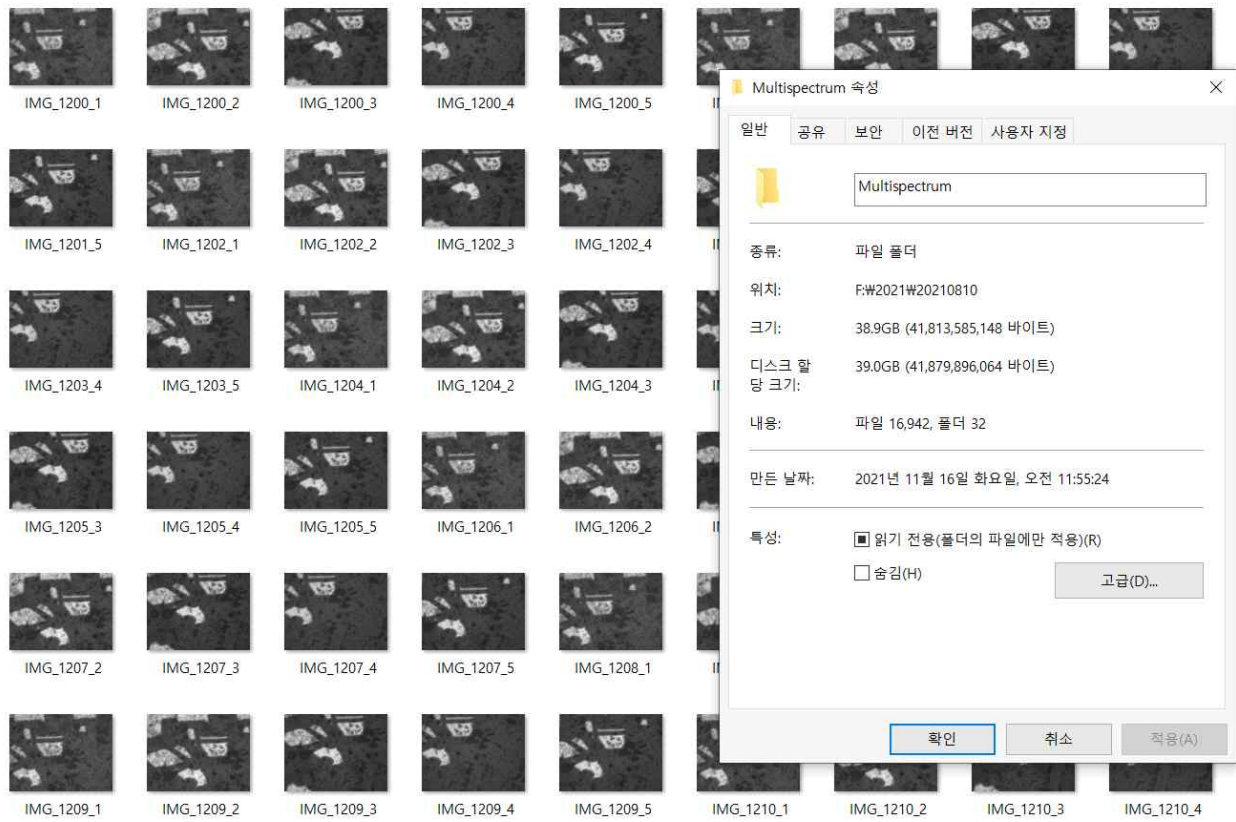
< 2021년 8월 2일, 1차 방제 전 RGB 카메라 촬영 결과 샘플 >



< 2021년 8월 2일, 1차 방제 전 멀티스펙트럴 카메라 촬영 결과 샘플 >

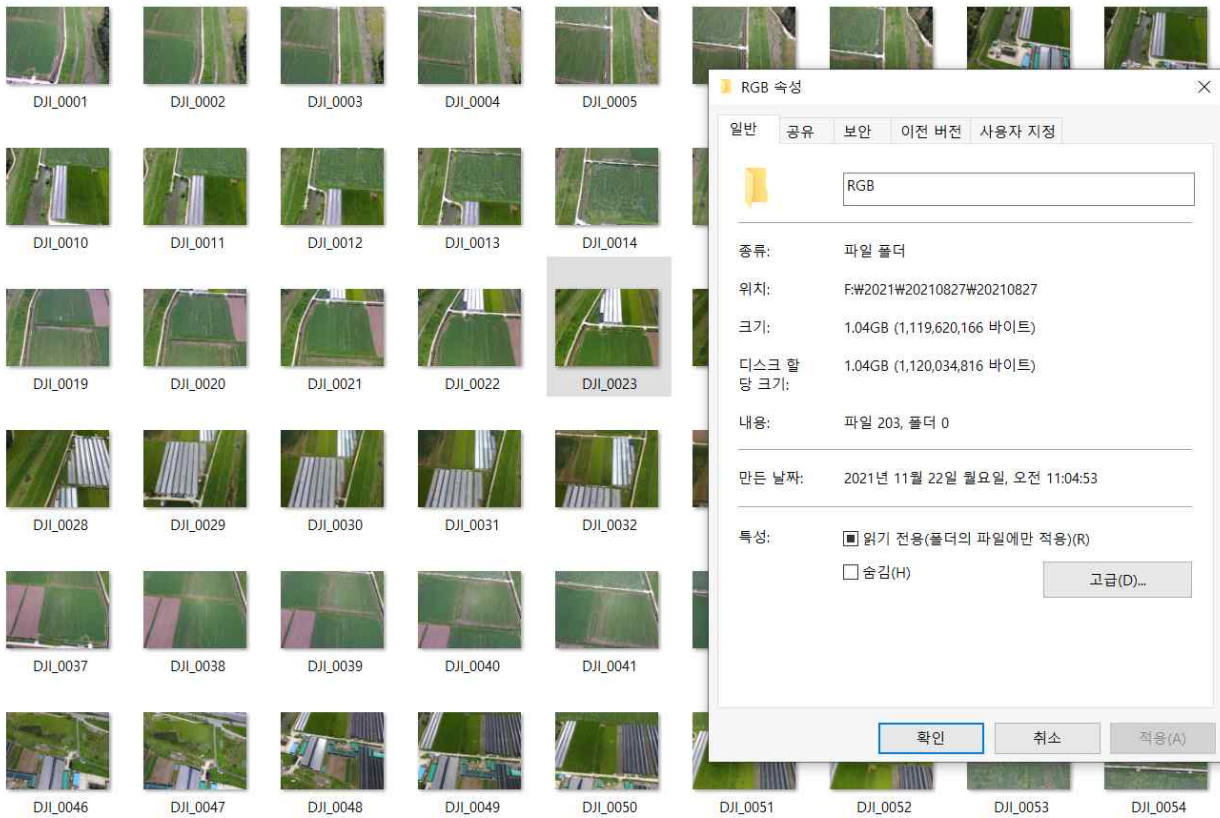


< 2021년 8월 10일, 1차 방제 후 RGB 카메라 촬영 결과 샘플 >

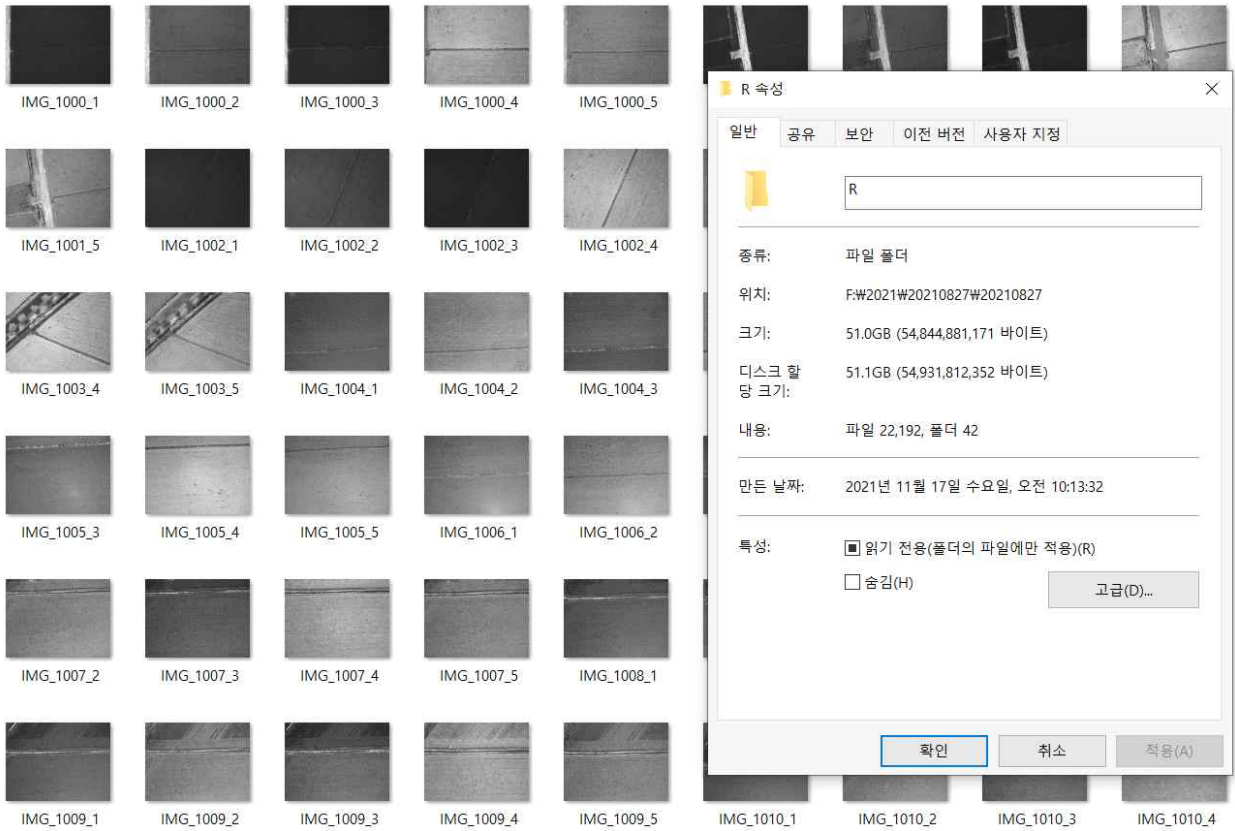


< 2021년 8월 10일, 1차 방제 후 멀티스펙트럴 카메라 촬영 결과 샘플 >

o 2021년 8월 2차 방제 전후 항공촬영



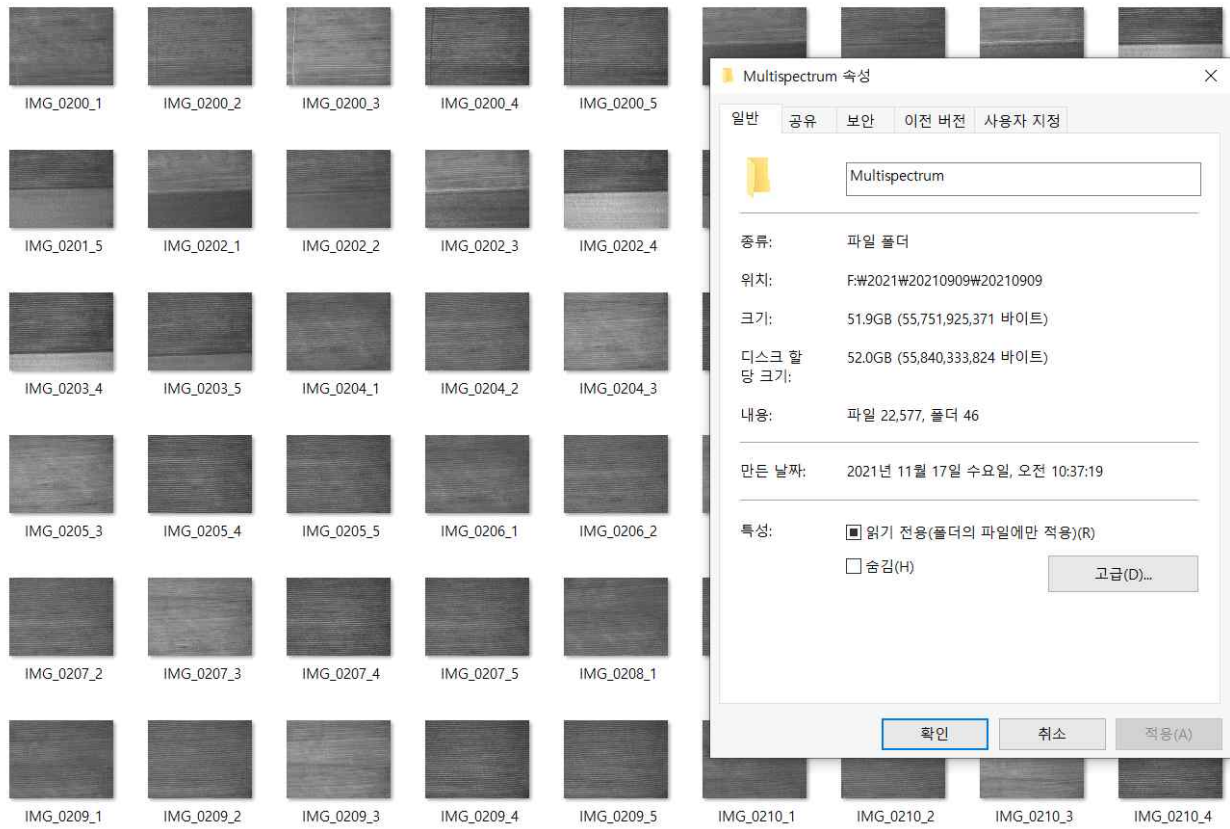
< 2021년 8월 27일, 2차 방제 전 RGB 카메라 촬영 결과 샘플 >



< 2021년 8월 27일, 2차 방제 전 멀티스펙트럴 카메라 촬영 결과 샘플 >



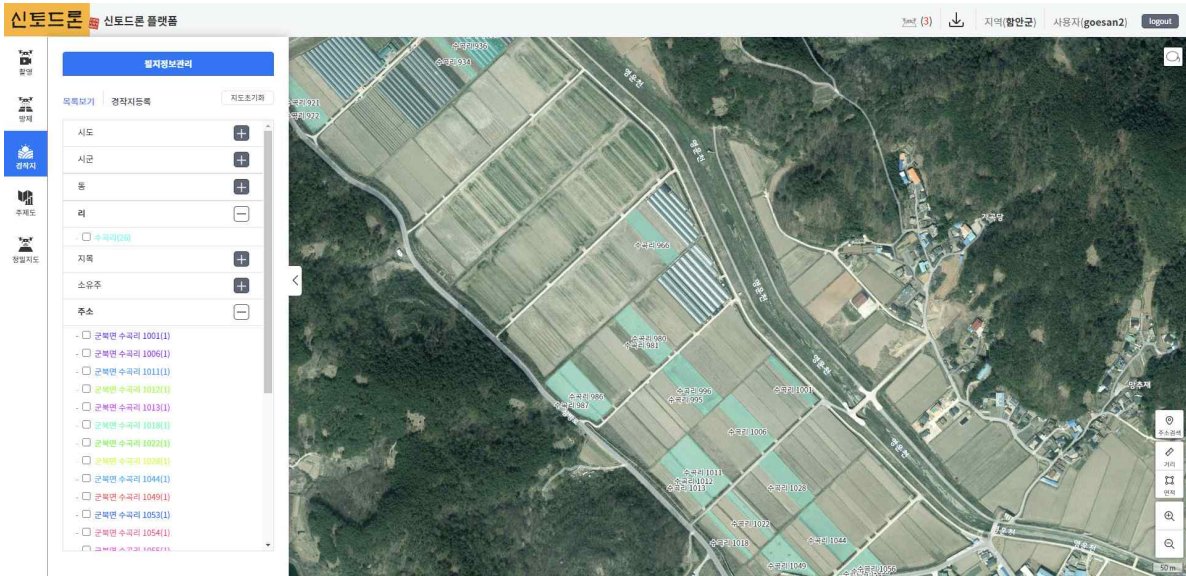
< 2021년 9월 9일, 2차 방제 후 RGB 카메라 촬영 결과 샘플 >



< 2021년 9월 9일, 2차 방제 후 멀티스펙트럴 카메라 촬영 결과 샘플 >

○ 운용 플랫폼(신토드론 플랫폼) 촬영/방제 시험 및 분석

* 대상 필지 정보 등록



< 실증 대상 필지 등록 >

* 드론 카메라로 촬영 후 플랫폼에 업로드



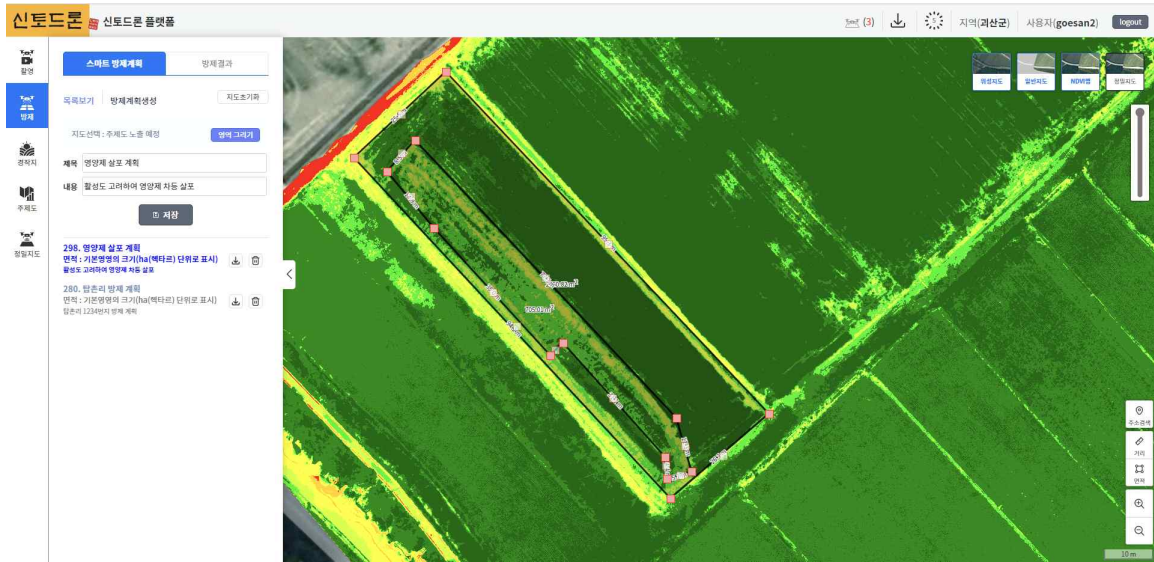
< 드론 촬영 사진 업로드 후 촬영 위치/정보 확인 >

* 드론 정밀지도상에서 대상 필지 경계 확인 및 방제 계획 수립



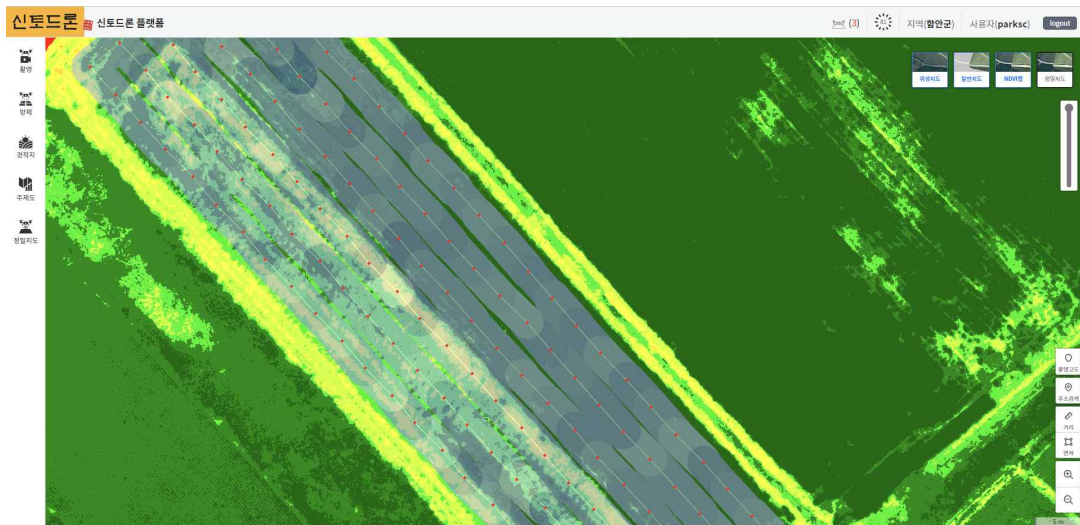
< 드론 촬영사진 기반 정밀지도 상에서 방제 계획 수립 >

* 멀티스펙트럴 카메라 촬영후 식생지수(NDVI) 분석하여 시비/방제 계획 수립



< 식생지수 분석후 시비/방제 계획 수립 >

* 방제 결과 확인 : 방제계획에 따라 자동 살포한 결과를 모바일GCS를 통해 운영플랫폼에 업로드하여 살포경로, 살포폭, 살포량 등을 시각화



o 실증 시험 자평

- * 운용 플랫폼을 활용해 현장에서 방제 대상 필지의 확인이 용이하고, 사전에 비행/살포 경로를 계획할 수 있어 현장에서 신속한 방제 가능
- * 운용 플랫폼을 통해 원격에서도 방제 상황을 파악할 수 있어 대규모 방제 작업시 효율적으로 현장 지휘 가능
- * 정확한 자율 경로 비행/방제로 중복살포, 누락살포 구간 최소화
- * 교반 장치 활용으로 드론에 탑재할 농약을 만드는 시간을 단축하였고 이에 따른 노동력도 절감
- * 배터리 전용 충전기 활용으로 이동 중 충전의 안정성이 확보되었음. 기존에는 농로 이동 중 접속 불량 등이 발생해 충전이 실패하는 경우가 종종 발생하였음
- * 드론 착륙장 활용으로 드론을 트럭에 실고 내리는 작업이 용이하게 되어 작업 시간 절감에 기여
- * 작업에 필요한 장비들을 한군데 잘 모아서 작업 동선 최소를 해서 시간을 절감하고 작업 효율을 높였음

○ 실용화재단 기술지도 검정

- 실외 비행테스트 진행 및 측정 데이터 수집
- 실내 측정실에서 분사각, 분사량, 분사 범위, 모터 PRM 측정 실험을 지그에 매달아 공중 이송 장치에 의해 빠른 속도로 이동하며 균일 살포시험을 검증
- 실외 비행테스트 한 자료를 토대로 실내 분사 및 모터 RPM 측정 진행



<농업기술실용화재단의 실내드론살포 검정시험장>

농업기계 기술지도검정 성적서

1. 신청인

- 가. 성명 : 송지홍
- 나. 사업자등록번호 : 360-88-00443
- 다. 주소 : 대전광역시 유성구 테크노4로 17 (관평동) 대덕비즈센터
- 라. 상호 : 주식회사 스페이스소프트인더스트리

2. 검정 용도의 제품

- 가. 기종명 : 농업용무인항공살포기
- 나. 형식명 : SI-001
- 다. 형식 및 규격 : 멀티콥터(액제살포식), 최대이륙중량 27.6 kg

3. 검정번호 : 20-MT-122

4. 검정성적 : 불임

「농업기계화 촉진법」 제9조 제1항 및 같은 법 시행규칙 제3조에 따라 검정 신청한 농업기계에 대한 기술지도검정 성적입니다.

2020년 11월 19일

농업기술실용화재단 이사장



검정 성적

- 1. 기종명 : 농업용무인항공살포기
- 2. 검정 번호 : 20-MT-122
- 3. 형식명 : SI-001
- 4. 형식 : 멀티콥터(액제살포식)
- 5. 규격 : 최대이륙중량 27.6 kg
- 6. 검정 성적



6.1 구조

6.1.1 기체의 크기

- 길이 1 790 mm
- 폭 2 030 mm
- 높이 630 mm
- 중량 17.0 kg

6.1.2 비행제원(규격 및 성능설명서에 의함)

- 최대 이륙중량 27.6 kg
- 최대 적재량 10 L
- 로터의 개수 및 회전직경 6 개, 585 mm

6.1.3 전동기

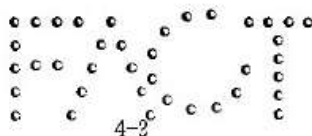
- 형식명 X6 Power System Combo
- 제조회사 Hobbywing (중국)
- 정격전압 48 V
- 상용회전속도 8 640 rpm
- 최대전류 56.8 A
- 정격출력 2.72 kW

6.1.4 축전지

- 형식명 HIGH PERFORMANCE BATTERY
- 제조사 Shenzhen Herewin Technology (중국)
- 형식 Li-po / 6 Cells / 20 C



· 개수	2 개
· 규격(V, Ah)	22.2 V, 16 Ah
· 권장소모 한계율	30 %
6.1.5 충전기	
· 형식명	POLARON POWER SUPPLY
· 제조사	Graupner (중국)
· 입력전압	220 VAC
· 출력전압	12 VDC
· 최대허용전류	25 A
6.1.6 무선 조종기	
· 주파수	2.4 GHz
· 전파출력	100 mW
6.1.7 비행제어장치	
· 비행제어기(F/C) 형식명	Pixhawk 2
· 비행제어기(F/C) 소비전력	1.25 W
· 주행안전화장치(ESC) 형식명	X6 Power System Combo
· 주행안전화장치(ESC) 허용전류	100 A
6.1.8 액제살포장치	
· 형식명	아세아텍 액제분사시스템
· 제조사	아세아텍 (대한민국)
· 장치의 크기(길이×폭×높이)	(190 × 1450 × 490) mm
6.1.9 약액탱크	
· 재질	PA12
· 탱크용량 및 개수	9.5 L, 1 개
· 최대표시용량 비율	1.05
6.1.10 노즐	
· 형식명	XR110015VS
· 제조사	Spraying System (미국)
· 노즐 최외측 길이	1370 mm
· 노즐의 종류	압력식
· 노즐개수	2 개
· 최대분무각도	110 °



8. 검정결과

- 가. 본 검정은 주식회사 스페이스소프트인더스트리에서 균일살포성능을 확인하기 위해 신청한 기술지도검정으로 실내검정장치를 사용하여 살포고도 3.00 m 에서 약액살포시 유효작업폭 5.00 m 로 측정되었음
- 나. 신청자가 제시한 약액의 시간당 배출량(0.9 L/min)과 비행속도 측정값(14.7 km/h) 적용 시 면적당 살포량은 7.35 L/ha 로 나타남
- 다. 본 검정성적은 「농업기계 검정 및 안전관리 세부 실시요령」 제 4조의 규정에 따라 농업용무인항공살포기 검정방법으로 실시된 기술지도검정임
- 라. 본 시험 결과는 신청자가 개발제품에 대한 특정한 항목 시험을 요청한 것으로 기술 개량 및 개발 이외의 목적으로 사용(활용)할 수 없음

책임연구원
김영태

김영태

연구원
백선욱

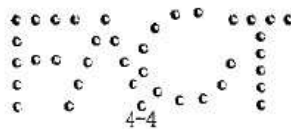
백선욱

연구원
박하은

박하은

책임연구원
이현우

이현우



○ 정밀 농업 효과 분석

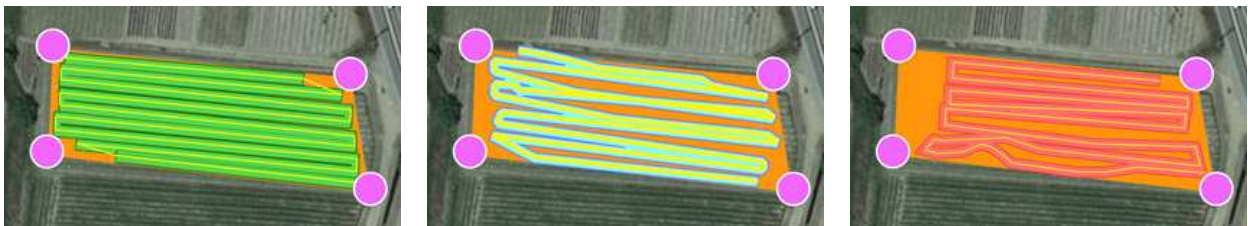
- 자동 경로 비행 기술 적용에 따른 작업 정확도 향상

o 자동 경로 비행과 수동 비행 시 비행 궤적 비교



< 비행 방식에 따른 비행 궤적 비교 >

o 자동 경로 비행과 수동 비행 시 방제 작업 면적 비교



< 비행 방식에 따른 방제 작업 면적 비교 >

* 자동 경로 비행 기술 적용 시, 살포 균일도가 높아지며, 면적 당 약제 사용량 지정 및 가변 살포 가능, 일정한 약제 방제가 가능하며, 작업자의 작업 강도가 낮아서 인건비 절감 가능

* 자동 경로 비행을 통한 방제 시, 1.27배 이상 높은 정확도를 보임

	전체 대상 면적	자동비행1	자동비행2	수동비행1	수동비행2
작업 면적(m ²)	2,000	1,857	1,857	1,425	1,510
작업완료비율	100%	93%	93%	71%	76%

○ 정밀 농업 활용에 따른 경제적 효과 분석

- 드론 활용 항공방제 시, 농약 대비 8배에서 최대 64배 정도의 물을 사용하지만, 기존 관행 농약 방제는 500배에서 최대 2,000배 정도의 물을 희석하여 사용하므로, 더 적은 양의 물로 방제가 가능

- 기존 약줄(구멍 뚫린 호스) 또는 약대(등에 매달고 뿌리는 분사장치) 등을 이용할 경우, 농약에 많이 노출되어 작업 강도가 높아지지만, 드론을 이용한 항공 방제의 경우 실제 농약 살포 시 농약에 노출될 위험이 거의 없음

- 기존 농약 방제 방식 대비, 정밀 농업 플랫폼을 이용한 자동 방제 시 최대 30배 정도의 효율이 나오게 되었고 혼자서도 방제가 가능하여 획기적인 인건비 절감 가능

- 정확히 목표한 지점에 목표한 양의 농약 방제가 가능하여, 환경 친화적인 지속가능한 농업 실현

- 전체적인 농약 사용량 감소로 생태계 파괴를 최소화하고 영농비용 절감

- 농작물의 생육에 대한 실시간 모니터링이 가능하여 데이터 기반의 방제와 시비 등이 가능

- 다만, 짧은 실증 기간 및 환경변수에 의해 정밀 농업에 따른 생산량 증가는 수치로 확인하기 어려움

3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

1) 연구수행 결과

(1) 정성적 연구개발성과

- 정밀농업용 자율비행 다목적 드론 플랫폼 개발
 - 다목적 영농작업에 활용 가능토록 드론에 카메라 및 입제/액제 살포용 임무장비 교체 탑재
 - 농지내 작물 생육상태별 변량살포 가능한 지능형 파종/살포/방제기 개발
 - 농지내 자동 정밀경로 비행 및 임무제어가 가능한 제어장치(FCC, GCS) 개발
 - 정밀농업 수행간 드론 운용효율 향상을 위한 드론 운반키트 제작
- 드론 자율비행 및 임무제어 SW 개발
 - 정밀 자동경로비행 제어를 위한 비행제어(FCC) SW 개발
 - 변량살포장치 정밀제어를 위한 임무제어(MCS) 모듈 및 SW 개발
 - 지능형 비행/임무 제어를 위한 지상통제장치(GCS) SW 개발
 - 농지간 이동시 편의를 위한 모바일 GCS SW 개발
- 촬영영상 전처리/분석 및 3D지도 생성 SW 개발
 - 드론 촬영영상 전처리 및 보정, 3D 정밀 지도 생성, 지도매핑 SW 개발
 - 작물 성장상태 확인을 위한 정규화식생지수(NDVI) 생성 및 분석 SW 개발
- 영농DB 및 빅데이터 축적/분석 SW 개발
 - 농지내 작물 촬영영상 및 비행데이터 DB구축 및 정밀 분석SW 개발
 - 농지내 토양 및 영양분, 기상정보 등 관련정보 축적/분석 SW 개발
- 드론플랫폼 운영환경 구축 및 실증 시험
 - 2D/3D공간정보(GIS)에 기반한 농지, 영농작업, 작물 생육정보 관리 환경 구축
 - 정밀 변량살포를 위한 작물 생육상태별 표준 살포 기준 구축
 - 다목적 드론 플랫폼 성능 검증 및 농지내 통합운용 실증시험
- 연구 개발 플랫폼에 대한 상품성 검토 및 타 제품과의 성능 비교
 - <웹기반 플랫폼 활용 수준>
 - * 국내외 제조사의 경우
 - 농업용 드론의 기술이 발달한 중국 DJI나 XAG에서 운영하는 웹기반 농업관리플랫폼의 경우 사용자 및 기체 정보를 대상으로 작업한 농경지를 대상으로 계획한 경로 및 작업한 경로와 일부 비행기록(고도, 속도, 분사량)이 기록되는 것이 대부분임.
 - 국내 일부 제조사에서도 유사한 플랫폼을 만들어 농업관리 기능을 개발한 곳이 있음.
 - 다만, 작업 경로와 비행 기록 등의 데이터를 폐쇄적인 구조로 별도로 공유하지 못해 데이터의 추출이나 활용성이 떨어짐.
 - DJI에서도 NDVI 및 정사지도를 사용하려면 촬영한 데이터를 PC에 설치한 별도의 프로그램을 이용해 변환 및 추출한 다음 SD카드로 복사한 다음 조종기로 다시 복사하고, 계획한 내용을 재편집해 드론으로 전송해 방제 작업을 하는 방법을 이용함

* 연구개발 정밀농업 플랫폼의 경우

- 정밀농업 플랫폼의 경우 웹기반 운영플랫폼이면서도 국내외 업체에서 적용하지 못한 다양한 기능이 가능함
 - > 웹기반 농업관리 플랫폼에서 유일하게 촬영된 NDVI 및 정사지도 데이터를 서버에 전송하면 플랫폼과 연동된 SW에서 처리되고, 적절하게 설정된 작업경로를 GCS로 다운로드하고, 해당 작업계획을 드론으로 수행할 수 있는 구성임.
 - > 촬영된 지역의 작업계획 및 계획 수정은 물론, 방제 작업한 데이터를 사용자 또는 운영자가 원하는 다양한 정보 형태로 외부로 추출할 수 있는 개방적인 구조임.

<RTK 활용 수준>

* 국내외 제조사의 경우

- 해외의 경우 이동 기지국 또는 네트워크 RTK를 이용해 드론의 위치 정밀도 확보하는 기술이 적용된 제품들이 있음.
- 국내 제조사에서 만든 드론 중에는 RTK를 이용하는 제품이 없음.
- 이동식 기지국을 사용할 경우 국내 법규상 작업 반경이 500m 이내로 제한됨.
- 네트워크 RTK를 사용하는 경우도, 방식에 따라 VRS 방식은 동시접속자가 1200명으로 제한되어 농업용 드론 사용자의 활용 가능성이 매우 낮음. FKP 방식을 이용하면 사용자수에 제한이 없으나 상대적으로 위치 정밀도가 떨어짐.

* 연구개발 정밀농업 플랫폼의 경우

- 농업용드론은 비행성능과 분사(살포)성능이 조화가 중요하고, 특히 비행성능에서는 RTK 등을 이용한 위치 정밀도 및 경로 추종성이 높을수록 정밀 비행이 가능해짐.
- MBC RTK를 이용해 이동식 고정 기지국 수준의 고정 및 위치 정밀도를 확보하기 용이함.
- 경로 계획에 따른 경로 추종성 및 비행 안전성이 매우 우수한 수준임.

< 드론 임무장비 활용 수준>

* 국내외 제조사의 경우

- DJI, XAG 등 고성능 정밀농업을 지향하는 농업용 드론일수록 기체 내에 비행제어장치와 임무제어장치가 별도로 구성되어 있음. 국내 제조 드론의 경우 비행제어장치에 일부 기능을 이용해 임무를 제어하는 것이 대부분임.
- 해외의 유명 제품들은 대부분 액제와 입제 임무장비를 교체 장착할 수 있음. 국내 제조사에서도 액제와 입제 임무장비를 교체 장착하는 기능을 보유한 제품이 몇 가지 출시되어 있음.
- 해외의 경우 일부 제품에서 전방 혹은 전.후방 카메라의 기능을 적용함. DJI의 경우 최근 출시한 신형 제품에서 작업대상 농경지를 촬영해 해당 정보를 조종기에서 확인하고 편집하는 기능을 적용함.
- DJI의 최신 제품에 가변 살포 기능이 적용되었으나, 정밀 제어를 위해서는 중간 과정에 별도의 외부 프로그램을 이용해야 함.

* 연구개발 정밀농업 플랫폼의 경우

- 고성능 정밀농업을 추구하는 만큼 비행제어장치와 임무제어장치가 별도로 구성되어 있음.
- 액제와 입제 임무장비를 교체 장착할 수 있고, 교체 방법 및 탱크 장착 방법이 상대적으로 쉬운 편임.
- 액제와 입제 임무장비 이외에 추가로 고성능 카메라를 교체 장착해 농경지에 대한 NDVI 및 정사영상 촬영 기능이 적용됨. 세 가지 임무장비를 교체 장착할 수 있다는 것이 특징임.
- 애초에 가변 살포 기능을 목적으로 개발했고, 촬영된 NDVI 및 정사영상 데이터를 서버에서 전용 SW로

분석해 해당 내용을 기반으로 별도의 외부 프로그램을 사용하지 않고 면적별로 가변 살포가 가능함.

(2) 정량적 연구개발성과(해당 시 작성하며, 연구개발과제의 특성에 따라 수정이 가능합니다)

< 정량적 연구개발성과표 >

(단위 : 건, 천원)

성과지표명		연도	1단계 (YYYY~YYYY)	n단계 (YYYY~YYYY)	계	가중치 (%)
전담기관 등록·기탁 지표 ¹⁾	특허출원	목표(단계별)	17		17	15
		실적(누적)	18		18	
	특허등록	목표(단계별)	6		6	10
		실적(누적)	10		10	
	소프트웨어	목표(단계별)	13		13	10
		실적(누적)	13		13	
	논문	목표(단계별)	2		2	-
		실적(누적)	4		4	
	학술발표	목표(단계별)	5		5	5
		실적(누적)	5		5	
연구개발과제 특성 반영 지표 ²⁾	기술실시(이전)	목표(단계별)	2		2	5
		실적(누적)	2		2	
	기술료	목표(단계별)	100		100	5
		실적(누적)	60		60	
	제품화	목표(단계별)	1		1	10
		실적(누적)	2		2	
	매출액	목표(단계별)	500,000		500,000	15
		실적(누적)	922,320		922,320	
	고용창출	목표(단계별)	14		14	15
		실적(누적)	17		17	
	기술인증	목표(단계별)	2		2	5
		실적(누적)	1		1	
	홍보(전시)	목표(단계별)	2		2	5
		실적(누적)	4		4	
	계	목표(단계별)				100
		실적(누적)				

- * 1) 전담기관 등록·기탁 지표: 논문[에스시아이 Expanded(SCIE), 비SCIE, 평균Impact Factor(IF)], 특허, 보고서원문, 연구시설·장비, 기술요약정보, 저작권(소프트웨어, 서적 등), 생명자원(생명정보, 생물자원), 표준화(국내, 국제), 화합물, 신제품 등을 말하며, 논문, 학술발표, 특허의 경우 목표 대비 실적은 기재하지 않아도 됩니다.
- * 2) 연구개발과제 특성 반영 지표: 기술실시(이전), 기술료, 사업화(투자실적, 제품화, 매출액, 고용창출, 고용효과, 투자유치), 비용 절감, 기술(제품)인증, 시제품 제작 및 인증, 신기술지정, 무역수지개선, 경제적 파급효과, 산업지원(기술지도), 교육지도, 인력양성(전문 연구인력, 산업연구인력, 졸업자수, 취업, 연수프로그램 등), 법령 반영, 정책활용, 실제 기준 반영, 타 연구개발사업에의 활용, 기술무역, 홍보(전시), 국제화 협력, 포상 및 수상, 기타 연구개발 활용 중 선택하여 기재합니다 (연구개발과제 특성별로 고유한 성과지표를 추가할 수 있습니다).

< 연구개발성과 성능지표 >

평가 항목 (주요성능 ¹⁾)	단위	전체 항목에서 차지하는 비중 ²⁾ (%)	세계 최고		연구개발 전 국내 성능수준	연구개발 목표치		달성결과
			보유국/ 보유기관	성능수준	성능수준	1단계 (2018~2021)	n단계 (YYYY~YYYY)	
1 드론 탑재/이륙중량	kg	15%	중국/DJI	10/25	10/25	10/25		10/25
2 데이터링크 이종화	Y/N	15%	중국/DJI	YES	YES	YES		YES
3 자율 경로비행 오차	cm	15%	중국/DJI	-	-	10		10
4 맵 생성 정확도	cm	15%	스위스/Pix4D	-	-	3cm		3cm
5 액제 변량살포 범위	%	20%	중국/DJI	-	-	60~100		60~100
6 입제 변량살포 범위	%	20%	중국/DJI	-	-	5~100		5~100

- * 1) 정밀도, 인장강도, 내충격성, 작동전압, 응답시간 등 기술적 성능판단기준이 되는 것을 의미합니다.
- * 2) 비중은 각 구성성능 사양의 최종목표에 대한 상대적 중요도를 말하며 합계는 100%이어야 합니다.
- * 상기 드론 운용 환경 및 비행 제약 조건
 - 1) 풍속: 0 ~ 4m/s 범위 내
 - 2) 강우: 흐리거나 맑은 날씨(이슬비나 우천시는 제외)
 - 3) 자율경로비행 오차 10cm 정밀도는 최대 풍속 4 m/s 이하에서 측정

210mm×297mm[(백상지(80g/m²) 또는 중질지(80g/m²)]

(3) 세부 정량적 연구개발성과(해당되는 항목만 선택하여 작성하되, 증빙자료를 별도 첨부해야 합니다)

[과학적 성과]

논문(국내외 전문 학술지) 게재

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCIE 여부 (SCIE/비SCIE)	게재일	등록번호 (ISSN)	기여율
1	드론의 모션 정밀 측정 방법에 관한 연구	2020년도 추계종합학술 발표회 논문집	김태천	73	대한민국	한국통신학회	비SCIE	2020.11.13	2383-8302	100%
2	농업용 드론의 수동 및 자동/자율비행 작업방식에 관한 연구	한국정보통신학회 추계종합학술대회	김태천	24	대한민국	한국정보통신학회	비SCIE	2020.10.30	2671-8022	100%
3	Assessment of collector materials for spray deposition measurement for Unmanned Aerial Spraying System	정밀농업과학기술(Precision Agriculture Science and Technology)	이춘구	3	대한민국	Korean Society of Precision Agriculture	비SCIE	2021.06.25	2672-0086	50%
4	Optimal position of thermal fog nozzles for multicopter drones	정밀농업과학기술(Precision Agriculture Science and Technology)	김태천	3	대한민국	Korean Society of Precision Agriculture	비SCIE	2021.12.31	2672-0086	100%

국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
1	대한전자공학회 2019년도 추계학술대회	이창하	2019.11.22	강원도	대한민국
2	CICS'20 정보 및 제어 학술대회	최익창	2020.10.22	제주	대한민국
3	(사)한국농업기계학회 2020년 추계학술대회	김태천	2020.10.30	전북대학교	대한민국
4	한국정밀공학회 2021 춘계학술대회	최익창	2021.05.12	온라인	대한민국
5	한국농업기계학회 2021 추계공동학술대회	최익창	2021.10.29	제주	대한민국

기술 요약 정보

연도	기술명	요약 내용	기술 완성도	등록 번호	활용 여부	미활용사유	연구개발기관 외 활용여부	허용방식

보고서 원문

연도	보고서 구분	발간일	등록 번호

생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물

번호	생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물 명	등록/기탁 번호	등록/기탁 기관	발생 연도

[기술적 성과]

□ 지식재산권(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신제품, 프로그램)

번호	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원				등록			기여율	활용 여부
			출원인	출원일	출원 번호	등록 번호	등록인	등록일	등록 번호		
1	3원 모델링 및 정사영상을 생성하기 위한 항공 촬영 장치 및 방법	대한 민국	네이버시스 템(주)	2018. 11.19	10-2018- 0142639		네이버시스템(주)	2020.04 .21	10-211 7641	100	NO
2	드론용 꽃가루 분사장치	대한 민국	(주)아세아텍	2018. 11.23	10-2018- 0146201		(주)아세아텍	2020.09 .24	10-216 1440	100	NO
3	드론용 임무장비 상부삽입형 플랫폼	대한 민국	(주)아세아텍	2018. 11.23	10-2018- 0146176		(주)아세아텍	2020.05 .27	10-212 6399	100	NO
4	트윈형 드론패드가 구비된 소형화물차용 드론키트	대한 민국	농부촌영농 단(합)	2018. 11.29	10-2018- 0150401					100	NO
5	사용자 맞춤형 드론 조종기 및 그에 따른 제어방법	대한 민국	경북대산학 협력단	2019. 08.14	10-2019- 0099474		경북대산학협 력단	2021.10 .19	10-231 6838	100	NO
6	무인비행기를 이용한 비측량용 실시간 고해상도 정사지도 생성 방법 및 비측량용 실시간 비측량용 실시간 고해상도 정사지도 생성 장치	대한 민국	네이버시스 템(주)	2019. 09.27	10-2019- 0119937		네이버시스템(주)	2020.09 .17	10-215 9134	100	NO
7	시비 및 방제를 위한 실시간 드론 제어 방법 및 실시간 드론 제어 시스템	대한 민국	네이버시스 템(주)	2019. 10.01	10-2019- 0121617		네이버시스템(주)	2020.03 .02	10-208 9423	100	NO
8	좌우 분사 제어형 드론용 액제살포장치	대한 민국	(주)아세아텍	2019. 10.30	10-2019- 0136203					100	NO
9	드론용 입제살포장치	대한 민국	(주)아세아텍	2019. 10.30	10-2019- 0136193					100	NO
10	농사용 드론 농약방제를 위한 보급형 드론키트	대한 민국	농부촌영농 단(합)	2019. 10.31	10-2019- 0137467					100	NO
11	랜딩스키드가 겸비된 대용량 멀티콥터 드론용 입제 살포기	대한 민국	농부촌영농 단(합)	2020. 01.29	10-2020- 0010738					100	NO
12	사용자 맞춤형 드론 조종기	대한 민국	경북대산학 협력단	2020. 08.13	10-2020- 0101663		경북대산학협 력단	2021.12 .01	10-233 5859	100	NO
13	드론을 이용한 실시간 변량 살포 방법 및 드론을 이용한 실시간 변량 살포 시스템	대한 민국	네이버시스 템(주)	2020. 10.16	10-2020- 0134298		네이버시스템(주)	2021.02 .17	10-221 8863	100	NO
14	정밀 농업을 위한 액제분사장치의 제어방법	대한 민국	경북대산학 협력단	2020. 10.29	10-2020- 0142453					100	NO
15	액제 혹은 입제를 변량 살포하기 위한 드론	대한 민국	(주)스페이스 소프트인더 스트리	2020. 10.30	10-2020- 0142674		(주)스페이스소 프트인더스트 리	2021.06 .14	10-226 7022	100	NO
16	GPS 음영 지역에서 경로 비행을 수행하는 드론 및 그 방법	대한 민국	(주)스페이스 소프트인더 스트리	2020. 10.13	10-2020- 0132145		(주)스페이스소 프트인더스트 리	2021.08 .09	10-228 9752	100	NO
17	드론 촬영 이미지를 이용한 정사지도 생성 시의 지상기준점의 설정 자동화 방법 및 시스템	대한 민국	네이버시스 템(주)	2021. 11.24	10-2021- 0162942					100	NO
18	저고도 드론을 이용한 농작물 생육 분석 방법 및 시스템	대한 민국	네이버시스 템(주)	2021. 11.24	10-2021- 0162941					100	NO

○ 지식재산권 활용 유형

※ 활용의 경우 현재 활용 유형에 √ 표시, 미활용의 경우 향후 활용 예정 유형에 √ 표시합니다(최대 3개 중복선택 가능).

번호	제품화	방어	전용실시	통상실시	무상실시	매매/양도	상호실시	담보대출	투자	기타

□ 저작권(소프트웨어, 서적 등)

번호	저작권명	창작일	저작자명	등록일	등록 번호	저작권자명	기여율
1	신토드론 도복검출 서비스 소프트웨어	2020-10-06	네이버시스템(주)	2020-10-06	C-2020-033908	네이버시스템(주)	100
2	신토드론 타일맵 서비스 소프트웨어	2020-10-06	네이버시스템(주)	2020-10-06	C-2020-033909	네이버시스템(주)	100
3	신토드론 정사지도 관리 서비스 소프트웨어	2020-10-06	네이버시스템(주)	2020-10-06	C-2020-033906	네이버시스템(주)	100
4	신토드론 식생지수 분석 서비스 소프트웨어	2020-10-06	네이버시스템(주)	2020-10-06	C-2020-033907	네이버시스템(주)	100
5	신토드론 DroneEZ(드론이지) 지상통제시스템 소프트웨어	2020-10-06	네이버시스템(주)	2020-10-06	C-2020-033905	네이버시스템(주)	100
6	농업용 스마트 변량 액제/입제 살포 통제 및 모니터링 소프트웨어	2020-10-19	네이버시스템(주)	2020-10-19	C-2020-035944	네이버시스템(주)	100
7	드론 작업 스케줄러 서버	2020-09-24	농부촌영농단(합)	2020-09-24	C-2020-032916	농부촌영농단(합)	100
8	신토드론 농업주제도 관리 서비스 소프트웨어	2021-03-31	네이버시스템(주)	2021-03-31	C-2021-014594	네이버시스템(주)	100
9	신토드론 병충해검출 서비스 소프트웨어	2021-04-30	네이버시스템(주)	2021-04-30	C-2021-014341	네이버시스템(주)	100
10	신토드론 작물결구검출 서비스 소프트웨어	2021-03-30	네이버시스템(주)	2021-03-30	C-2021-014340	네이버시스템(주)	100
11	신토드론 자동 GCP 인식 소프트웨어	2021-09-14	네이버시스템(주)	2021-09-14	C-2021-036350	네이버시스템(주)	100
12	신토드론 촬영용 드론 운영제어 관리 서비스 소프트웨어	2021-09-14	네이버시스템(주)	2021-09-14	C-2021-036348	네이버시스템(주)	100
13	신토드론 방제용 드론 운영제어 관리 서비스 소프트웨어	2021-09-14	네이버시스템(주)	2021-09-14	C-2021-036349	네이버시스템(주)	100

□ 신기술 지정

번호	명칭	출원일	고시일	보호 기간	지정 번호

□ 기술 및 제품 인증

번호	인증 분야	인증 기관	인증 내용		인증 획득일	국가명
			인증명	인증 번호		
1	농기계 및 농자재인증	농업기술실용화재단	농업기계 종합기술지도검정	20-MT-122	20.11.13	대한민국

□ 표준화

○ 국내표준

번호	인증구분 ¹⁾	인증여부 ²⁾	표준명	표준인증기구명	제안주체	표준종류 ³⁾	제안/인증일자

* 1) 한국산업규격(KS) 표준, 단체규격 등에서 해당하는 사항을 기재합니다.

* 2) 제안 또는 인증 중 해당하는 사항을 기재합니다.

* 3) 신규 또는 개정 중 해당하는 사항을 기재합니다.

○ 국제표준

번호	표준화단계구분 ¹⁾	표준명	표준기구명 ²⁾	표준분과명	의장단 활동여부	표준특허 추진여부	표준개발 방식 ³⁾	제안자	표준화 번호	제안일자

* 1) 국제표준 단계 중 신규 작업항목 제안(NP), 국제표준초안(WD), 위원회안(CD), 국제표준안(DIS), 최종국제표준안(FDIS), 국제표준(IS) 중 해당하는 사항을 기재합니다.

* 2) 국제표준화기구(ISO), 국제전기기술위원회(IEC), 공동기술위원회1(JTC1) 중 해당하는 사항을 기재합니다.

* 3) 국제표준(IS), 기술시방서(TS), 기술보고서(TR), 공개활용규격(PAS), 기타 중 해당하는 사항을 기재합니다.

[경제적 성과]

□ 시제품 제작

번호	시제품명	출시/제작일	제작 업체명	설치 장소	이용 분야	사업화 소요 기간	인증기관 (해당 시)	인증일 (해당 시)

□ 기술 실시(이전)

번호	기술 이전 유형	기술 실시 계약명	기술 실시 대상 기관	기술 실시 발생일	기술료 (해당 연도 발생액)	누적 징수 현황
1	직접실시	괴산군 노지 스마트농업 시범사업 기본계획 수립 용역	농어촌공사	2020.09.30	17,206,000	17,206,000
2	직접실시	드론 임무장비 설계 제작	㈜아세아텍	2021.11.15	42,560,000	59,766,000

* 내부 자금, 신용 대출, 담보 대출, 투자 유치, 기타 등

□ 사업화 투자실적

번호	추가 연구개발 투자	설비 투자	기타 투자	합계	투자 자금 성격*

□ 사업화 현황

번호	사업화 방식 ¹⁾	사업화 형태 ²⁾	지역 ³⁾	사업화명	내용	업체명	매출액		매출 발생 연도	기술 수명
							국내 (천원)	국외 (달러)		
1	자기실시	신제품 개발	국내	신토드론 플랫폼	괴산 노지스마트농업 시범사업에 드론운용/생육진단 시스템으로 신토드론 플랫폼 활용.	네이버시스템(주)	910,000		2021년	
2	자기실시	신제품 개발	국내	드론키트 교반장치	드론키트 교반장치 상품화.	농부촌영농단(합)	12,320		2021년	
3	자기실시	신제품 개발	국내	드론용 임무장비 사업	드론용 꽃가루 분사장치 개발	㈜아세아텍			2022년 (예상)	
4	자기실시	기존 제품 개선	국내	드론용 임무장비 사업	드론용 연막기 개선 / 개발	㈜아세아텍			2022년 (예상)	

* 1) 기술이전 또는 자기실시

* 2) 신제품 개발, 기존 제품 개선, 신공정 개발, 기존 공정 개선 등

* 3) 국내 또는 국외

□ 매출 실적(누적)

사업화명	발생 연도	매출액		합계	산정 방법
		국내(천원)	국외(달러)		
신토드론 플랫폼	2021년	910,000		910,000	
드론키트 교반장치 상품화	2021년	12,320		12,320	
합계		922,320		922,320	

210mm×297mm[(백상지(80g/m²) 또는 중질지(80g/m²)]

□ 사업화 계획 및 무역 수치 개선 효과

성과		정밀농업 데이터플랫폼 신토드론 개발		
사업화 계획 (네이버시스템)	사업화 소요기간(년)	3년		
	소요예산(천원)	1,000,000		
	예상 매출규모(천원)	현재까지	3년 후	5년 후
		910,000	3,000,000	10,000,000
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년 후
국내			15%	30%
국외				
향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획	- 드론 외 다양한 디지털 농기계들과의 연계 사업으로 무인커넥티드 정밀 농업 구현			
무역 수치 개선 효과(천원)	수입대체(내수)	현재	3년 후	5년 후
	수출			

성과		드론용 임무장비 개발 노하우 활용 - 연막기, 꽃가루 분사장치		
사업화 계획 (아세아텍)	사업화 소요기간(년)	2~3년		
	소요예산(천원)	100,000		
	예상 매출규모(천원)	현재까지	3년 후	5년 후
		0	400,000	1,000,000
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년 후
0			20%	40%
국외				
향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획	- 제품 소형화 및 경량화 - 제어시스템 개선/개발			
무역 수치 개선 효과(천원)	수입대체(내수)	현재	3년 후	5년 후
	수출			

□ 고용 창출

순번	사업화명	사업화 업체	고용창출 인원(명)				합계
			2018년	2019년	2020년	2021년	
1	본 연구과제 수행	네이버시스템(주)	6	1		3	10
2	본 연구과제 수행	(주)아세아텍	2				2
3	본 연구과제 수행	농부촌영농단(합)	3				3
4	본 연구과제 수행	경북대학교산학협력단					
5	본 연구과제 수행	(주)메티스메이크	2				2
합계			13	1		3	17

□ 고용 효과

구분		고용 효과(명)	
고용 효과	개발 전	연구인력	
		생산인력	
	개발 후	연구인력	
		생산인력	

□ 비용 절감(누적)

순번	사업화명	발생연도	산정 방법	비용 절감액(천원)
합계				

경제적 파급 효과

(단위: 천원/년)

구분	사업화명	수입 대체	수출 증대	매출 증대	생산성 향상	고용 창출 (인력 양성 수)	기타
해당 연도							
기대 목표							

산업 지원(기술지도)

순번	내용	기간	참석 대상	장소	인원

기술 무역

(단위: 천원)

번호	계약 연월	계약 기술명	계약 업체명	계약업체 국가	기 징수액	총 계약액	해당 연도 징수액	향후 예정액	수출/ 수입

[사회적 성과]

법령 반영

번호	구분 (법률/시행령)	활용 구분 (제정/개정)	명 칭	해당 조항	시행일	관리 부처	제정/개정 내용

정책활용 내용

번호	구분 (제안/채택)	정책명	관련 기관 (담당 부서)	활용 연도	채택 내용

설계 기준/설명서(시방서)/지침/안내서에 반영

번호	구분 (설계 기준/설명서/지침/안내서)	활용 구분 (신규/개선)	설계 기준/설명서/ 지침/안내서 명칭	반영일	반영 내용

전문 연구 인력 양성

번호	분류	기준 연도	현황																
			학위별				성별		지역별										
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타						

산업 기술 인력 양성

번호	프로그램명	프로그램 내용	교육 기관	교육 개최 횟수	총 교육 시간	총 교육 인원

다른 국가연구개발사업에의 활용

번호	중앙행정기관명	사업명	연구개발과제명	연구책임자	연구개발비

□ 국제화 협력성과

번호	구분 (유치/파견)	기간	국가	학위	전공	내용

□ 홍보 실적

번호	홍보 유형	매체명	제목	홍보일
1	전시회	2019 상주 농업기계박람회	보급형 드론키트 전시	2019.04.02
2	온라인홍보	농기평 - iPET창 78호	드론으로 꿈꾸는 정밀농업의 미래	2020.05.15
3	전시회	2020 대한민국국제농기계자재 박람회	농업드론 및 운영소프트웨어	2020.10.28
4	온라인홍보	농기평 유튜브	iPET 성과발굴 현장을 가다, '자율비행 드론 플랫폼' (주)네이버시스템	2021.12.31

□ 포상 및 수상 실적

번호	종류	포상명	포상 내용	포상 대상	포상일	포상 기관

[인프라 성과]

□ 연구시설·장비

구축기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	개발여부 (○/×)	연구시설·장비 종합정보시스템* 등록여부	연구시설·장비 종합정보시스템* 등록번호	구축일자 (YY.MM.DD)	구축비용 (천원)	비고 (설치 장소)

* 「과학기술기초법 시행령」 제42조제4항제2호에 따른 연구시설·장비 종합정보시스템을 의미합니다.

[그 밖의 성과](해당 시 작성합니다)

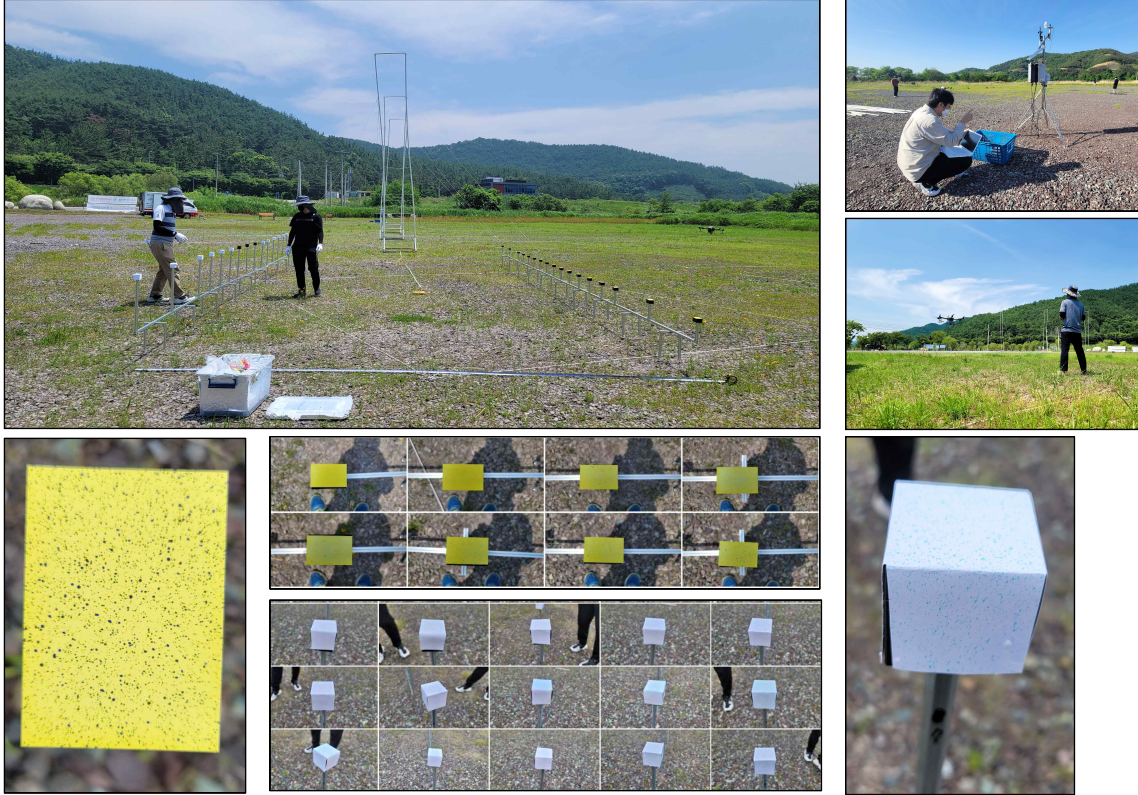
학술회의명	발표제목	발표자	인쇄물명	발표일
대한전자공학회	항공촬영 영상을 통한 액제 살포장치 성능 시험 방법	최익창	2019년 추계학술대회	2019.11.22
(사) 한국 농업 기계 학회 2020년 추계 학술대회	ICT 기술을 적용한 다목적 정밀농업용 자율비행 드론 플랫폼 연구	김태천	(사)한국농업기계학회 2020년 추계 학술대회 논문집	2020.10.30
대한전자공학회	다중 항공촬영 영상을 통한 농작물 재배 면적 분석 정확도 향상 방법	최익창	정보 및 제어 학술대회 CICS 2020	2020.10.22.
한국정밀공학회	다중 항공촬영 영상을 통한 벼 도복 피해 확인과 면적 추정	최익창	한국정밀공학회 2021 춘계 학술대회	2021.05.12.
한국농업기계학회 2021 추 계공동학술대회	정밀 농업을 위한 식생지수 분석 최적화 방안 연구	최익창	2021년 추계 공동학술대회 초록집	2021.10.29

(4) 계획하지 않은 성과 및 관련 분야 기여사항(해당 시 작성합니다)

- ISO/TC23/SC6 평가 방법 제안

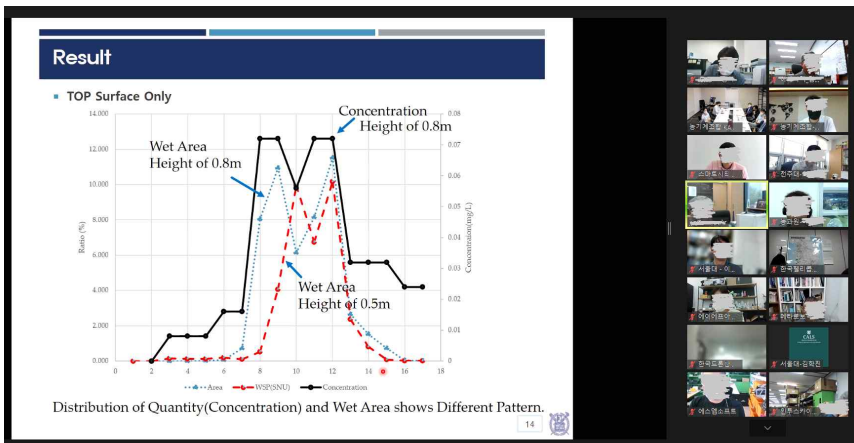
: 농업용드론에 대한 국제 표준(ISO/TC23/SC6 관련) 제정 업무를 담당하고 있는 서울대학교 이종용 교수 팀과 공동 연구 진행.

- * 국내 연구와 경험이 부족한 방제 부착시험방법에 대한 연구 및 공동 논문 작성
- * 노즐로 살포한 약제의 작물 부착률 평가 방법 및 비산 정도 측정 방법 국제 표준 제안



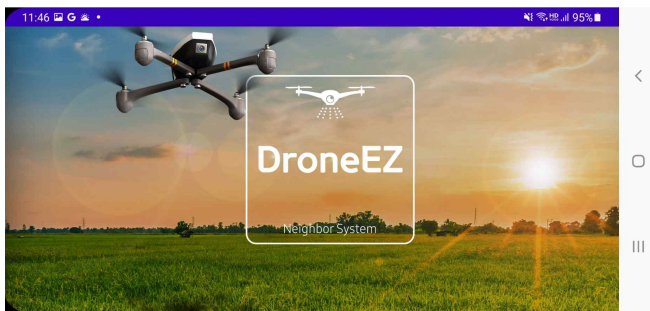
< 비산 측정장치, 감수지, 크롬코트지 등을 활용한 부착시험 및 측풍 시 비산 시험 장면 >

- * 무인항공방제기 작업기록 수집과 분석방법 세미나
- * 2021년 10월 6일, 온라인 ZOOM 회의 참여. 기존 대비 새로운 부착시험 방법 제안



- 한국산업표준(KS)으로 농임업용 기계 중 ‘농업용무인항공시스템’의 방제작업절차와 준수사항 규정에 참여(2021년 11월 22일, 온라인 ZOOM 회의)
 - * 온라인 세미나 참석 및 의견 제안 :
 - 사전 작성 내용이 엔진형 무인헬기 중심으로 작업계획서 중심으로 작성되어 있어, 배터리 기반으로 작동하는 농업용드론(멀티콥터)에 대한 내용 추가 요청
 - 노즐의 수와 펌프의 능력(분당 살포량) 고려, 기본적으로 균일 살포를 위한 조건 제안
 - 방제작업 절차 및 작업자 준수사항에 대한 매뉴얼 제공

- 모바일 GCS 개발
 - * 본 연구과제 범위에 포함되어 있지 않았으나, 노지 환경에서 사용하기 편리하도록 모바일 GCS를 추가로 개발함. 안드로이드 태블릿이나 스마트폰에 설치하여 사용가능함.
 - * 촬영용으로 널리 사용되는 DJI 드론과도 호환되며, 오픈 소스 비행제어기인 픽스호크 기반의 방제드론과 호환되도록 개발하여 활용성을 높임.
 - * 하나의 앱으로 촬영 기능과 방제 기능을 지원함으로써 일관성/편의성을 높임.



< 모바일 GCS 로딩 화면 >



< 모바일 GCS 실행화면 >

2) 목표 달성 수준

추진 목표	달성 내용	달성도 (%)
○ 정밀농업용 자율비행 다목적 드론 플랫폼 개발	- 시비/방제/촬영용 임무장비 교체 탑재 가능한 드론 플랫폼개발	90%
○ 드론 자율비행 및 임무제어 SW 개발	- FCC, MCS, GCS SW 개발	90%
○ 촬영영상 전처리/분석 및 3D지도 생성 SW 개발	- 신토드론 플랫폼 상용화	90%
○ 영농DB 및 빅데이터 축적/분석 SW 개발	- 신토드론 플랫폼 상용화	90%
○ 드론플랫폼 운영환경 구축 및 실증 시험	- KT클라우드 기반 플랫폼 시범 운용	80%
○ 연구개발성과 목표	- 연구개발성과 달성	95%
지식재산권 출원 17건 /	지식재산권 출원18건 /	
특허등록 6건 /	특허등록 10건 /	
SW등록 13건 /	SW등록13건	
비SCI논문 4건 / 학술발표 5건 /	비SCI논문 4건 / 학술발표 5건	
기술실시 2건 /	기술실시 2건 /	
사업화 제품화1건 매출액5억 /	사업화 제품화1건 매출액9.1억 /	
기술인증 2건 /	기술인증 1건 /	
신규채용 14명 /	신규채용17명 /	
홍보전시 2건	홍보전시 4건	

4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성합니다)

1) 목표 미달 원인(사유) 자체분석 내용

- 기술인증 2건 목표 중 1건 달성

번호	인증 분야	인증 기관	인증 내용		인증 획득일	국가명
			인증명	인증 번호		
1	농기계 및 농자재인증	농업기술실용화재단	농업기계 종합기술지도검정	20-MT-122	20.11.13	대한민국

* 정밀농업을 위한 방제드론의 비산 및 약제 부착도 측정 관련 국제 표준화 공동연구에 참여중이며 관련 표준화(안)이 도출된 이후에 기술인증 추진예정임.

- 기술료 1억원 목표 중 59,766천원 달성

번호	기술 이전 유형	기술 실시 계약명	기술 실시 대상 기관	기술 실시 발생일	기술료 (해당 연도 발생액)	누적 징수 현황
1	직접실시	괴산군 노지 스마트농업 시범사업 기본계획 수립 용역	농어촌공사	2020.09.30	17,206,000	17,206,000
2	직접실시	드론 임무장비 설계 제작	(주)아세아텍	2021.11.15	42,560,000	59,766,000

*기술실시 목표 건수(2건)는 달성하였으나, 중소기업 혜택으로 인한 기술료 납입 액수 부족함. 과제종료 후에도 지속적인 기술실시 및 기술이전 활동으로 기술료 추가 납부 예정임.

2) 자체 보완활동

- 추가적인 기술인증 확보를 위해 양질의 지식재산권 출원/등록에 노력하여 목표대비 초과 달성함.

(특허출원 - 목표 : 17건, 달성 : 18건) / (특허등록 - 목표 : 6건, 달성 : 10건)

- 기술료 미달성에 대하여 과제종료 후에도 지속적인 기술실시 및 기술이전 활동으로 기술료 추가 납부 예정임.

3) 연구개발 과정의 성실성

- 다양한 현장 전문가들과의 지속적인 교류를 통한 정밀 농업의 구체화된 구현 방법에 대한 정보를 수렴하여, 과감한 연구 목표 도전 및 확대를 통해 의미있는 플랫폼의 유용성을 확대하는 다양한 결과들을 확보하였음.

* ISO/TC23/SC6 평가 방법 제안 (비산 및 약제 부착도)

* 한국산업표준(KS)으로 농임업용 기계 중 '농업용무인항공시스템'의 방제작업절차와 준수사항 규정 개발에 참여

* 비전문가도 쉽게 사용할 수 있는 모바일 GCS (DroneEZ) 추가 개발

210mm×297mm[(백상지(80g/m²) 또는 중질지(80g/m²)]

5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

- 노지작물재배에 대한 기존 드론 시장이 기기 중심으로 판매되던 것으로부터, 작물의 생육 데이터에 기반한 드론 농작업을 할 수 있는 국내 최초의 자체 개발 플랫폼을 개발하였음. 개발된 플랫폼을 통해 농작물 작기 전반의 생육 영상 데이터 확보에 의한 다양한 농작업 데이터 거버넌스를 확보하게 됨
 - * 괴산 노지스마트농업 시범사업에 빅데이터플랫폼 구축사업자로 선정됨. 자체 개발 신토드론 플랫폼 도입 예정임.
 - * 안동 스마트팜 사업단에 드론용 임무장비(연막기) 시범 공급 예정임.

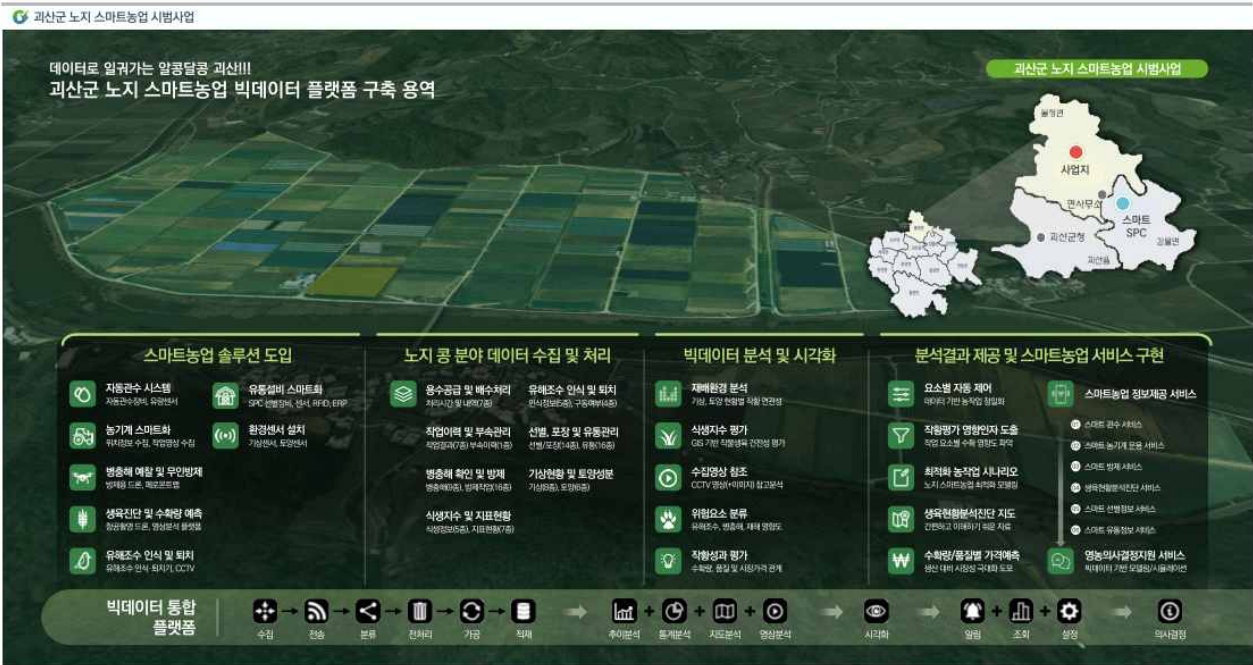
 - 향후 노지작물에 대한 농작업은 데이터에 기반한 정밀 농작업으로 점차 발전할 것이며, 이를 위한 데이터 기반 플랫폼으로서 본 연구 결과로서 확보된 플랫폼이 비약적으로 활용될 것이라 기대됨
-

6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

- 연구개발성과는 신규 사업 및 신제품 개발에 지속적으로 활용하여 고도화할 계획임

1) 노지 스마트농업 시범 사업에 정밀농업 플랫폼 도입 예정

- 노지 스마트농업 시범 사업에 본 과제를 통해 개발/상용화한 신드론 플랫폼 도입 및 빅데이터 분석 플랫폼과 연계 및 고도화하여 의사결정 지원에 활용할 계획임.

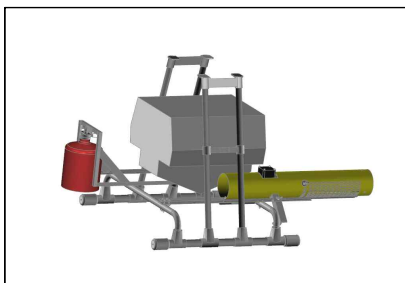


< 네이버시스템(주) 컨소시엄에서 수주한 노지 스마트농업 빅데이터 플랫폼 구축 용역 제안서 발췌 >

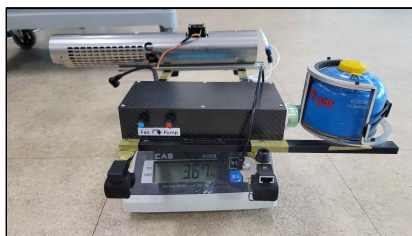
- 본 사업내에서는 촬영용 드론을 통해 취득한 영상 데이터를 기반으로 생육지도제작, 생육분석, 의사결정, 의사결정에 따른 방제계획을 수립하고, 방제계획에 따른 방제용 드론의 운용, 방제결과의 수집/분석 등 전 사이클에 걸쳐 데이터의 활용을 극대화할 계획임.
- 시범 사업을 통해 축적되는 데이터와 노하우를 바탕으로 신드론 플랫폼을 더욱 고도화하여 국내 스마트농업 확산에 기여하고 기업의 매출에도 기여할 것으로 기대됨.

2) 드론용 연막기를 활용한 제품화 진행

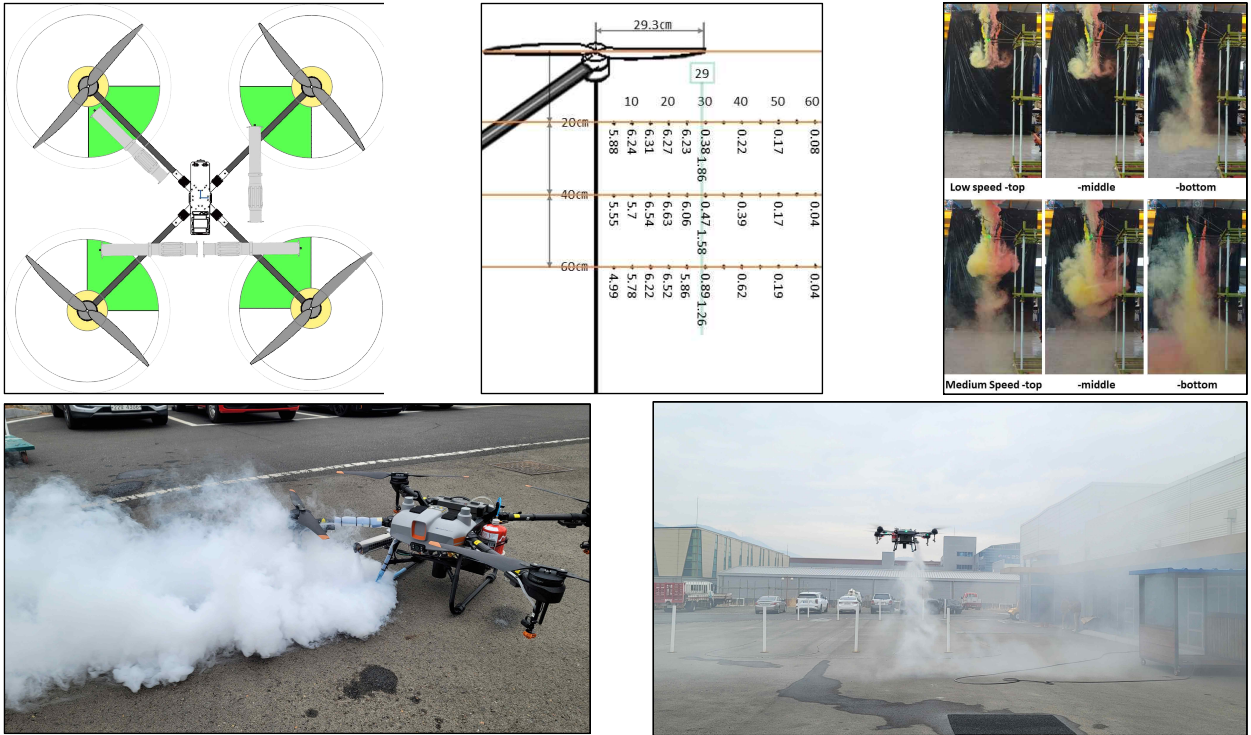
- 드론용 임무장비 연구개발 노하우를 활용해 드론용 연막기 제품화 진행
- 드론용 연막기 고정용 브래킷 아이디어 스케치 및 1차 설계



- 1차 시제품 제작 : 시판용 드론에 적용(8축, 10리터)



- 드론용 연막기 고정용 브라켓 아이디어 스케치 및 2차 설계
- 2차 시제품 제작 : 시판용 드론에 적용 방법 구상 (4축, 10리터)
- 드론에 연막기 배치 및 최적 노즐 위치 관련 시험
- 프로펠러 하향풍에 의한 풍속과 기류 분석을 통한 효과적인 연막 살포 방안 연구
정밀농업학회 연구논문 게재
- 임무장비 연구개발 노하우 활용 기술실시(직접실시)



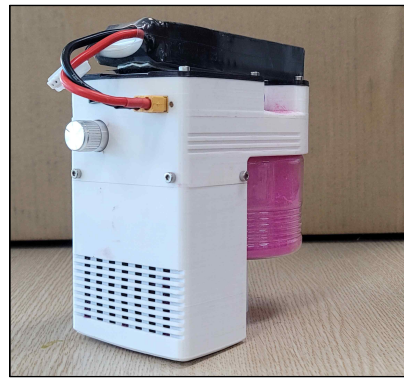
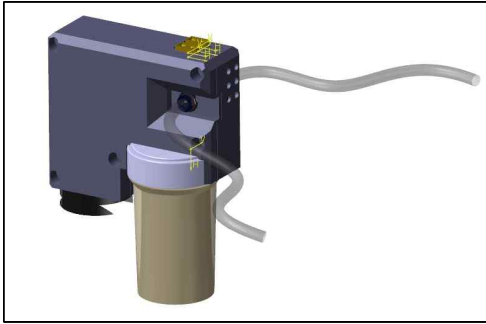
< 드론용 연막기 관련 개발 / 시험 사진 >

< 연막기 사업화 계획 >

- * 드론 활용 연막기 시제품 1차 버전의 개발이 완성단계에 있고, 현재 시판중인 일반 농업용 드론에 맞춰 연막기용 브라켓 개발을 진행중.
- 연막기는 연막제를 가열하면서 발생하는 연기에 액체 성분의 약제를 미세하게 연무화해 실어 보내는 특성상 병충해 중에서 해충 박멸에 더 효과적임.
- 안동 스마트팜 사업단에 시범 납품 예정이고, 3개년에 걸쳐 시험 운영 데이터를 확보할 계획이며, 시험 데이터를 기반으로 2023년부터는 경량화 및 상품성을 향상시킨 제품을 양산해 본격적으로 시판용 드론에 적용한 제품을 판매할 계획임.
- 연막기는 예방보다는 성충을 대상으로 한 돌발해충 방제 등에 더 효과적이라 판단되지만, 해충 방제 효과에 대해 신뢰성있는 데이터 확보를 기점으로 적극적인 사업화를 시도할 계획임.
- 연막기 방제기는 기본적으로 파리, 모기 등의 해충 박멸에 큰 효과가 있어 캠핑장, 공원, 골프장 등 사람의 접근이 많은 공원녹지의 방제를 대상으로 하는 생활공간 밀착형 방제 사업과 소나무 재선충을 대상으로 한 산림형 사업, 그리고 농지와 산지 주변에서 해마다 발생하는 돌발해충 방제를 목적으로 농업용 드론을 이용해 방제업을 하는 사업자를 대상으로 하는 방제단 보급형 사업 등을 추진할 계획임.

3) 드론용 꽃가루 살포장치 시제품 개발 및 시험

- 드론용 임무장비 연구개발 노하우를 활용해 드론용 꽃가루 살포장치 제품화 진행
- 시제품 설계 및 3D 프린팅



- 장비별 제품 성능 시험 (SS기 vs 드론)



<인공수분 장치 작업 효율 비교>

작업 방법	투입 인력(ha당)	작업 시간(ha당)
면봉(수작업)	33명	약 20시간
인공교배기(기계/전동식)	6.6명	약 20시간
SS기(송풍팬 활용)	1명	1시간
드론(꽃가루 분사장치)	1명	0.5시간

- SS기 송풍팬 연동형 vs 드론용 꽃가루 분사장치 수정률 측정 결과 (과수 : 사과)
상, 중, 하층부 개화수 비교 결과 : 드론용 꽃가루 분사장치를 이용할 경우 SS기 연동형 대비 상대적으로 당도와 품질이 좋은 상, 중층부 수정률이 평균적으로 높게 나타남.
- 임무장비 연구개발 노하우 활용 기술실시(직접실시)

< 꽃가루 살포장치 사업화 계획 >

- 꽃가루 살포장치는 과수 인공수분을 목적으로 개발한 것으로, 현재 펌프의 용량 증대 등 업그레이드 된 시제품의 개발을 진행중임.
- 꽃가루 살포시기는 과수의 짧은 개화기(1년에 단 1개월 이내)에만 사용이 가능하다는 시기적인 제한이 걸림돌이라, 일반적으로 시판되는 또는 이미 보급된 다양한 드론에 적용해서 제한된 시기 내에 살포해야 효과적임.
- 기존의 데이터 이외에 추가적인 데이터 확보를 위해 안동 스마트팜 사업단과 함께 사과 주산지를 대상으로 약 3개년 동안 시범적으로 꽃가루 살포장치에 대한 개화율 및 적용 방법 등을 공동으로 연구하는 동시에 제품화 추진을 계획중. 우선 안동 노지 스마트단지 내에 시범적으로 꽃가루 살포를 진행할 예정임.
- 3개년 동안 효과적인 살포 데이터 확보하는 동시에 2024년~2025년부터는 상품성을 개선한 제품을 개발해 단계적으로 전국의 사과 재배 단지 및 배 재배 단지 및 과수 농가를 중심으로 드론을 활용한 꽃가루 살포장치 보급할 계획임.

3) 연구개발성과 활용계획표

< 연구개발성과 활용계획표(예시) >

구분(정량 및 정성적 성과 항목)		연구개발 종료 후 5년 이내	
국외논문	SCIE	매년 목표치	
	비SCIE		
	계		
국내논문	SCIE		
	비SCIE		
	계		
특허출원	국내		
	국외		
	계		
특허등록	국내		
	국외		
	계		
인력양성	학사	10명	
	석사		
	박사		
	계	10명	
사업화	상품출시	2건	
	기술이전		
	공정개발		
제품개발	시제품개발		
비임상시험 실시			
임상시험 실시 (IND 승인)	의약품	1상	
		2상	
		3상	
	의료기기		
진료지침개발			
신의료기술개발			
성과홍보			
포상 및 수상실적			
정성적 성과 주요 내용			

< 별첨 자료 >

중앙행정기관 요구사항	별첨 자료
1.	1) 자체평가의견서
	2) 연구성과 활용계획서
2.	1)
	2)

210mm×297mm[(백상지(80g/m²) 또는 종질지(80g/m²)]

[별첨 1]

자체평가의견서

1. 과제현황

		과제번호		318009-4	
사업구분	첨단생산기술개발사업				
연구분야				과제구분	단위
사업명	첨단생산기술개발사업				주관
총괄과제	기재하지 않음			총괄책임자	기재하지 않음
과제명	ICT 기술을 적용한 다목적 정밀농업용 자율비행 드론 플랫폼 개발			과제유형	(기초,응용,개발)
연구개발기관	네이버시스템(주)			연구책임자	심재균
연구기간 연구개발비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차년도	18.4.26~18.12.31	525,000	175,000	700,000
	2차년도	19.1.1~19.12.31	700,000	233,334	933,334
	3차년도	20.1.1~20.12.31	700,000	233,334	933,334
	4차년도	21.1.1~21.12.31	700,000	233,334	933,334
	5차년도				
	계		2,625,000	875,002	3,500,002
참여기업	(주)아세아텍, 농부촌영농단(합), 경북대학교산학협력단, (주)스페이스소프트인더스트리				
상대국			상대국연구개발기관		

※ 총 연구기간이 5차년도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망


2. 평가일 : 2022.1.14

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
네이버시스템(주)	연구소장	심재균

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

본인은 평가대상 과제에 대한 연구결과에 대하여 객관적으로 기술하였으며, 공정하게 평가하였음을 확약하며, 본 자료가 전문가 및 전문기관 평가 시에 기초자료로 활용되기를 바랍니다.

확약	
----	---

[별첨 1]

I. 연구개발실적

※ 다음 각 평가항목에 따라 자체평가한 등급 및 실적을 간략하게 기술(200자 이내)

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : <우수>, 보통, 미흡, 극히불량

노지작물재배에 대한 기존 드론 시장이 기기 중심으로 판매되던 것으로부터, 작물의 생육데이터에 기반한 드론 농작업을 할 수 있는 국내 최초의 자체 개발 플랫폼을 개발하였음
개발된 플랫폼을 통해 농작물 작기 전반의 생육 영상 데이터 확보에 의한 다양한 농작업 데이터 거버넌스를 확보하게 됨

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : <우수>, 보통, 미흡, 극히불량

향후 노지작물에 대한 농작업은 데이터에 기반한 정밀 농작업으로 점차 발전할 것이며, 이를 위한 데이터 기반 플랫폼으로서 본 연구 결과로서 확보된 플랫폼이 비약적으로 활용될 것이라 기대됨

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : <우수>, 보통, 미흡, 극히불량

본 연구에서 개발된 플랫폼이 드론에 의해 수집된 영상 데이터로서, 드론 외에 다양한 농기계들의 정밀 농작업에 대한 연계성이 확대될 가능성이 높다고 사료됨
이를 위한 다양한 농기계과의 협업을 통한 무인 커넥티드팜 구현이 기대됨

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : <우수>, 보통, 미흡, 극히불량

다양한 현장 전문가들과의 지속적인 교류를 통한 정밀 농업의 구체화된 구현 방법에 대한 정보를 수렴하여, 과감한 연구 목표 도전 및 확대를 통해 의미있는 플랫폼의 유용성을 확대하는 다양한 결과들을 많이 확보하였음

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : <우수>, 보통, 미흡, 극히불량

논문 보다는 우수 기술력 확보 및 보호의 관점에서 특히 지향적 연구 수행 성과를 확보하는데 주력하였음. 목표 대비 출원 및 등록된 특허 확보율을 높임으로써 지적소유권 다량 확보함

[별첨 1]

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
○ 정밀농업용 자율비행 다목적 드론 플랫폼 개발	20%	90%	우수 (18)
○ 드론 자율비행 및 임무제어 SW 개발	10%	90%	우수 (9)
○ 촬영영상 전처리/분석 및 3D지도 생성 SW 개발	10%	90%	우수 (9)
○ 영농DB 및 빅데이터 축적/분석 SW 개발	10%	90%	우수 (9)
○ 드론플랫폼 운영환경 구축 및 실증 시험	10%	80%	우수 (8)
○ 연구개발성과목표 지식재산권 출원17건 / 특허등록 8건 / SW등록13건 비SCI논문 4건 / 학술발표 5건 기술실시 4건 사업화(과제종료전) 제품화1건 매출액5억 신규채용 14명	40%	95%	우수 (38)
합계	100점		91점

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

노지스마트농업을 위한 드론플랫폼이라는 새로운 가치 창출을 확보하였다는 점에서 자부심을 가짐. 본 연구를 통해 향후 펼쳐질 노지스마트농업의 영상데이터 플랫폼으로서 독보적 기술을 확보하게 됨으로써 다양한 사업화 및 심화 연구 가능성을 기대하고 있음

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

노지데이터 플랫폼 기반의 무인커넥티드팜 구현을 앞당기기 위하여 다양한 디지털 농기계들과의 연계 사업이 활성화되기를 기대함
보다 많은 홍보 및 광고를 통해 부족한 중소기업의 마케팅 지원이 필요하다고 사료됨

IV. 보안성 검토

해당없음

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

1. 연구책임자의 의견

해당없음

2. 연구개발기관 자체의 검토결과

해당없음

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input type="checkbox"/> 자유응모과제 <input checked="" type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야		
연구과제명	ICT 기술을 적용한 다목적 정밀농업용 자율비행 드론 플랫폼 개발			
주관연구개발기관	네이버시스템(주)		주관연구책임자	심재균
연구개발비	정부지원 연구개발비	기관부담연구개발비	기타	총연구개발비
	2,625,000,000	875,002,000		3,500,002,000
연구개발기간	2018. 4. 26 ~ 2021. 12. 31			
주요활용유형	<input type="checkbox"/> 산업체이전 <input type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input type="checkbox"/> 정책자료 <input type="checkbox"/> 기타() <input type="checkbox"/> 미활용 (사유:)			

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
① 정밀농업용 자율비행 다목적 드론 플랫폼 개발	우수
② 드론 자율비행 및 임무제어 SW 개발	우수
③ 촬영영상 전처리/분석 및 3D지도 생성 SW 개발	우수
④ 영농DB 및 빅데이터 축적/분석 SW 개발	우수
⑤ 드론플랫폼 운영환경 구축 및 실증 시험	우수

* 결과에 대한 의견 첨부 가능

3. 연구목표 대비 성과

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성과 목표	사업화지표										연구기반지표											
	지식 재산권				기술 실시 (이전)		사업화					기술인증			학술성과			교육 지도	인력 양성	정책 활용·홍보		기타 (타연구활용예외)
	특허 출원	특허 등록	SW 등록	S M A R T	건 수	기술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치	논문 SCI	논문 비SCI	논문 평 균 점 I F	학 술 발 표	정 책 활 용	홍 보 전 시					
																		건	건	건	건	건
단위	건	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명	건	건				
가중치	15	10	10		5	5	10	15	15	5				5				5				
최종 목표	17	6	13		2	100	1	500	14	2		4	5					2				
당해 년도 실적	17	6	13		2	100	1	500	14	2		4	5					2				
달성률 (%)	100	100	100		100	60	100	100	100	50		100	100					100				

210mm×297mm[(백상지(80g/m²) 또는 중질지(80g/m²)]

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	정밀농업용 자율비행 다목적 드론 플랫폼 개발
②	드론 자율비행 및 임무제어 SW 개발
③	촬영영상 전처리/분석 및 3D지도 생성 SW 개발
④	영농DB 및 빅데이터 축적/분석 SW 개발

5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장애로 해결	정책 자료	기타
①의 기술				v			v			
②의 기술				v			v			
③의 기술				v			v	v		
④의 기술					v		v	v		

* 각 해당란에 v 표시

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	국내 드론 제조 및 조립 판매 사업자들과 협업으로 드론 정밀제어 기술 향상
②의 기술	
③의 기술	다양한 디지털 농기계들과의 연계 사업으로 무인커넥티드 정밀 농업 구현
④의 기술	

7. 연구종료 후 성과창출 계획

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성과 목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권				기술 실시 (이전)		사업화				기술인증	학술성과			교육지도	인력양성	정책 활용·홍보		기타 (타연구활용비)
	특허출원	특허등록	SW 등록	S M A R T 평가기준	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용 창출		투자유치	논문 SCI	비SCI			논문평판 I-F	학술발표	
단위	건	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	명	건	건		
가중치	15	10	10		5	5	10	15		15	5			5				5	
최종목표	17	8	13		4	200	1	56,877	5,635	24	2		4	5				2	
연구기간내 달성실적	18	10	13		2	60	2	922		17	1		4	5				4	
연구종료후 성과 창출계획	-	-	-		2	140		55,955	5,635	7	1		-	-				-	

210mm×297mm[(백상지(80g/m²) 또는 중질지(80g/m²)]

드론의 모션 정밀 측정 방법에 관한 연구

김태천, 배기수, 박종진, 천석기

(주)아세아텍

①@asiakor.com, ②@asiakor.com, ③@asiakor.com, ④@asiakor.com

A Study on the Drone Motion Precision Measurement Method

Kim Tae Chun, Bae Gi Soo, Park Jong Jin, Cheon Seok ki

ASIA TECHNOLOGY CO.,LTD.

요약

본 논문은 드론의 모션을 정밀 측정하기 위한 방법으로 내부 또는 외부에 부착하는 IMU 센서 대신 '모션 캡처(Motion Capture)' 시스템을 이용한 방법을 제시하고자 하였다. 기존의 무선 IMU 센서를 드론에 부착해 드론의 모션을 측정하는 방법과 달리 '모션 캡처'를 이용한 드론의 모션 정밀측정 방법은 외부에 부착하는 마커의 크기가 작고 무게가 가벼워 비행 성능에 영향을 주지 않고, 부착 위치나 전자기파 간섭에 따른 오차 없이 드론의 모션에 대한 정밀 측정이 가능하다. 정밀 측정한 수치 데이터에 기반한 보다 정교한 모션 분석은 자세 제어 성능이 우수한 드론의 개발 및 자세제어 성능 평가를 위한 신뢰성 있는 도구로 활용할 수 있다고 판단된다.

I. 서론

드론(Drone)의 모션을 측정하는 방법으로 기존에는 드론에 내장된 가속도, 자이로 센서 등의 데이터를 이용하거나 외부에 별도의 IMU(Inertial Measurement Unit : 가속도, 자이로 센서가 포함된 관성측정장비) 센서를 부착해 드론의 움직임을 측정하는 방법을 주로 사용했다. 드론 내부의 센서 혹은 외부에 무선 IMU 센서를 부착해 모션을 측정할 경우 센서 부착위치⁽¹⁾, 풍속 등 외부 환경에 의한 영향, 측정 센서 자체의 오차, 전자기파에 의한 노이즈 등 다양한 요소로 인해 정밀 측정에 한계가 있다. 본 연구에서는 기존 드론 모션 정밀 측정 시 오차를 일으킬 수 있는 여러 요소를 극복하고 드론의 모션 정밀 측정의 신뢰도를 높이기 위해 모션 캡처를 이용한 방법을 제시하고자 하였다.

II. 본론

드론의 모션을 정밀하게 측정할 수 있다면, 드론의 개발 시 자세 제어 성능 평가나 성능 향상 등 다용도로 활용될 수 있다. 따라서 드론의 개발 단계부터 실제 사용되는 드론의 성능 평가에도 드론의 모션을 정밀하게 측정해야 할 필요가 있다.

드론의 자세제어는 롤(Roll), 피치(Pitch), 요(Yaw)의 3축 모멘트를 제어하는 게 핵심기술인데⁽²⁾, 호버링 및 전진과 후진, 좌우측 기동을 위한 위치와 자세를 제어하기 위해서는 기본적으로 IMU(Inertial Measurement Unit: 관성측정장비) 같은 센서를 사용하게 된다.

드론 모션의 정밀도를 측정하기 위해 기존에는 주로 드론의 외부

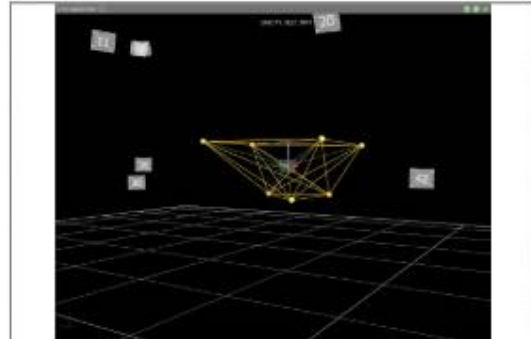


Fig. 1. Motion Capture Recoding Screen

에 IMU나 GNSS(Global Navigation Satellite System) 등의 센서를 드론 외부에 부착해 비행 속도, 비행 고도 및 수평 이동 궤적 등을 측정했다. 드론 내부 센서 데이터는 물론 드론 외부에 IMU 등의 무선 센서류를 드론의 외부에 부착해 실외에서 측정할 경우 바람 등 외부 환경적인 오차, GNSS 오차, 전자기파 간섭에 의한 노이즈 등 다양한 문제가 있다.

실제로 드론에 저장되는 비행 로그 데이터는 비행하는 동안 내·외적 요인 또는 전자기파 간섭 등으로 일부 데이터가 오류 또는 손실된 상태의 비행 데이터로 저장되기도 한다. 오차가 크거나 손실된 데이터의 신뢰성은 상대적으로 낮게 평가될 수밖에 없다.

본 연구에서는 드론의 모션을 보다 정밀하게 측정할 수 있는 방법으로 바람이나 눈, 비 등 외부 환경에 영향이 없는 실내 또는 풍

농업용 드론의 수동 및 자동/자율비행 작업 방식에 관한 연구

김태천, 배기수, 박종진, 천석기

(주)아세아텍

A Study on the Manual and Automatic/Autonomous Flight Method of Agriculture Drone

Kim Tae Chun · Bae Gi Soo · Park Jong Jin · Cheon Seok Ki

Asia Technology Co., Ltd.

E-mail : ktc@asiakor.com / bae@asiakor.com / pj@asiakor.com / csk@asiakor.com

요 약

농업용 드론은 농약 방제에서 비료와 종자 살포까지 사용 영역을 넓혀가고 있고, 자동/자율비행 작업까지 가능한 수준으로 발전했다. 국내 농업현장에서는 아직 수동으로 비행하며 살포작업을 하는 비율이 높다. 본 연구에서는 수동과 자동/자율비행 작업 비율을 조사하고 시험 비행을 통해 두 작업 방식의 차이점을 비교하고 효율적인 방안을 제시하고자 했다. 연구 결과 자동/자율비행이 살포 균일도와 전체적인 작업 효율, 작업 편의성 등에서 훨씬 효과적인 것으로 나타났다. 여러 효과를 고려했을 때 대규모 경작지는 물론 소규모 경작지에서도 자동/자율비행 작업 방식의 확대 사용이 필요하다고 판단된다.

ABSTRACT

Agricultural drones are expanding their use range from pesticide control to fertilizer and seed spreading, and have evolved to a level capable of automatic/autonomous flight operations. In domestic agricultural fields, there is still a high rate of manual flight and spraying. In this study, we investigated the ratio of manual and automatic/autonomous flight operations, compared the differences between the two operation methods through test flight, and suggested an efficient method. As a result of the study, it was found that automatic/autonomous flight was much more effective in spraying uniformity, overall work efficiency, and work convenience. Considering the various effects, it is judged that it is necessary to expand the use of automatic/autonomous work methods in not only large farmland but also small farmland.

키워드

농업용 드론, 자동/자율비행, 분사/살포 작업

I. 서 론

최근 농업용 드론은 첨단 IT융합기술이 적용되면서 자동/자율비행을 하면서 방제, 시비, 종자 살포 작업이 가능하게 되었다. 연구 조사에 의하면, 농업용 드론을 사용하는 국내 농업 현장에는 여전히 수동으로 살포 작업을 하는 비율이 높은 것으로 나타났다. 본 연구에서는 농업용 드론을 사용하면서 수동 작업과 자동/자율비행 작업의 차이를 비교·분석하고 보다 효율적인 살포 방식에 대해 제시하고자 했다.

II. 본 론

해외는 물론 국내에서도 이미 농업용 드론이 많이 보급되고 있다. 농업용 드론은 방제, 시비, 종자 살포 등에 사용되며 기본적으로 살포작업을 목표로 하는 구역에 액체 또는 입체 형태의 약제나 비료를 고르게 뿌리는 것이 주요 임무다.

방제 현장에서 드론(무인멀티콥터, 무인헬리콥터 등)을 이용하는 기존의 항공방제 작업 방법은 일반적으로 드론의 위치 안정화에는 GNSS(Global Navigation Satellite System : 위성항법시스템)에 기반해 조종자가 수동으로 비행하며 살포 작업을 하는 방식 위주였다.

드론 업계를 대표하는 기업인 DJI사를 비롯해

RESEARCH ARTICLE

Assessment of collector materials for spray deposition measurement for Unmanned Aerial Spraying System

Chun gu Lee¹, Daehyun Kim^{1,2}, Inho Hwang^{1,2}, Jung-sang Yoo^{1,2}, JaeSuk Kim¹, Tae Chun Kim³, Joong Yong Rhee^{1,4*}

¹Department of Biosystems Engineering, Seoul National University, 1 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul, Republic of Korea

²Global Smart Farm Convergence Major, Seoul National University, 1 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 08826, Republic of Korea

³Department of Drone business, Asia Technology Co. Ltd., Daegu, Republic of Korea

⁴Research Institute for Agriculture and Life Science, Seoul National University, 1 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul, Republic of Korea

*Corresponding author: jyr@snu.ac.kr

Abstract

Evaluation of transverse spray deposition of a sprayer is necessary to evaluate the efficacy of spraying and to determine the effective spraying width of the sprayer. However, this evaluation test method of Unmanned Aerial Spraying System is not yet established as International Standard. This purpose of study is to select a most feasible collector material for spray deposition test of Unmanned Aerial Spraying System. The criteria of collector selection are absorption property, hydrophilic property, easiness of handling and price. Five different paper; water sensitive paper, Kromekote (KK), Medley Velvet (MV), Enso Coat (EC), Symbol Gross (SG) were selected. Test of water contact angle and recovery ratio of each paper were conducted with 5 repetitions. Average water contact angles are measured as MV (56.5°), KK (62.8°), SG (63.1°), and EC (73.3°). In the recovery test, known amount of spray tracer applied on the collector is washed in pure water and quantified using spectrophotometer. Recovery ratio of MV and KK are 102% and 97%. The most feasible paper are judged as MV that shows high hydrophilic property, high recovery ratio, and easiness of handling and low price. Water sensitive card is not recommended because it is expensive and hard to handle in field condition because of its sensitiveness to water.

Keywords: Unmanned Aerial Spraying Systems, Standard, Medley Velvet, Pest and Disease control, Quantitative measurement



OPEN ACCESS

DOI: <https://doi.org/10.12972/pastj.20210009>

Received: May 31, 2021

Revised: June 25, 2021

Accepted: June 25, 2021

Copyright: © 2021 Korean Society of Precision Agriculture



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Introduction

작물보호제(Plant Protection Product)를 이용한 방제는 병해충 예방이나 치료에 매우 효율적인 수단이지만, 약제의 독성으로 인한 환경 및 작업자 안전이 문제가 된다. 이를 예방하기 위하여 PLS법이 시행되고 주변 환경과 작업자에게 안전하고 생물학적 효과가 좋으며 작업효율이 높은 다양한 방제작업기가 개발되고 있다.

REVIEW ARTICLE

Optimal position of thermal fog nozzles for multicopter drones

Kim Tae-Chun¹, Park Jong-Jin, Bae Gi-Soo, Kang Tae-dong

Department of Drone business, Asia Technology Co. Ltd., Daegu, Republic of Korea

¹Corresponding author: drone@asiakor.com

Abstract

Drones are being used in a wide variety of fields. In addition to agricultural drones that normally spray liquid or granules, drones equipped with thermal fog machines have also appeared. The thermal fog machine is effective in controlling pests that are difficult to remove with liquid pesticides. Just as drones for spraying liquids are continuously being developed considering the optimal nozzle position, research on the optimal nozzle position is also needed for drones that use thermal fog machine. In this study, it was analyzed how the downwash of the propeller and the position of the thermal fog nozzle affect the fog pattern. As a result of the experiment, when the nozzle is placed in the 'maximum efficiency section' of the propeller, it is judged that the fog are most effectively delivered to the ground.

Keywords: Agricultural, Drone, Fog machine, Pest control using fog

Introduction

농업 분야에서 드론의 활용성은 더욱 확대되고 있다. 일반적으로 액제 및 입제를 사용하는 방제용 드론의 분사/살포 시스템 이외에도 연무/연막기를 적용해 해충 방제에 사용하는 드론도 등장하고 있다. (Park, 2019; Choi et al., 2021). 연무/연막 살포 장치는 주로 엔진이나 가스 버너 등 가열기구를 이용해 기화 또는 무화된 약제를 일종의 노즐을 통해 살포하는 기구인데, 연막제(열을 받으면 쉽게 연막화 되는 액제)에 약제를 희석해 가열한 뒤 노즐을 통해 분출한다. 즉 연막에 약제를 함께 실어 보내는 원리는 적용한 것이다. 이때 연막에 실려 보내는 약제의 입자는 일반적인 농업용 드론의 압력분사 또는 원심블리형 노즐 등과 달리 매우 작고 가볍다. 상대적으로 미세한 약제 입자들은 공기 중으로 증발 또는 비산될 가능성이 높지만, 무화된 약제를 목표지점에 효과적으로 도달시킬 수 있다면 액제나 입제가 침투하기 어려운 곳의 해충방제에 활용할 수 있다는 장점을 갖고 있다. 실제로 멀티콥터 타입 드론에서 연막기를 적용하는데 있어 중요한 것은 살충제가 포함된 연막을 해충에 가까운 거리에서 살포할수록 효과가 있다는 점이다.(Kang et al., 2014). 또한 약제를 연막에 실린 상태로 해충 주변에서 오래 머물게 할수록 살충 효과도 향상될 것으로 판단된다.

본 연구에서는 연막 살포용 드론의 살포 효과 극대화를 위하여 프로펠러 회전 시 발생하는 하향풍의 최대효율구간을 측정하고, 프로펠러의 회전속도와 노즐의 수평/수직 위치에 따른 연막의 움직임을 통해 기류를 분석하여, 연막 노즐의 최적 위치를 선정하기 위한 기초 연구를 수행하였다.



OPEN ACCESS

DOI: <https://doi.org/10.12972/pastj.20210013>

Received: November 17, 2021

Revised: December 08, 2021

Accepted: December 08, 2021

Copyright: © 2021 Korean Society of Precision Agriculture



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

특허증

CERTIFICATE OF PATENT



특허 제 10-2089423 호
Patent Number

출원번호 제 10-2019-0121617 호
Application Number

출원일 2019년 10월 01일
Filing Date

등록일 2020년 03월 10일
Registration Date

발명의명칭 Title of the Invention

시비 및 방제를 위한 실시간 드론 제어 방법 및 실시간 드론 제어 시스템

특허권자 Patentee

네이버시스템(주)(110111-*****)

서울특별시 송파구 중대로 135, 동관 16층 (가락동, 아이티벤처타워)

발명자 Inventor

등록사항란에 기재

위의 발명은 「특허법」에 따라 특허등록원부에 등록되었음을 증명합니다.

This is to certify that, in accordance with the Patent Act, a patent for the invention has been registered at the Korean Intellectual Property Office.



2020년 03월 10일



QR코드로 현재기준
등록사항을 확인하세요

특허청장
COMMISSIONER,
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

박원주

특허증

CERTIFICATE OF PATENT



특 허 제 10-2117641 호
Patent Number

출원번호 제 10-2018-0142639 호
Application Number

출원일 2018년 11월 19일
Filing Date

등록일 2020년 05월 26일
Registration Date

발명의명칭 Title of the Invention

3차원 모델링 및 정사영상을 생성하기 위한 항공 촬영 장치 및 방법

특허권자 Patentee

네이버시스템(주)(110111-***)**

서울특별시 송파구 중대로 135, 동관 16층 (가락동, 아이티벤처타워)

발명자 Inventor

등록사항란에 기재

위의 발명은 「특허법」에 따라 특허등록원부에 등록되었음을 증명합니다.

This is to certify that, in accordance with the Patent Act, a patent for the invention has been registered at the Korean Intellectual Property Office.



2020년 05월 26일



QR코드로 현재기준
등록사항을 확인하세요

특허청장
COMMISSIONER,
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

박원주



특허증

CERTIFICATE OF PATENT

특허 제 10-2126399 호
Patent Number

출원번호 제 10-2018-0146176 호
Application Number

출원일 2018년 11월 23일
Filing Date

등록일 2020년 06월 18일
Registration Date



발명의 명칭 Title of the Invention

드론용 임무장비 상부삽입형 플랫폼

특허권자 Patentee

주식회사 아세아텍(174111-*****)
대구 달성군 유가면 비슬로96길 11,

발명자 Inventor

등록사항란에 기재

위의 발명은 「특허법」에 따라 특허등록원부에 등록되었음을 증명합니다.

This is to certify that, in accordance with the Patent Act, a patent for the invention has been registered at the Korean Intellectual Property Office.



특허청

Korean Intellectual
Property Office

2020년 06월 18일

특허청장

COMMISSIONER,
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

박원주



QR코드로 현재기준
등록사항을 확인하세요



특허증

CERTIFICATE OF PATENT



특 허 제 10-2159134 호
Patent Number

출원번호 제 10-2019-0119937 호
Application Number

출원일 2019년 09월 27일
Filing Date

등록일 2020년 09월 17일
Registration Date

발명의명칭 Title of the Invention

무인비행기를 이용한 비측량용 실시간 고해상도 정사지도 생성 방법 및 비측량용 실시간 고해상도 정사지도 생성 장치

특허권자 Patentee

네이버시스템(주)(110111-*****)
서울특별시 송파구 중대로 135, 동관 16층 (가락동, 아이티벤처타워)

발명자 Inventor

배광(741101-*****)
서울특별시 송파구 중대로 135, 16층 (가락동, IT벤처타워 동관 네이버시스템(주))

위의 발명은 「특허법」에 따라 특허등록원부에 등록되었음을 증명합니다.

This is to certify that, in accordance with the Patent Act, a patent for the invention has been registered at the Korean Intellectual Property Office.



2020년 09월 17일



QR코드로 현재기준
등록사항을 확인하세요

특허청장
COMMISSIONER,
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE



특허증

CERTIFICATE OF PATENT

특 허 제 10-2161440 호
Patent Number

출원번호 제 10-2018-0146201 호
Application Number

출원일 2018년 11월 23일
Filing Date

등록일 2020년 09월 24일
Registration Date

발명의 명칭 Title of the Invention

드론용 꽃가루 분사장치

특허권자 Patentee

주식회사 아세아텍(174111-*****)
대구 달성군 유가면 비슬로96길 11,

발명자 Inventor

등록사항란에 기재

위의 발명은 「특허법」에 따라 특허등록원부에 등록되었음을 증명합니다.

This is to certify that, in accordance with the Patent Act, a patent for the invention has been registered at the Korean Intellectual Property Office.



2020년 09월 24일



QR코드로 현재기준
등록사항을 확인하세요

특허청장

COMMISSIONER,
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

김용래





등록특허 10-2289752



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 일반정정에 의한 정정공고(B9)

(45) 공고일자 2021년08월13일
(11) 등록번호 10-2289752
(24) 등록일자 2021년08월09일

(15) 정정정보 정정버전1
정정항목 이 발명을 지원한 국가연구개발사업;
(48) 정정공고일자 2021년09월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 19/48 (2010.01) B64C 39/02 (2006.01)
G01S 19/03 (2010.01) G01S 19/14 (2010.01)
G05D 1/04 (2006.01) G06N 3/08 (2006.01)
G06T 7/70 (2017.01) H04B 17/309 (2014.01)

(73) 특허권자
주식회사 스페이스소프트인더스트리
대전광역시 유성구 테크노4로 17, 씨동 513호 (관평동)

(52) CPC특허분류
G01S 19/485 (2020.05)
B64C 39/024 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0132145
(22) 출원일자 2020년10월13일
심사청구일자 2020년10월13일

(72) 발명자
한상익
세종특별자치시 평안로 100-100
송지홍
대전광역시 서구 서동로 100-100

(56) 선행기술조사문헌
KR1020130120176 A*
KR1020200094654 A*
KR1020190094405 A
KR1020180116026 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(74) 대리인
김계형

전체 청구항 수 : 총 3 항

심사관 : 노영철

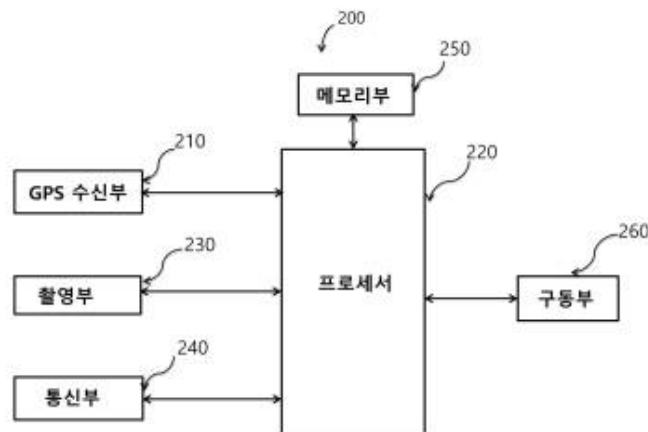
(54) 발명의 명칭 GPS 음영 지역에서 경로 비행을 수행하는 드론 및 그 방법

(57) 요약

GPS 음영 지역에서 경로 비행을 수행하는 드론은 해당 GPS 음영 지역으로 상기 드론이 진입하였다고 판단되는 경우, 실시간으로 드론 비전 영상을 촬영하도록 제어하는 프로세서; 및 상기 제어에 따라 실시간으로 상기 드론 비전 영상을 촬영하는 영상 촬영부를 포함하되, 상기 프로세서는 상기 해당 GPS 음영 지역에 대해 미리 수집된 영

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2





(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년02월24일

(11) 등록번호 10-2218863

(24) 등록일자 2021년02월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B64C 39/02 (2006.01) **A01C 23/00** (2006.01)
B64D 1/18 (2006.01) **B64D 47/08** (2006.01)
G06N 3/02 (2019.01)

(52) CPC특허분류
B64C 39/024 (2013.01)
A01C 23/007 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0134298

(22) 출원일자 2020년10월16일

심사청구일자 2020년10월16일

(56) 선행기술조사문헌
 KR1020170047036 A*
 WO2016183000 A1*
 US20140303814 A1*
 WO2017077543 A1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

네이버시스템(주)

서울특별시 송파구 중대로 135, 동관 16층 (가락동, 아이티벤처타워)

(72) 발명자

배광

경기도 구리시

(74) 대리인

특허법인 무한

전체 청구항 수 : 총 15 항

심사관 : 김윤수

(54) 발명의 명칭 **드론을 이용한 실시간 변량 살포 방법 및 드론을 이용한 실시간 변량 살포 시스템**

(57) 요약

드론을 이용한 실시간 변량 살포 방법 및 드론을 이용한 실시간 변량 살포 시스템이 개시된다. 본 발명의 일실시예에 따른 드론을 이용한 실시간 변량 살포 방법은, 드론의 현지점을 기준으로 지정되는 농지 내의 살포 영역으로, 상기 드론에 보유된 비료를 상기 살포 영역에 설정된 살포량 만큼 살포하는 단계와, 상기 살포 영역이 살포되는 동안, 상기 드론에 장착된 카메라를 통해, 상기 농지 내의 차기 살포 영역을 촬영하는 단계와, 상기 살포 영역에 대한 살포가 완료되면, 정해진 비행경로에 따라 상기 드론을 비행 제어하는 단계, 및 상기 비행 제어하는 동안, 상기 촬영한 영상에서 확인되는 작물의 생육 상태를 고려하여, 상기 차기 살포 영역에 살포할 비료의 살포량을 일정치 변량하여 설정하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도2





(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년06월18일

(11) 등록번호 10-2267022

(24) 등록일자 2021년06월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 B64C 39/02 (2006.01) A01M 7/00 (2014.01)
 B64D 1/18 (2006.01) B64D 45/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류
 B64C 39/024 (2013.01)
 A01M 7/0042 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0142674

(22) 출원일자 2020년10월30일

심사청구일자 2020년10월30일

(56) 선행기술조사문헌
 KR1020170047036 A*
 (뒷면에 계속)

(73) 특허권자
 주식회사 스페이스소프트인더스트리
 대전광역시 유성구 테크노4로 17, 씨동 513호 (관평동)

(72) 발명자
 송지홍
 대전광역시 서구 둔산동 [redacted]
 송지홍

(74) 대리인
 김재형

전체 청구항 수 : 총 2 항

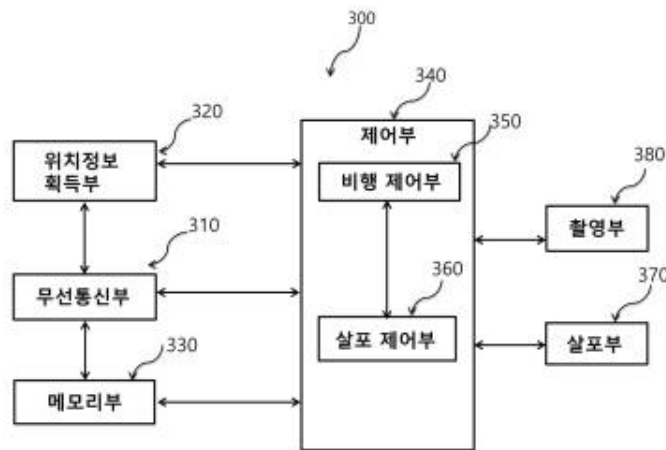
심사관 : 김윤수

(54) 발명의 명칭 액제 혹은 입제를 변량 살포하기 위한 드론

(57) 요약

본 발명에 따른 입제 혹은 액제를 변량 살포하기 위한 드론은 비행 전에 비행경로에 대한 정보 및 상기 입제 혹은 액제의 변량 살포에 관한 변량 살포 데이터를 수신하는 무선통신부; 상기 드론의 위치정보를 획득하는 위치정보 획득부; 상기 비행경로에 대한 정보에 기초하여 상기 드론의 비행을 제어하는 비행 제어부; 및 상기 비행경로에 대한 정보 및 상기 변량 살포 데이터에 기초하여 변량 살포 구역 별로 대응하는 살포량으로 상기 입제 혹은 액제를 살포하도록 제어하는 살포 제어부를 포함하되, 상기 변량 살포 데이터는 변량 살포 구역의 위치에 대한 정보 및 상기 변량 살포 구역 별로 대응하는 변량 살포량 정보를 포함할 수 있다.

대표도 - 도3





(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 일반정정에 의한 정정공고(B9)

(45) 공고일자 2021년08월13일
 (11) 등록번호 10-2289752
 (24) 등록일자 2021년08월09일

(15) 정정정보 정정버전1
 정정항목 이 발명을 지원한 국가연구개발사업;
 (48) 정정공고일자 2021년09월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 19/48 (2010.01) **B64C 39/02** (2006.01)
G01S 19/03 (2010.01) **G01S 19/14** (2010.01)
G05D 1/04 (2006.01) **G06N 3/08** (2006.01)
G06T 7/70 (2017.01) **H04B 17/309** (2014.01)

(73) 특허권자
주식회사 스페이스소프트인더스트리
 대전광역시 유성구 테크노4로 17, 씨동 513호 (관평동)

(52) CPC특허분류
G01S 19/485 (2020.05)
B64C 39/024 (2013.01)

(72) 발명자
한상익
 세종특별자치시 **_____**
송지홍
 대전광역시 서구 **_____**

(21) 출원번호 10-2020-0132145
 (22) 출원일자 2020년10월13일
 심사청구일자 2020년10월13일

(74) 대리인
김재형

(56) 선행기술조사문헌
 KR1020130120176 A*
 KR1020200094654 A*
 KR1020190094405 A
 KR1020180116026 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

전체 청구항 수 : 총 3 항

심사관 : 노영철

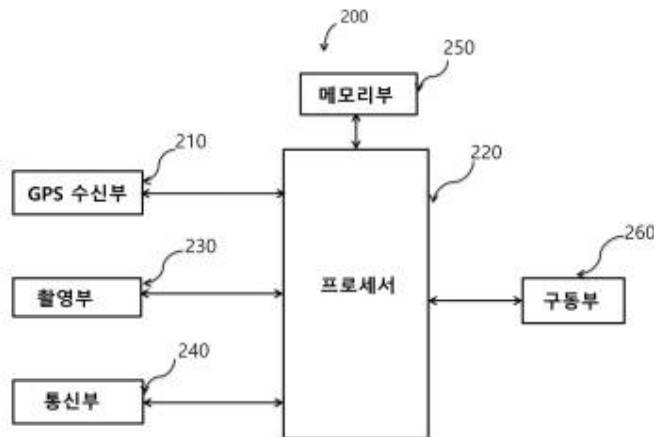
(54) 발명의 명칭 **GPS 음영 지역에서 경로 비행을 수행하는 드론 및 그 방법**

(57) 요약

GPS 음영 지역에서 경로 비행을 수행하는 드론은 해당 GPS 음영 지역으로 상기 드론이 진입하였다고 판단되는 경우, 실시간으로 드론 비전 영상을 촬영하도록 제어하는 프로세서; 및 상기 제어에 따라 실시간으로 상기 드론 비전 영상을 촬영하는 영상 촬영부를 포함하되, 상기 프로세서는 상기 해당 GPS 음영 지역에 대해 미리 수집된 영

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2





(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년10월25일

(11) 등록번호 10-2316838

(24) 등록일자 2021년10월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G05D 1/00 (2006.01) B64C 39/02 (2006.01)

(52) CPC특허분류
G05D 1/0016 (2013.01)
B64C 39/024 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0099474

(22) 출원일자 2019년08월14일

심사청구일자 2019년08월14일

(65) 공개번호 10-2021-0020338

(43) 공개일자 2021년02월24일

(56) 선행기술조사문헌

JP2018169995 A*

WO2018094477 A1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

경북대학교 산학협력단

대구광역시 북구 대학로 80 (산격동, 경북대학교)

(72) 발명자

김현덕

대구광역시 달성군 [redacted]

임종화

대구광역시 북구 [redacted]

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김일환

전체 청구항 수 : 총 6 항

심사관 : 박지은

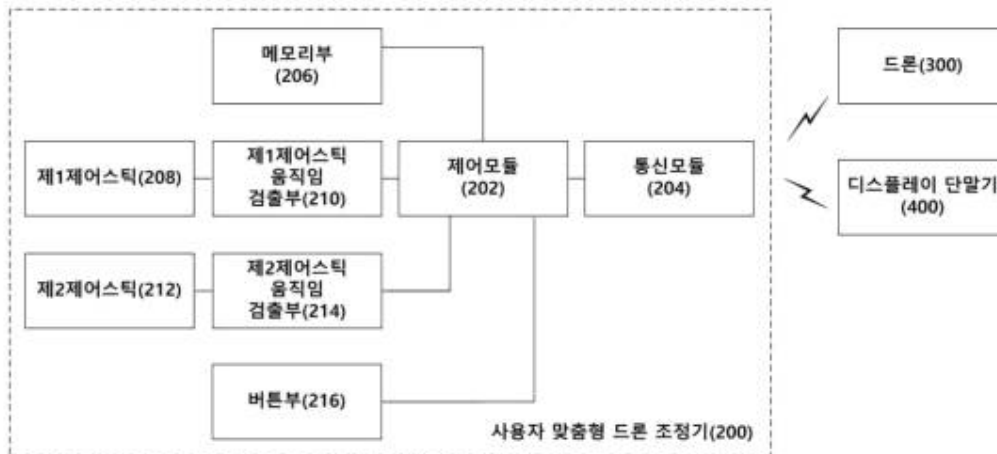
(54) 발명의 명칭 사용자 맞춤형 드론 조종기 및 그에 따른 제어방법

(57) 요약

본 발명은, 제1제어스틱; 상기 제1제어스틱의 움직임을 검출하는 제1제어스틱 움직임 검출부; 제2제어스틱; 상기 제2제어스틱의 움직임을 검출하는 제2제어스틱 움직임 검출부; 사용자로부터 각종 정보 및 명령을 입력받기 위한 버튼부; 다수의 드론 움직임 각각에 대응되는 제1 및 제2제어스틱 조작정보로 구성되는 사용자 설정정보를 저장

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2





등록특허 10-2335859



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년12월06일

(11) 등록번호 10-2335859

(24) 등록일자 2021년12월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G05D 1/00 (2006.01) B64C 39/02 (2006.01)

G05G 1/02 (2006.01) G05G 9/047 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G05D 1/0016 (2013.01)

B64C 39/024 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0101663

(22) 출원일자 2020년08월13일

심사청구일자 2020년08월13일

(56) 선행기술조사문헌

JP2012055340 A*

JP2019051755 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

경북대학교 산학협력단

대구광역시 북구 대학로 80 (산격동, 경북대학교)

(72) 발명자

김현덕

대구광역시 달성군

임종화

대구광역시 북구

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김일환

전체 청구항 수 : 총 4 항

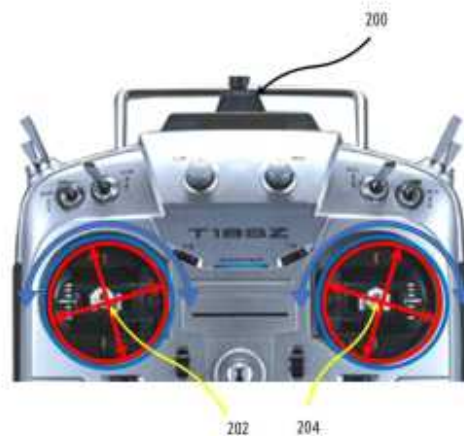
심사관 : 박지은

(54) 발명의 명칭 사용자 맞춤형 무선 조종기

(57) 요약

본 발명에 따르는 사용자 맞춤형 무선 조종기에 있어서, 제1 및 제2방향으로 움직이는 조종 스틱들을 구비하며, 상기 조종 스틱들로부터의 움직임 정보들을 생성하여 외부로 출력하는 조종 스틱부들; 상기 움직임 정보들을 익싱하여 명령정보를 생성하여 외부로 무선 전송하는 본체;를 포함하여 구성되며, 상기 조종 스틱부들 중 어느 하나는, 조종 스틱; 상기 조종 스틱을 제1 및 제2방향으로 움직이게 하는 조종 스틱 구동부; 상기 조종 스틱과 상기 조종 스틱 구동부의 하부에 위치하여 상기 조종 스틱과 상기 조종 스틱 구동부를 회전시키는 조종 스틱 회전부;로 구성되며, 상기 조종 스틱 회전부에 의해 사용자의 신체조건에 부합되는 각도로 조종 스틱의 제1 및 제2방향이 변경되며, 상기 제1 및 제2방향은 수직관계를 가짐을 특징으로 한다.

대표도 - 도2



제 C-2020-033908 호



저작권 등록증

1. 저작물의 제호(명칭) 신트론 도복검출 서비스 소프트웨어
2. 저작물의 종류 컴퓨터프로그램저작물>응용프로그램
3. 저작자 성명(법인명) 네이비스시스템 주식회사
서울특별시 송파구 중대로
4. 생년월일(법인등록번호) 110111-1540685
5. 창작연월일 2020년09월01일
6. 공표연월일 2020년09월24일
7. 등록연월일 2020년10월06일
8. 등록사항 저작자 : 네이비스시스템 주식회사,
창작 : 2020.09.01, 공표 : 2020.09.24

「저작권법」 제53조에 따라 위와 같이 등록되었음을 증명합니다.

2020년 10월 07일

한국저작권위원회



제 C-2020-033909 호



저작권 등록증

1. 저작물의 제호(명칭) 신트드론 타일맵 서비스 소프트웨어
2. 저작물의 종류 컴퓨터프로그램저작물>응용프로그램
3. 저작자 성명(법인명) 네이버시스템 주식회사
서울특별시 송파구 중대로
4. 생년월일(법인등록번호) 110111-1540685
5. 창작연월일 2020년09월01일
6. 공표연월일 2020년09월24일
7. 등록연월일 2020년10월06일
8. 등록사항 저작자 : 네이버시스템 주식회사,
창작 : 2020.09.01, 공표 : 2020.09.24

「저작권법」 제53조에 따라 위와 같이 등록되었음을 증명합니다.

2020년 10월 07일

한국저작권위원회



제 C-2020-033906 호



저작권 등록증

1. 저작물의 제호(명칭) 신토드론 정사지도 관리 서비스 소프트웨어
2. 저작물의 종류 컴퓨터프로그램저작물>응용프로그램
3. 저작자 성명(법인명) 네이버시스템 주식회사
서울특별시 송파구 중대로
4. 생년월일(법인등록번호) 110111-1540685
5. 창작연월일 2020년09월01일
6. 공표연월일 2020년09월24일
7. 등록연월일 2020년10월06일
8. 등록사항 저작자 : 네이버시스템 주식회사,
창작 : 2020.09.01, 공표 : 2020.09.24

「저작권법」 제53조에 따라 위와 같이 등록되었음을 증명합니다.

2020년 10월 07일

한국저작권위원회



제 C-2020-033907 호



저작권 등록증

1. 저작물의 제호(명칭) 신트론 식생지수 분석 서비스 소프트웨어
2. 저작물의 종류 컴퓨터프로그램저작물>응용프로그램
3. 저작자 성명(법인명) 네이버시스템 주식회사
서울특별시 송파구 중대로
4. 생년월일(법인등록번호) 110111-1540685
5. 창작연월일 2020년09월01일
6. 공표연월일 2020년09월24일
7. 등록연월일 2020년10월06일
8. 등록사항 저작자 : 네이버시스템 주식회사,
창작 : 2020.09.01, 공표 : 2020.09.24

『저작권법』 제53조에 따라 위와 같이 등록되었음을 증명합니다.

2020년 10월 07일

한국저작권위원회



제 C-2020-033905 호



저작권 등록증

1. 저작물의 제호(명칭) 신토드론 DroneEZ(드론이지) 지상통제시스템 소프트웨어
2. 저작물의 종류 컴퓨터프로그램저작물>응용프로그램
3. 저작자 성명(법인명) 네이비스시스템 주식회사
서울특별시 송파구 중대로
4. 생년월일(법인등록번호) 110111-1540885
5. 창작연월일 2020년09월01일
6. 공표연월일 2020년09월24일
7. 등록연월일 2020년10월06일
8. 등록사항 저작자 : 네이비스시스템 주식회사,
창작 : 2020.09.01, 공표 : 2020.09.24

「저작권법」 제53조에 따라 위와 같이 등록되었음을 증명합니다.

2020년 10월 07일

한국저작권위원회



제 C-2020-035944 호



저작권 등록증

- | | |
|-----------------|---|
| 1. 저작물의 제호(명칭) | 농업용 스마트 변량 액제/입제 살포 통제 및 모니터링 소프트웨어 |
| 2. 저작물의 종류 | 컴퓨터프로그램저작물>응용프로그램>산업용 S/W |
| 3. 저작자 성명(법인명) | 주식회사 스페이스소프트인더스트리
대전광역시 유성구 테크노4로 |
| 4. 생년월일(법인등록번호) | 160111-0425888 |
| 5. 창작연월일 | 2020년09월30일 |
| 6. 공표연월일 | - |
| 7. 등록연월일 | 2020년10월19일 |
| 8. 등록사항 | 저작자 : 주식회사 스페이스소프트인더스트리,
창작 : 2020.09.30 |

「저작권법」 제53조에 따라 위와 같이 등록되었음을 증명합니다.

2020년 10월 20일

한국저작권위원회



제 C-2020-032916 호



저작권 등록증

- | | |
|-----------------|---|
| 1. 저작물의 제호(명칭) | 드론 작업 스케줄러 서버 |
| 2. 저작물의 종류 | 컴퓨터프로그램저작물>응용프로그램>산업용 S/W |
| 3. 저작자 성명(법인명) | 농업회사법인 농부촌영농단합자회사
경상남도 함안군 칠북면 화천길 |
| 4. 생년월일(법인등록번호) | 194313-0000294 |
| 5. 창작연월일 | 2020년08월28일 |
| 6. 공표연월일 | - |
| 7. 등록연월일 | 2020년09월24일 |
| 8. 등록사항 | 저작자 : 농업회사법인 농부촌영농단합자회사,
창작 : 2020.08.28 |

「저작권법」 제53조에 따라 위와 같이 등록되었음을 증명합니다.

2020년 09월 25일

한국저작권위원회



제 C-2021-014594 호



저작권 등록증

- | | |
|-----------------|--|
| 1. 저작물의 제호(명칭) | 신도드론 농업주제도 관리 서비스 소프트웨어 |
| 2. 저작물의 종류 | 컴퓨터프로그램저작물>응용프로그램 |
| 3. 저작자 성명(법인명) | 네이버시스템 주식회사
서울특별시 송파구 중대로 |
| 4. 생년월일(법인등록번호) | 110111- 1540685 |
| 5. 창작연월일 | 2021년02월10일 |
| 6. 공표연월일 | 2021년02월15일 |
| 7. 등록연월일 | 2021년03월30일 |
| 8. 등록사항 | 저작자 : 네이버시스템 주식회사,
창작 : 2021.02.10, 공표 : 2021.02.15 |

「저작권법」 제53조에 따라 위와 같이 등록되었음을 증명합니다.

2021년 04월 05일

한국저작권위원회



제 C-2021-014341 호



저작권 등록증

- | | |
|-----------------|--|
| 1. 저작물의 제호(명칭) | 신도드론 병충해검출 서비스 소프트웨어 |
| 2. 저작물의 종류 | 컴퓨터프로그램저작물>응용프로그램 |
| 3. 저작자 성명(법인명) | 네이버시스템 주식회사
서울특별시 송파구 중대로 |
| 4. 생년월일(법인등록번호) | 110111-1540685 |
| 5. 창작연월일 | 2021년02월05일 |
| 6. 공표연월일 | 2021년02월17일 |
| 7. 등록연월일 | 2021년03월29일 |
| 8. 등록사항 | 저작자 : 네이버시스템 주식회사,
창작 : 2021.02.05, 공표 : 2021.02.17 |

「저작권법」 제53조에 따라 위와 같이 등록되었음을 증명합니다.

2021년 04월 05일

한국저작권위원회



제 C-2021-036350 호



저작권 등록증

- | | |
|-----------------|--|
| 1. 저작물의 제호(명칭) | 신토론 자동 GCP 인식 소프트웨어 |
| 2. 저작물의 종류 | 컴퓨터프로그램저작물>응용프로그램 |
| 3. 저작자 성명(법인명) | 네이버시스템 주식회사
서울특별시 송파구 중대로 |
| 4. 생년월일(법인등록번호) | 110111-1540685 |
| 5. 창작연월일 | 2021년02월10일 |
| 6. 공표연월일 | 2021년09월06일 |
| 7. 등록연월일 | 2021년09월10일 |
| 8. 등록사항 | 저작자 : 네이버시스템 주식회사,
창작 : 2021.02.10, 공표 : 2021.09.06 |

「저작권법」 제53조에 따라 위와 같이 등록되었음을 증명합니다.

2021년 09월 10일

한국저작권위원회



제 C-2021-036348 호



저작권 등록증

- | | |
|-----------------|--|
| 1. 저작물의 제호(명칭) | 선도드론 촬영용 드론 운영/제어 관리 서비스 소프트웨어 |
| 2. 저작물의 종류 | 컴퓨터프로그램저작물>응용프로그램 |
| 3. 저작자 성명(법인명) | 네이버시스템 주식회사
서울특별시 송파구 중대로 |
| 4. 생년월일(법인등록번호) | 110111-1540685 |
| 5. 창작연월일 | 2021년02월10일 |
| 6. 공표연월일 | 2021년09월06일 |
| 7. 등록연월일 | 2021년09월10일 |
| 8. 등록사항 | 저작자 : 네이버시스템 주식회사,
창작 : 2021.02.10, 공표 : 2021.09.06 |

「저작권법」 제53조에 따라 위와 같이 등록되었음을 증명합니다.

2021년 09월 10일

한국저작권위원회



제 C-2021-036349 호



저작권 등록증

- | | |
|-----------------|--|
| 1. 저작물의 계호(명칭) | 신토드론 방재용 드론 운영/제어 관리 서비스 소프트웨어 |
| 2. 저작물의 종류 | 컴퓨터프로그램저작물>응용프로그램 |
| 3. 저작자 성명(법인명) | 네이버시스템 주식회사
서울특별시 송파구 중대로 |
| 4. 생년월일(법인등록번호) | 110111-1540685 |
| 5. 창작연월일 | 2021년02월10일 |
| 6. 공표연월일 | 2021년09월06일 |
| 7. 등록연월일 | 2021년09월10일 |
| 8. 등록사항 | 저작자 : 네이버시스템 주식회사,
창작 : 2021.02.10, 공표 : 2021.09.06 |

☞ 저작권법, 제53조에 따라 위와 같이 등록되었음을 증명합니다.

2021년 09월 10일

한국저작권위원회



기술실시보고서

(단위 : 원)

연구개발과제 현황	사업명	첨단생산기술개발사업		연구과제번호	318009-04-3-SB010		
	연구과제명	정밀농업용 드론 플랫폼 종합 운영시스템 개발					
	연구기관명	네이버시스템(주)	연구책임자	심재균	참여기업명	네이버시스템(주)	
	연구협약일	2018.4.26	연구기간	2018.4.26 ~ 2021.12.31			
	연구개발비	정부출연금	기업부담금	기타 ()	계		
	1,229,000,000	432,868,000		1,661,868,000			
기술실시계약 및 성과활용 현황	계약(활용)명	괴산군 노지 스마트농업 시범사업 기본계획 수립 용역					
	계약(활용)일	2020.4.17	실시(활용)기간	2020.4.17 ~ 2020.10.14			
	지재권 종류	노하우		실시권 유형	직접 실시		
	* 지재권이 특허(출원,등록) 인 경우	명 칭			일 자		
		번호					
	실시(활용)기관	기관명	네이버시스템(주)		기관유형	중소기업	
		주 소	서울시 송파구 중대로 135 IT벤처타워 동관 16층		대 표 자	임 병 조	
		사업자번호	215-81-69556		전화번호	[REDACTED]	
부서(담당자)		배 광		e-mail	[REDACTED]		
기술료산정내역	정부출연금 1,229,000천원 * 10%(중소기업) * 20%(참여 중소기업 감면) * 70%(일시납부 감면) = 17,206천원						
기 술 료	정액기술료		경상기술료			기타 조건	
	정수(납부)예정일	정수(납부)금액	착수기본료	정수(납부)예정일	정수(납부)금액		
	2020.09.30	17,206,000	매출에 따른 기술료	정수(납부)시작일	결산월		
				정수(납부)종료일	정수율		
	계				대출액의 (%)		
기타특기사항							
<p>국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제22조 제2항에 따라 위와 같이 기술실시계약이 체결되었음을 보고합니다.</p> <p>붙임 1. 기술실시계약서 사본 1부(타기관으로 기술이전시). 2. 지식재산권을 포함하는 기술이전인 경우 해당 증빙자료(특허 등록증, 출원증 등) 1부 (타기관으로 기술이전시). 3. 연구개발과제협약서 사본 1부(직접실시시).</p> <p style="text-align: center;">2020 년 9 월 8 일</p> <p style="text-align: center;">주관연구기관 네이버시스템(주) 의 대표 임 병 조 [인]</p> <p style="text-align: center;">농림식품기술기획평가원장 귀하</p>							

용역계약서



※ 원본 확인용 QR코드

<발 주 처>		<계약상대자>	
한국농어촌공사 충북지역본부		상 호 : 주식회사거름	
본부장		주 소 : 충청북도 청주시 상당구 산성로116번길 18,7층 702호 (용담동, M-PLUS))	
박종국		대 표 자 : 하덕천	
사무관/서기관:		사 업 자 등 록 번 호 : 317-81-36841	
담당:	김동수 (Tel: 010-1234-5678)	전 화 번 호 : 010-1234-5678	
계약번호	2020040AFB3 - 00	관 리 번 호	
용역명	괴산군 노지 스마트농업 시범사업 기본계획 수립 용역		
대표계약자	주식회사거름	수요기관명	한국농어촌공사 충북지역본부
현장	충청북도		
계약일자	2020년 04월 17일		
계약금액	일금 일억구천육백구십육만육천팔백원	(₩	196,966,800)
총용역부기금액	일금 일억구천육백구십육만육천팔백원	(₩	196,966,800)
계약보증금액	일금 이천구백오십사만오천이십원	(₩	29,545,020)
계약보증서 전자제출여부	전자접수 및 직접수납(현금접수)		
하자보수보증금율	하자담보책임기간		
착수일자	2020년 04월 17일		
완수일자	2020년 08월 14일	총완수일자	2020년 08월 14일
완수기한	착수일부터 금차 120일, 총 120일		
지체상금율	계약금액의 0.125 %	계약법구분	국가계약법

위 용역계약을 체결함에 있어 계약자와 연대보증인은 각각 다음의 사항을 확인하며 계약의 증거로 이 계약서를 작성한다.

1. 계약자는 입찰시 공시한 용역입찰유의서, 용역입찰특별유의서, 청렴계약입찰특별유의서, 설계서및 현장설명 사항과 용역계약일반조건, 용역계약특수조건, 청렴계약특수조건, 공동수급협정서, 산출내역서(하도급 사항 포함) 및 붙임 전자계약 확인사항이 이 계약의 일부부임을 확인하며 신의에 따라 성실하게 계약상의 의무를 이행한다.

물가변동적용기준 :

[채권 및 인지세 정보]

지방채매입액	0 원	(해당없음)	
인지세과세 대상여부	N	인지세액	0 원

[계약자 정보]

기술실시보고서

(단위 : 원)

연구개발과제 현황	사업명	첨단생산기술개발사업		연구과제번호	318009-04-3-SB010	
	연구과제명	ICT기술을 적용한 다목적 정밀농업용 자율비행 드론 플랫폼 개발				
	연구기관명	네이버시스템(주)	연구책임자	심재균	참여기업명	(사)아세아텍
	연구협약일	2018.4.26	연구기간	2018.4.26~2021.12.31		
	연구개발비	정부출연금	기업부담금	기타 ()	계	
	760,000,000	228,000,000		988,000,000		
기술실시계약 및 성과활용 현황	계약(활용)명	드론용 임무장비 설계 및 제작				
	계약(활용)일	2021.11.15	실시(활용)기간	2021.11.15~2023.12.30		
	지재권 종류	특허 및 노하우		실시권 유형	직접 실시	
	* 지재권이 특허(출원, 등록)인 경우	명 칭	드론용 꽃가루 분사장치			
		번호	10-2018-0146201	일 자	2018.11.23	
	실시(활용)기관	기관명	(사)아세아텍		기관유형	중견기업
		주 소	대구광역시 달성군 유가읍 비슬로 96길 11		대 표 자	김신길
		사업자번호	514-81-00212		전화번호	XXXXXXXXXX
부세(담당자)		박종진		e-mail	XXXXXXXXXX@XXXXXX.com	
기술료산정내역	정부출연금 760,000,000원 * 20%(중견기업) * 40%(참여 중견기업 감면) * 70%(일시납부 감면) = 42,560,000원					
기술료	정액기술료		경상기술료		기타 조건	
	징수(납부)예정일	징수(납부)금액	착수기본료	징수(납부)예정일		징수(납부)금액
	2021.12.8	42,560,000	매출에 따른 기술료	징수(납부)시작일	결산일	
				징수(납부)종료일	징수율	
	계			매출액의 ()%		
기타특기사항						

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제22조 제2항에 따라 위와 같이 기술실시계약이 체결되었음을 보고합니다.

- 붙임 1. 기술실시계약서 사본 1부(타기관으로 기술이전시).
 2. 지식재산권을 포함하는 기술이전인 경우 해당 증빙자료(특허 등록증, 출원증 등) 1부 (타기관으로 기술이전시).
 3. 연구개발과제협약서 사본 1부(직접실시시).

2021년 11월 25일

참여연구기관 주식회사 아세아텍의 대표 김 신 길 [직인]

농림식품기술기획평가원장 귀하



<첨부3>

농림축산식품 연구개발과제 제품출시 확인서

과제명	ICT 기술을 적용한 다목적 정밀농업용 자율비행 드론 플랫폼 개발			
주관연구기관	네이버시스템(주)	참여기관	농부촌영농단(합)	
연구책임자	허우영	연구기간	18년 04월 ~ 21년 12월(총 3년9개월)	
총 정부출연금	247,000,000원			
해당 기술의 제품출시 유형				
시제품(제품출시 예정)	()	기존 제품 공정개선	()	
신제품(제품출시 완료)	(○)	기 타	()	
제품 출시 실적				
제품명	제품사진	제품용도	제품 출시일	해당 기술의 제품출시 기여율(%)
드론키트교반 장치	하기 첨부	드론 방제 시 농약 교반장치	21.06	20%
<p>* 첨부 : 당해연도 제품출시 여부를 확인할 수 있는 자료(제조년월일 표기사진, 제품등록번호 등) **식품R&D는 품목제조보고서 제출 필수</p> <p style="text-align: center;">상기와 같이 R&D 기술을 제품화한 실적을 보고합니다.</p>				

2022년 1월 1일
 연구책임자 : 허우영 (서명 또는 인)

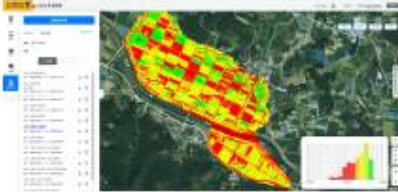


전자세금계산서				승인번호	20210614-10000000-64553827								
공급자	등록번호	608-85-34897		종사업장번호			수령인자	등록번호	316-81-26205		종사업장번호		
	상호(법인명)	농업회사법인 농부총영협단(합)		성명	허우영			상호(법인명)	농업회사법인대길6차농업합자회사		성명	지준호	
	사업장	경상남도 함안군 칠서면 무릉리 534-3						사업장	충청남도 서산시 중앙로 39 (동문동,2층)				
	업태	제조업	종목	농업용기계 제조업				업태	농업	종목	사료재배		
	이메일	[redacted]						이메일	[redacted]				
작성일자	공급가액		세액		수정사유								
2021/06/14	11,200,000		1,120,000										
비고	농협 351-4123-5454-13 농부총영농단												
월	일	품목	규격	수량	단가	공급가액	세액	비고					
06	14	드론키트 교반장치	100cm x 72cm	4	2,800,000	11,200,000	1,120,000						
합계금액		현금	수표	어음	외상미수금	이 금액을 (청구) 함							
12,320,000													

본 인쇄물은 국세청 홈택스(www.hometax.go.kr)에서 발급 또는 전송 압력된 전자(세금)계산서입니다.
 발급사실 확인은 상기 홈페이지의 "조회/발급" > 전자세금계산서 > 제3차 발급사실 조회"를 이용하시기 바랍니다.

<첨부4>

농림축산식품 연구개발과제 매출 확인서

과 제 명	ICT 기술을 적용한 다목적 정밀농업용 자율비행 드론 플랫폼 개발		
주관연구기관	네이버시스템(주)	참여기관	네이버시스템(주)
연구책임자	심재균	연구기간	18년4월~21년12월(총 3년8월)
기업 정보	기업 매출 총액 : 77,300,000,000 원		
관련 실적	특허(), 품종(), 소프트웨어(O), 디자인(), 상표(), 기타(상세)		
	명칭(번호) : 신토드론 플랫폼		
	기술실시 명칭 :		
해당제품의 매출 실적			
제품명	제품사진	매출액(원)	해당 과제의 매출액 기여율(%)
신토드론 플랫폼		국 내 910,000,000	30%
		국 외	
<p>* 첨부 : 당해연도 매출액을 확인할 수 있는 자료(매출전표, 세금계산서, 매출원장, 수출계약 등) 상기와 같이 R&D 기술을 사업화하여 발생한 매출액을 보고합니다.</p>			

2021 년 12 월 6 일

연구책임자 : 심재균 (서명 또는 인)



일반용역계약서(최종)



후원본확인용QR코드

별첨 용역내역서, 일반용역계약 추가특수조건, 일반용역()계약특수조건 및 용역계약일반조건을 완전히 숙지하고 이에 따라 다음과 같이 조달물자 구매계약을 체결하여 이를 충실히 이행할 것을 확약하고 기명 날인한다.

계약일자 : 2021/08/13

<계약자>

<발주처>

공주시방조달청장
조달물자계약관
김공진

과 장 : 김상두 (Tel: [REDACTED])
사무관/서기관 :
담당 : 양희선 (Tel: [REDACTED])

<계약상대자>

상 호 : 내이버시스템 주식회사
주 소 : 서울특별시 송파구 중대로 135, 아이티벤처타워 동관
대 표 자 : 임병조
사업자등록번호 : 215-81-69556
주민등록번호 : [REDACTED]
전 화 번 호 : 02-6258-1500
팩 스 번 호 : 02-6258-0145

<수요기관>

한국농어촌공사 충북지역본부, 충청북도 청주시 서원구 1순환로 1053-0 (분령동), 유웅천(043-290-3317)

계 약 방 법 :	일반경쟁	국가(지방)계약 법시행령 :	043조 00항 00호 0-목
계 약 번 호 :	24213083300	구매관리번호 :	24216042200
계 약 건 명 :	충북 괴산 노지스마트농업 시범사업 빅데이터 플랫폼 구축 용역		
품 명 :	정보시스템개발서비스	수 량 :	1,000
단 위 :	식		
계 약 금 액 :	910,000,000 원	수 수 료 :	7,948,600 원
계 약 기 간 :	지체상금율 : 0.075		
납 품 기 한 :	20211210	인 도 조 건 :	과업내역에 따름
수 요 기 관 명 :	한국농어촌공사 충북지역 본부	분할납품 :	부
납 품 장 소 :	수요기관 지정장소		
검 사 기 관 :	수요기관	검 수 기 관 :	수요기관
지 급 방 법 :	직불	계 약 구 분 :	총액계약
하자담보책임 기간(비고) :	3년 간(H/W 3년 S/W 1년(제안요청서 참조))	하자보수보증금율 :	0
계약특성 :	[국가계약법]물품과 용역을 일괄입찰한 소프트웨어사업(0.075)		
계약해지여부 :	N	계약해지일자 :	

[부가정보]

인지세액(과세대상여부) : 350000 원(Y) 지역개발/도시철도채권 : 원(해당없음) 계약보증금 : 408,000,000 원

특기사항 :

- * 계약자가 면세사업자인데 부가가치세를 포함하여 계약을 체결한 경우, 계약대금 지급 시 부가가치세를 정산하고 지급함
 - 1. 일반용역계약특수조건외 기재사항은 다음과 같이 한다.
 - 제12조 물가변동으로 인한 계약금액 조정방법은 품목조정을
 - 제15조 하자보수기간 : 제안요청서, 제안서, 추가협상 등에 따른
 - 2. 기타사항
 - * 본 건은 장기계속계약입니다.
 - 총 제조부가금액 : 4,080,000,000원 / 총 계약기간: 계약체결일 ~ 2022.12.10.
 - 1차 계약금액: 910,000,000원 / 계약기간: 계약체결일 ~ 2021.12.10.
 - 2차 계약금액: 3,170,000,000원 / 계약기간: 2021.12.11 ~ 2022.12.10.
 - * 동 용역에 대하여는 용역기간을 2021.03.01. ~ 2023.02.28.로 산정하여 계약된 것으로, 동 건 계약체결이 지연될 경우 용역대금은 실제 용역 개시일부터 일괄 정산하여 지급합니다.
 - * 본사업의 제안요청서와 과업내용서, 계약자가 제출한 제안서 및 추가협상결과 등 제안서류는 용역계약 일반조건에 의하여 본 계약서에 별도 첨부하지 않더라도 계약문서로서의 효력을 가지며 계약서에 포함됩니다.
 - * 상세 과업내용 및 기타사항은 수요기관 요청사항에 의합니다.
 - * 정보누출금지대상 사업은 국가계약법시행령 제76조 제1항 3호 나목 및 지방계약법시행령 제92조 제2항 제3호의 나목의 적용을 받습니다.
- ※하자조치 불이행으로 공개된 업체는 수요기관의 요구가 있을 경우 하자보수보증금을 징수할 수 있습니다.
 ※물품계약서 상 지급방법이 대지급으로 계약체결한 후 말주기관이 직불로 집행하고자 하는 경우 반드시 수정계약 체결 후 집행하여야 합니다.
- (국가계약법 적용기관) 「국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행령」 제76조제1항제2호에 따라 아래의 계약 주요조건을 위반한 경우 "부정당업자 입찰참가자격 제한 처분"을 받을 수 있습니다.
 - 허형생산, 타사제품 납품 등 직결생산 조건을 위반한 계약 이행

[첨부문서]

No.	문서명	파일명
1	24213083300-(국가)용역계약일반조건(2020.12.24.시행).hwp	24213083300-(국가)용역계약일반조건(2020.12.24.시행).hwp
2	24213083300-(공통)일반용역계약특수조건(2020.5.6.시행).hwp	24213083300-(공통)일반용역계약특수조건(2020.5.6.시행).hwp
3	24213083300-국가계약법제27조의5및동법시행령제12조제5항에따른서약서.hwp	24213083300-국가계약법제27조의5및동법시행령제12조제5항에따른서약서.hwp
4	24213083300-청렴계약서(서약서).hwp	24213083300-청렴계약서(서약서).hwp
5	24213083300-160120_백도어_방지_추가특수조건(최종).hwp	24213083300-160120_백도어_방지_추가특수조건(최종).hwp
6	24213083300-공정계약서약서.hwp	24213083300-공정계약서약서.hwp
7	24213083300-제안요청서(06.22).hwp	24213083300-제안요청서(06.22).hwp
8	24213083300-과업내용서(06.17).hwp	24213083300-과업내용서(06.17).hwp
9	24213083300-기술부문협상결과.pdf	24213083300-기술부문협상결과.pdf

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 첨단생산기술개발사업 “ICT 기술을 적용한 다목적 정밀농업용 자율비행 드론 플랫폼 개발” 연구개발과제 최종보고서입니다.
2. 이 연구개발내용을 대외적으로 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부(농림식품기술기획평가원)에서 시행한 첨단생산기술개발사업의 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.