

드론 배송 기술 및 서비스 추진 현황

2022. 10. 10

정훈

ETRI 한국전자통신연구원
Electronics and Telecommunications
Research Institute



목차



• I

드론 배송서비스 개요

• II

드론 배송서비스 동향

• III

드론 배송 기술 개발 및 실증 현황

• IV

향후 드론 물류 추진 방향

• V

기대효과 및 추진일정

I. 드론 배송서비스 개요

정의

누구에게나 원하는 모든 것을, 원하는 시간에, 원하는 장소까지 신속 정확하게
물류 네트워크와 드론 배송시스템을 통해 우편물 등을 배송하는 서비스



I. 드론 배송서비스 개요

배경 및 필요성

물류 네트워크를 활용한 드론 배송시스템 구축을 통한
대국민 보편적 서비스 제공 및 배송사업 수익창출 필요

대국민 보편적 서비스 품질 향상

- 물류사각지대에 있는 국민들에게 고품질의 배송서비스 제공 필요

물류·인건비 절감

- 글로벌 물류기업의 드론 활용 전망
 - 물품 배송은 총 물류비용의 53%
 - 물품 물류비용 중 인건비 60%

배송인프라 취약지역
적시·적기
**드론 배송 체계
구축**

정부주도 시장창출 지원

- 열악한 국내 드론 산업 육성 및 드론 핵심기술 확보를 위한 정부 지원 필요
- 실증·상용화를 위한 기술·비용 문제 해결

드론시스템 신뢰성 확보 필수

- 수요처 요구에 부합되는 기술력 확보 필요
- 장기간의 실증 기간 확보 필요 ⇒ 반복적 피드백, 최적화 수행 필수

물류취약지역 대국민 보편적 배송 서비스 필요

- 공공서비스 및 생필품, 긴급 물품 배송 인프라가 미흡한 지역 (농어촌, 산간) 대상의 드론 배송 인프라를 구축하여 주민 생활 지원

드론 물류산업 新 시장진출 필요

- 태동기 단계인 드론 관련 기술력 향상과 예비 수요시장 창출
- 공공부문에서 드론 배송 인프라 구축 및 운영을 통한 산업분야 확산

드론 배송서비스 제공에 따른 신규 일자리 창출 필요

- 물류 및 교통산업의 전환에 따른 새로운 일자리 창출
- 드론 배달점 설치, 드론 조종 등 실 운영을 위해 드론 전문 인력 양성

드론 산업 국가경쟁력 제고 및 해외시장 선점 필요

- 국내외 메가트렌드 변화에 대응하는 드론 기술 개발
- 국내 실증 운영 검증 이후 드론 배송서비스 해외시장 진출

드론 배송 사업 추진 배경

I. 드론 배송서비스 개요

추진 경과

- 산업부 드론기반 물품 배송시스템 구축 사업 수행(2016.05~2017.04)
 - (사업내용) 테스트베드(고흥, 영월) 구축, 성능 검증 및 시험운영
- 산업부 시장창출형 로봇보급사업 성과 확산 기간(사업 후 3년)
 - 코리아세일 페스타 기간 중 드론 배송 시연(2017.10.25, 세종시 국토부 우체국 ⇒ 산업부 앞(편도 600m))
 - 도서지역 드론 배송 시범운영(2017.11.27~12.01, 전남 고흥 선착장 ⇔ 득량도 마을회관(왕복 7.6km, 비행시간 18분))
 - 산간지역 드론 배송 시범운영(2018.08.08, 강원도 영월우체국 옥상 ⇔ 별마로천문대(왕복 4.6km, 비행시간 16분))
- 충남 「주소기반 드론 배달 운영 시범사업」 수행(2018.9.~2019.1.)
- 산업통상자원부 「배달임무 성공률 98% 이상의 도서산간 드론 물류서비스 기술 개발 사업」 수행 중(2019.4.~2022.12.)
 - (수요처) 우정사업본부, 국방부, GS칼텍스, 조선일보, 지자체(전남, 충남, 강원, 제주)
 - (내용) 배달용 드론 개발 및 운용플랫폼 구축, 드론배달 테스트베드 구축 및 상용화 실증
- 다부처 우편 배송 라스트 마일 업무 혁신을 위한 드론 운영 기술 개발 수행 중(2019.05~2022.12)
 - (사업내용) 5G 통신 기반의 드론 배송 물류망 구축·운영
- 충남 「지역밀착형 주소기반 드론 배달 운항 연구」 수행(2019.6.~2019.12.)
- 한국국토정보공사 「주소기반 드론 배달점 및 비행항로 구축사업」 수행(2019.9.~2019.12.)
- 전남 「지역밀착형 주소기반 드론 배달 운항 및 상용화 연구」 수행(2019.12.~2020.6.)
- 충남 「지역밀착형 주소기반 드론 배달 시험운영」 수행(2020.6.~2020.12.)
- 전남 「지역밀착형 주소기반 드론 배달 서비스 타당성 분석」 수행(2020.7.~2020.12.)

II. 드론 배송서비스 동향

국외 드론 배송서비스 추진 동향

• 미국 왕 •

- '14년, 드론 배달서비스인 프로젝트 왕 공개
 - 테일시터(비행기와 헬리콥터 결합)로 비행 시험
- 구글에서 분사한 왕이 '19년 4월 최초로 미국 FAA 상업용 드론 운항 승인 획득
 - FAA가 식품, 의약품 등 드론 배달에 최초로 부여
- '19년 4월, 호주 정부 승인 후 호주에서 최초로 드론 배달 서비스 시작
 - 시내 주요 도로 횡단 비행 금지, 거리에서 일정 수준 이상의 고도 유지
- '19년 10월, 미국에서 드론 배달 테스트 시작
 - 페덱스, 드럭스토어 체인 월그린스와 제휴, 미국 주상복합건물에서 첫 전자상거래 배송, 물품무게 0.9~1.3kg, 비행거리 9km
- '21년 8월, 미국, 호주, 핀란드에서 총 10만회 드론 배송서비스 달성
- '22년 4월 미국 대도시에서 첫 상업용 무인 항공기 배송서비스 시작
 - 월그린의 텍사스주 2개 매장, 의약품과 필수품 등 100개 품목, 물품무게 1.5kg
 - 드론 배달 애플리케이션을 통해 주문받은 후 공중 드론에서 내려온 줄에 물품을 부착하고, 왕 운영팀 조종사가 드론을 원격 조종해 주문 물품을 고객의 목적지 7m 상공에서 원치케이블을 이용해 줄을 내려 전달하는 방식



• 미국 아마존 •

- '13년, 최초로 상업용 드론 개발
 - 물품무게 2.3kg, 비행거리 16km
 - 고객이 말로 주문하는 음성 쇼핑기기 대시와 연동
- '15년, 1시간 쾌속 배달서비스 Prime Now 공개
 - 리어 프로펠러 1개의 하이브리드 드론 개발, 화물무게 2.3kg, 비행거리 24km
- Amazon Prime Air를 개발하여 '16년 12월 세계 최초로 영국에서 2.3kg 상품 배달서비스 성공
- '17년, 드론 항공교통관제시스템 개발
- '19년 6월, 자율주행 드론 공개
 - 화물무게 2.3kg, 비행거리 24km
- 왕, UPS에 이어, 2020년 8월 미국 FAA 상업용 드론 운항 승인 획득
 - 500개 이상 안전 및 효율성 관련 프로세스 검증
- '22년 연말 드론 택배서비스 제공 예정
 - 캘리포니아주 록포드에서 드론이 주택 뒷마당에 택배 배송 예정
 - 택배무게 3kg, 배송시간 1시간, 학용품, 세면도구 등 간단한 물품 배송에 적합



II. 드론 배송서비스 동향

국외 드론 배송서비스 추진 동향

· 독일 DHL ·

- '14년, 세계 최초 정부 허가를 받고 의약품 드론 배달 테스트
 - 독일 북부 노르트다이흐 항구 ↔ 위스트섬(12km)
 - 화물무게 1.2kg, 비행시간 88분
- 이후, 악천후를 극복하고 드론 배달 과정을 **완전 자동화하기 위해 개조**
 - 로터 각도를 바꿔 수직이착륙과 수평비행 가능
 - 화물무게 2.2kg, 비행거리 8.3km, 비행속도 70km/h
 - '16년 라이트 임 빙클에서 주민 대상 테스트
- '19년, 중국 이항과 광저우에서 드론 배달 시작
 - 무인함에 물품을 넣으면 근처 DHL 센터로 이동
 - 소포 보관, 분류가 가능한 지능형 캐비닛에 이착륙
 - 화물무게 5kg, 비행거리 8km
- '22년, 드로나믹스와 **드론 장거리 배송 시작 예정**
 - 화물무게 350kg, 비행거리가 2,500km



· 미국 UPS ·

- '17년, 배달원이 배달 중 차량 이착륙이 가능한 **배달 드론 시험운영**
 - 플로리다에서 택배물에 기재된 주소로 배달하고 배달차량으로 복귀
 - 화물무게 4.5kg, 비행시간 30분
- '19년 10월, 미국 연방항공국(FAA) 상업용 드론 **운항 승인(Part 135) 획득**
 - 25kg 이상 화물 배달, 야간 비행 가능
 - 미국 병원 중심으로 드론 배달 확대 추진
- '20년 5월, 플로리다에서 **의약품 배달 시작**
- **윙콥터와 새로운 형태의 배송 전문 드론 개발**
 - 수직으로 이륙 후 고정익기처럼 전진하며 비행
 - 화물무게 6kg, 비행거리 120km, 비행속도 240km/h
 - 강풍 속에서 비행 가능, 작은 비행 소음



· 아이슬란드 아하 ·

- '17년, 수도인 레이캬비크에서 드론 **배송 시험운영**
 - 만을 중심으로 양쪽으로 나뉜 한쪽에서 바다 건너 다른쪽에 지정된 드론 이착륙 장소로 식품과 소비재 배송
- '18년, 세계 최초로 도심지 내 드론 **배송 상용서비스 제공**
 - 아하(Aha)는 레이캬비크에서 요리, 식료품, 전자제품의 드론 배송 상용서비스 시작
 - DJI의 Matrice 600 기체 사용
 - 아하 운영센터에서 3Kg 물품을 실은 드론을 4~8km 반경까지 조종
 - 사람이 적은 산업 지역, 강, 호수 위 경로 설정
 - 장애물 감지 및 방지 기능은 없으며, 장애물이 없는 경로로 GPS를 이용해 비행



II. 드론 배송서비스 동향

국외 드론 배송서비스 추진 동향

• 중국 알리바바 •

- '15년, 알리바바의 B2C 쇼핑몰인 타오바오가 물류회사인 YTO 익스프레스와 제휴를 맺고 상품 드론 배달 테스트를 진행
 - 도심지인 베이징, 상하이, 광저우를 중심으로 한 시간 내의 반경에서 450명에게 차를 배달
- '17년, 메이저우다오 주민이 주문한 6상자 상품을 해협을 건너 배달
- '18년, 알리바바 계열의 온라인 음식 배달업체인 '어러머'에서 **드론 음식 배달 시작**
 - 어러머는 100개 업체 음식을 17개 경로로 배달
 - 고객 주문, 출발지로 음식 전달 및 드론에 탑재, 배달거점까지 드론 이동 및 배달원이 최종 배달
 - 음식무게 6kg, 배송거리 20km, 비행속도 65km



• 중국 징둥닷컴 •

- '16년, 중국 장쑤에서 드론 배달 시험 성공
 - 이후, 산시, 하이난, 장쑤, 광둥, 칭하이 등의 100여곳에서 40대 드론을 운영 중
 - 물류센터에서 물품을 해당지역 8~15개 묶어 드론 배송 후 그 지역 배달원이 개별로 배송
 - 화물무게 5~30kg, 비행속도 100km
- '18년, **배송용 중형 드론 개발**
 - 중국 외곽지역으로의 화물 운송, 농장에서 식량 운반에 사용 추진
 - 화물무게 840kg, 5개 수하물칸, 비행거리 1천km, 비행속도 200km/h
- 쓰촨성과 산시성에 각각 185개, 100개의 **드론 공항을 건설 추진 중**
 - 쓰촨성 제품을 중국 모든 도시에 24시간내 배송



• 중국 기타 •

- 순펑쑤원은 '17년 **중국 최초로 드론의 상업용 공역 운항을 승인**받고, 간저우에서 드론 배달 시범운영, '20년 3월 중국 화둥 민항관리국에서 **중국 내 사용 가능한 드론 항공 운영 허가증 발급**
 - 화물무게 5~25kg, 비행거리 15~100km
- 윈이는 **중국우체국, 쑤닝, 차이나오 등과 협력하여 드론 배송서비스 제공 중**
 - '16년, 중국 절강성에서 중국우체국과 최초로 1개 도시, 4개 마을 대상 드론 우편서비스 제공
 - '18년, 드론 배송 앱을 출시하여 택배, 음식, 의료품 드론 배송서비스 제공
 - **항저우 스타벅스에서 커피 8잔까지 드론 배송**
 - 고객이 윈이 앱으로 주문, 직원이 출발지/목적지 입력, 드론 QR코드 스캔, 비행 및 목적지 착륙 및 직원이 최종 배달(총 목적지 3곳)



II. 드론 배송서비스 동향

국외 드론 배송서비스 추진 동향

· 일본 ·

- '16년, 지바시를 국가전략특구로 지정해 **드론 배달 실증(정부-지자체-기업 3자 연계)**
 - 대형 드론이 물류창고에서 10km 떨어진 집적소까지 바다 또는 강 상공을 비행하여 화물 운반 후, 소형 드론으로 근처 고층아파트 각 베란다에 배달
 - 지바시 해안가 아파트 베란다에 가로·세로 각각 1m 정사각형 드론 포트 설치
- 일본 정부와 기업이 협력하여 '18년에 후쿠시마현, 나가노현, 사이타마현, 오카야마현, 후쿠오카현 등 5개 지역에서 드론 물류 실증 실험을 수행
 - 일본우정은 '18년 10월 비가시권 드론 배달 승인 후, 후쿠시마현에서 1년 간 소고우체국과 나미에우체국 간 9km 구간에서 서류 등 드론 배달 시험 수행
- '19년, 라쿠텐은 도쿄만 섬 대상 드론 배송 실증
 - 화물무게 5kg, 비행거리 1.5km



· 프랑스우정 ·

- '15년, **최초로 드론 전용 터미널**과, 드론 터미널 접근에 대한 항공기 보호 구조물 개발
- '16년, 드론 배송 시험운영
 - 프랑스 남부지역에서 사전에 정해진 14km 경로를 일주일에 한번 비행
- '19년, **프랑스 민간항공 당국으로부터 승인을 받고 드론 배송을 시작**
 - 첫 배송은 산간 마을 해발 759m 지점 배달
 - 낙하산, 충돌 방지 등 안전 장치 내장



· 싱가포르 ·

- '17년, 싱가포르우정은 에어버스 자회사인 에어버스헬리콥터와 드론 배달 협정 체결
 - 드론이 물품을 싣고 고층 빌딩 옥상에 설치된 배달지점에서 다른지점으로 정해진 루트를 비행
 - 물품이 사물함에 도착하면 휴대폰으로 통보하고 수취인이 소화물을 수령
 - 화물무게 2~4 kg, 적재 및 하역, 비행, 배터리 충전 등 전 공정을 자동화
- '20년 4월, 싱가포르우정은 2kg 비타민 배달을 시작으로 드론 우편 배송서비스 출시
- '20년 8월, 푸드판다는 드론배송 시범서비스 성공
 - 푸드판다가 드론 배송서비스 pandaFly를 통해 3km로 떨어진 선박으로 치킨 5박스를 배달



II. 드론 배송서비스 동향

국내 드론 배송서비스 추진 동향

• CJ대한통운 •

- '16년, 국가재난처와의 협약을 통해 국가재난 발생시 해당 지역에 의약품 키트를 긴급 지원하기 위한 **드론 안전성 검증 시범사업(영월) 실시**
 - 각종 재난이 발생하면 즉각 재해구호협회를 통해 상황이 전달되고, CJ제일제당의 식음료를 CJ대한통운 택배차량과 드론 등을 활용해 이재민이나 고립지역 주민에게 전달
- '17년, 물류연구센터를 중국 상하이에 설립하여, 드론을 이용한 물류센터의 재고업무 활용을 시도
 - 5층 높이의 창고 내에서 드론이 RFID 센서로 물품 수량을 확인한 후 재고 데이터에 입력



• 두산모빌리티이노베이션 •

- '20년, 드론 실증도시 구축사업을 통해 제주도에서 **드론 배송 실증 실시**
- '20년 4월, 가파도, 마라도, 비양도 주민에게 수소드론으로 마스크 배송 실증
 - 연료전지 파워팩과 수소탱크 장착
 - 화물무게 5kg, 비행거리 80km, 비행시간 2시간
- '20년 9월, 한라산에서 구급품 드론 배송 실증
 - 제주 소방 교육대 등에서 구급품을 싣고 한라산 해발 1천500m 삼각봉 대피소까지 구급품 배송
- '20년 9월, 도심지인 세종에서 음식 드론 배달 실증 수행
 - 수소연료전지 탑재 드론으로 도심환경에서의 중장거리 드론 배달 서비스 가능성 확인



• GS칼텍스 •

- **주유소를 드론 배송거점으로 활용한 드론 배송서비스 모델 개발 및 실증 수행 중**
- '20년 6월, 산업부, ETRI와 GS주유소를 거점으로 한 드론 배송 실증
 - GS 편의점 앱으로 주문된 상품을 편의점 인근 GS주유소에서 드론에 적재하여 주문자(인근 펜션, 학교)에 배송
 - GS칼텍스와 GS리테일은 드론 서비스 중 **유통물류 분야에 국내 최초로 진출 선언**
- '20년 10월, 산업부, ETRI와 드론(공중)과 로봇(육상)이 결합된 언택트 배송서비스 실증
 - 앱으로 주문된 GS25 상품을 주유소에서 드론에 탑재, 바다 건너 장도로 이송 및 자율주행 로봇이 주문자에게 최종 배송
- '21년 1월, CES 2021에서 주유소를 거점으로 하는 드론 배송 방향 제시



II. 드론 배송서비스 동향

국내 드론 배송서비스 추진 동향

• 현대자동차 •

- '21년 6월, 한국은 물류 중심, 미국은 여객 운송 중심으로 한 투 트랙 전략 제시
 - 물류 운송용 UAM은 장거리 수요와 화물 무게로 수소연료전지 적용 추진
 - 수소연료전지 기반의 파워트레인 개발이 필수로서, '26년 화물 운송용 무인 항공기를 선보일 예정
- '28년 상용화를 목표로 미국, 영국 등 세계 65개 도시에 도심공항을 구축하고, 에어택시와 드론 물류 서비스 추진
 - UAM 공항인 에어원을 구축하여, 사람과 화물을 이동하고 타 교통수단과도 연계
 - 드론 원격제어와 충전, 화물·승객 적재 시설 포함 예정



• 한화시스템 •

- '21년 3월, UAM 기체부터 항공물류, 교통관리 서비스까지 아우르는 생태계 구축 청사진 제시
 - 서비스 사업은 교통관제를 포함한 운항 서비스와 항공물류 서비스로 구분
 - 배송용 드론을 이용, 기존 물류 및 전자상거래 기업 대상 라스트 마일 서비스부터 진입 추진
 - 오버에어의 UAM 기체를 물류용으로 개조해 물류거점에서 배송창고까지의 물류인 미들 마일 서비스까지 사업 확대 예정
- '21년부터 3년 간 저궤도 위성통신체계를 구축하고, 에어모빌리티 기체와 인프라, 관제 서비스 및 항공물류 서비스에 투자



II. 드론 배송서비스 동향

국내 드론 배송서비스 추진 동향

• CU •

- '22년 7월 8일 업계 최초로 드론 배송 상용화에 성공
 - 배송 가능 대상지는 강원도 영월군 CU영월주공점'에서 약 3.6km 떨어진 글램핑 지역
 - 드론 전용 배달 앱에서 상품을 주문하면 점포에서 드론 이륙장으로 상품을 전달하고, 이를 드론이 최종 목적지까지 배달
 - 서비스 시간은 매주 금/토 15시~20시(일몰 전), 최대 탑재 중량 5kg, 배달 소요시간 평균 10분



• 세븐일레븐 •

- '22년 7월 13일 드론 배송서비스를 개시
 - 가평수목원2호점을 업계 최초로 드론 스테이션(드론 이착륙·관제시설 등)을 갖춘 특화 매장으로 탈바꿈
 - 인근 펜션 단지를 대상으로 배달 주문부터 드론 배송 비행까지 한 건물에서 원스톱으로 처리
 - 최대 탑재 중량 5kg, 드론 전용 세트(글램핑 관련 식품)를 배달



• 기타 •

- '21년, 도미노피자가 드론 규제 샌드박스 사업으로 세종시에서 드론 배달서비스 운영 중
 - '21년 8~10월 주말 한정 피자 드론 배달서비스 제공 중
 - 도미노피자에서 배달지 2곳 대상 피자를 주문하면 생성되는 비밀번호 입력 후 수령
- '21년 7월부터 경남도는 도심 간 물류수송 드론시스템 및 UAM 비행항로 실증 등 드론 실증도시 구축 사업에 착수
- 제주·제천(드론 특별자유화구역), 김천(물류서비스 실증 지원사업) 등 다수의 지자체에서 드론 배송 실증 수행
- '21년, LIG넥스원 컨소시엄이 200kg급 카고드론 R&D 착수
- '22년 4월 파블로항공 컨소가 뉴욕 드론 배송 실증 참여
 - 그리피스 공항에서 시라큐스 스테이션까지 총 80km 배송



III. 드론 배송 기술 개발 및 실증 현황

ETRI 드론 배송 사업 추진 현황

- 2017년 10월 25일, 코리아세일 페스타기간 중 도심지인 세종시에서 드론 배달 시범운영
 - 국토부 우체국 옥상 → 산업부 앞 화물 배달(600m 비행, 5분 소요, 4kg 중량)
- 2017년 11월 27일~12월 1일, 도서지역인 전남 고흥에서 우편물 드론 배달 시범운영
 - 고흥 → 득량도 마을회관(8km 비행, 18분 소요, 3kg 중량)
- 2018년 8월 8일, 산간지역인 강원도 영월에서 우편물 드론 배달 시범운영
 - 영월우체국 ↔ 별마로천문대(4.6km 비행, 14분 소요, 5kg 중량)
- 2018년 12월 5일, 충남 태안과 보령군 도서지역 다지점 드론배달 시범운영
 - 고남면사무소 → 소도 → 추도 → 고남면사무소(7km 비행, 16분 소요, 5kg 중량)
- 2019년 7월 31일, 주소기반 드론 배달 협약식 및 시연
 - 드론 배달 운영 협약식 : 행안부, 우본, 충남, 전남, ETRI, 한국국토정보공사
 - 당진 전력문화홍보관 → 대난지도 → 소난지도 → 홍보관(10km 비행, 23분 소요, 5kg 중량)
- 2020년 6월 8일, 주유소/편의점 드론 배달 시범운영, 대기업 최초 GS칼텍스 드론 배달 선언
 - 제주 무수천주유소 ↔ 초등학교 및 펜션(총 4.2km, 도시락/간식 배달)
- 2020년 10월 13일, 드론과 로봇 결합 언택트 배송서비스 시범운영
 - 전남 여수 소호주유소 ↔ 장도 거주지(0.9km 드론 비행, 0.7km 로봇 주행, 생필품 배달)
- 2020년 12월 3일~4일, 조선일보 신문 다지점 연속 드론 배달 시범운영
 - 충북 보은 마로면복지회관 → 신문 구독지 3곳 → 마로면복지회관(2.8km 비행, 신문 배달)



III. 드론 배송 기술 개발 및 실증 현황

- 사업명 : 산업부 배송임무성공률 98% 이상의 도서산간 드론 물류서비스 플랫폼 구축 및 상용화 실증
(수요처: 우정사업본부, 국방부, GS칼텍스, 조선일보, 충남, 전남, 강원도, 제주)
- 사업기간 : 2019년 4월 ~ 2022년 12월 (3년9개월)



사업목표

물류취약지역에 드론 배송임무 성공률 98% 이상의 안전성 및 高신뢰성을 보장할 수 있는 **드론 물류서비스 플랫폼 구축 및 상용화 기술 개발**

■ 사업내용

- 수요처 요구에 부합하면서 전국 물류사각지대 어디에나 안정적으로 화물 배송서비스가 가능한 **배송용 드론 제작 및 운영**
- 다지점 연속 배송이 가능한 **배송용 드론 임무 장비 개발** 및 드론 자동 이착륙이 가능한 **도킹스테이션 제작 및 운영**
- 배송용 드론의 안전성 및 사용자 편의성 확보를 위한 **운용 플랫폼 구축**(배송용 드론 개발, 지능형 관제/안전제어/운영관리/보안 기술 개발, 드론 화물배송 터미널 구축)
- 드론 배송서비스 **테스트베드 구축 및 상용화 실증**(요구 성능 시험 · 평가, 테스트베드 구축, 드론 배송 비즈니스 모델 개발)
- 시범운영 : 2019년 2곳(충남 서산, 전남 보성), 2020년 4곳(충남 보령, 인천 추가), 2021년 6곳(충북 보은, 제주 추가), 2022년 10곳(전남 완도/신안, 제주, 울주 추가)

III. 드론 배송 기술 개발 및 실증 현황

물품 배송용 드론 기체 개발

■ 다양한 서비스 모델 제공에 적합한 기체 제작

- (배터리 탑재) 왕복 20km 비행이 가능한 물품중량 10kg급, 5kg급 드론 기체 제작
- (수소연료전지 탑재) 왕복 30km 비행이 가능한 물품중량 4kg급, 2.5kg급 드론 기체 제작

■ 요구 성능을 만족하도록 드론 기체 성능 개선

- 기체 별 최대 물품을 싣고 비행시간 30분 이상 배송이 가능하도록 기체 성능 개선
- 다양한 운영 환경에 적합하도록 방수/방진, 부품 이중화 기능 개발 및 내풍성 강화

배송용 드론 기체



<10kg급 드론>



<수소연료전지 드론>

III. 드론 배송 기술 개발 및 실증 현황

배송용 드론 적재함/임무장비 개발

■ 다지점 연속 자동 배송이 가능한 물품 적재함 제작

- 여러 곳 연속 비행하면서 지상 1m 이내 물품 낙하(또는 자동 이착륙) 가능 적재함 개발
- 배송 물품 및 규격 : 소포5호 (부피 48*38*34cm) 이내, 생필품, 등기, 시료, 신문 등

■ 배송용 드론 임무장비 개발 (안전 및 통신/보안, 제어 장치 등 개발 및 연동)

- 일체형 비행제어 장치 개발
- 드론 전용 암호화 모듈 일체형 LTE 통합 통신모듈 개발
- KCMVP 암호화 네트워크 구성으로 통신보안 확보
- 드론 기종별 전용 강건화 설계된 전원 계통 모듈 개발
- 고장 사전 예방을 위한 동력부 상태 감시 모듈 개발

드론 임무 장비 -스마티



<일체형 비행제어 컴퓨터 장치>



<LTE 통신모듈 및 영상 서버 암호화 모듈>

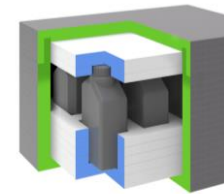


<전원 2중화 및 감시 장치>

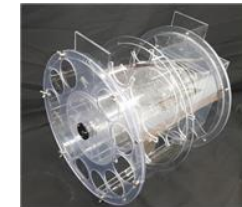


<상태 진단 분석 모듈>

물품 적재함 -KCL



<시료 배송용 적재함>



<신문 10부 배송용 적재함>

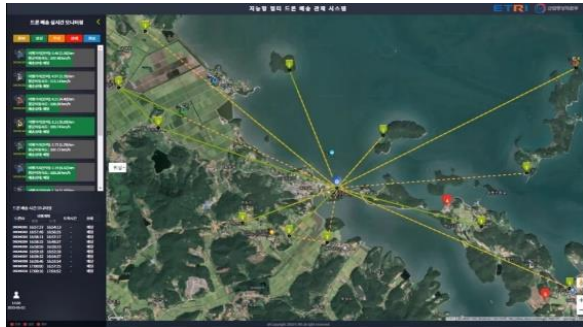


<신문 20부 배송용 적재함>

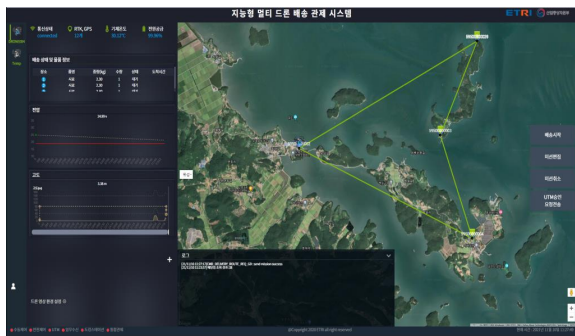
III. 드론 배송 기술 개발 및 실증 현황

지능형 관제 기술 개발

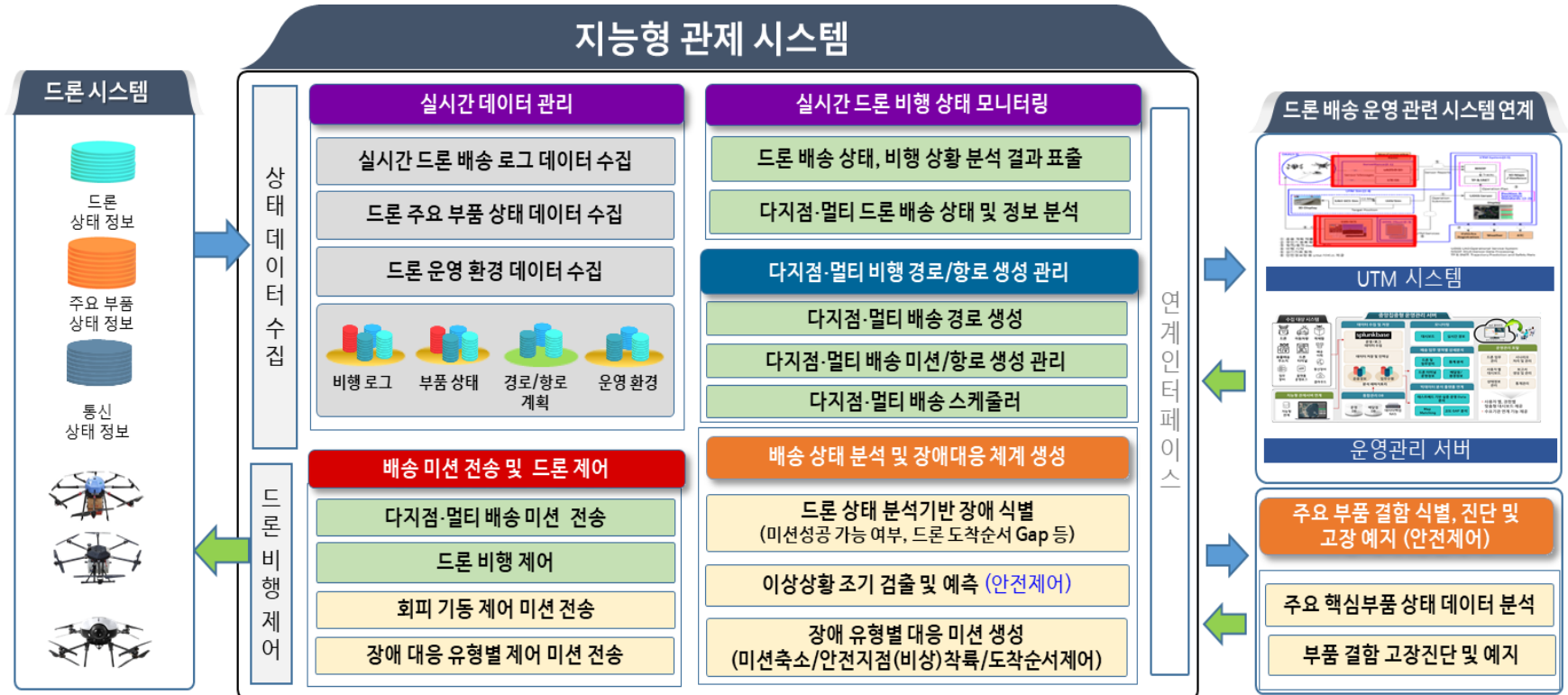
- 실시간 멀티 드론 배송 상태 관제 (최대 10대 동시 관제)
- 배송구간 도서·산간 지형 특징과 드론 이동 안전성을 고려하여 배송미션 및 항로 생성
- 멀티 다지점 배송 드론 출발 가능시간 생성 및 배송용 드론 배달점/출발점 도착간격 식별 (스케줄러)
- 배송 준비, 배송 중 이동, 배송 단계별 장애 식별 결과 제공, 장애 식별 결과에 따른 장애 대응 미션 제공 및 드론 이동 제어



<멀티·다지점 드론 배송 - 대시보드>



<실시간 멀티 드론 배송 관제>

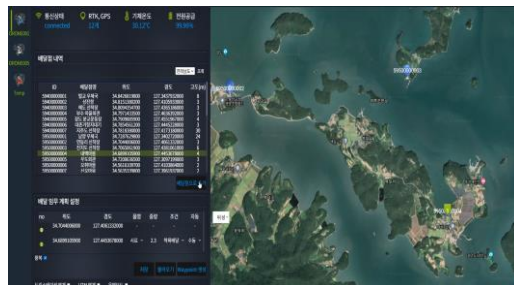
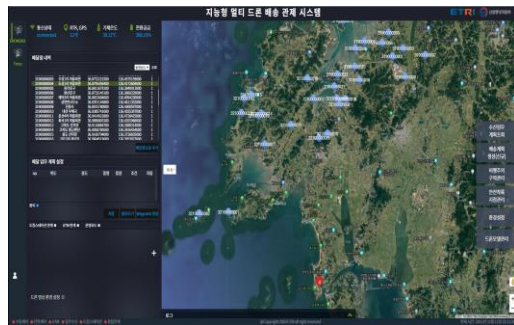


III. 드론 배송 기술 개발 및 실증 현황

지능형 관제 기술 개발

■ 다지점 임무계획, 멀티드론 배송 경로 생성 알고리즘 최적화

- 다지점 임무계획 생성 : 2개 이상의 배달점으로 배달 가능 (투하 및 착륙 배달)
- 배송미션 생성/편집 : 이륙 고도, 지형 고도(도서, 산간), 안전비행고도 (최저, 최고 이동 제한 고도) 범위내에서 후보 배송구간 waypoint 생성 및 중간 경유점 추가와 waypoint 속성 변경 가능
 - 후보 배송구간 waypoint 중 최선의 배송구간(항로) 선택 : 드론 배달 소요시간(비행거리), 전원 소모량, 드론 이동 안전성 (waypoint간 이동각도, waypoint 수 등) 비교 결과 제공



<배달점 조회 결과에 의한 임무 계획 선택>

<배송구간 내 경유 추가시 수정 구간 배송 후보 waypoint 제공>



<배송 구간별 후보 waypoint 중 선택 (거리, 고도, 소요시간, 이동각도, waypoint 수)>



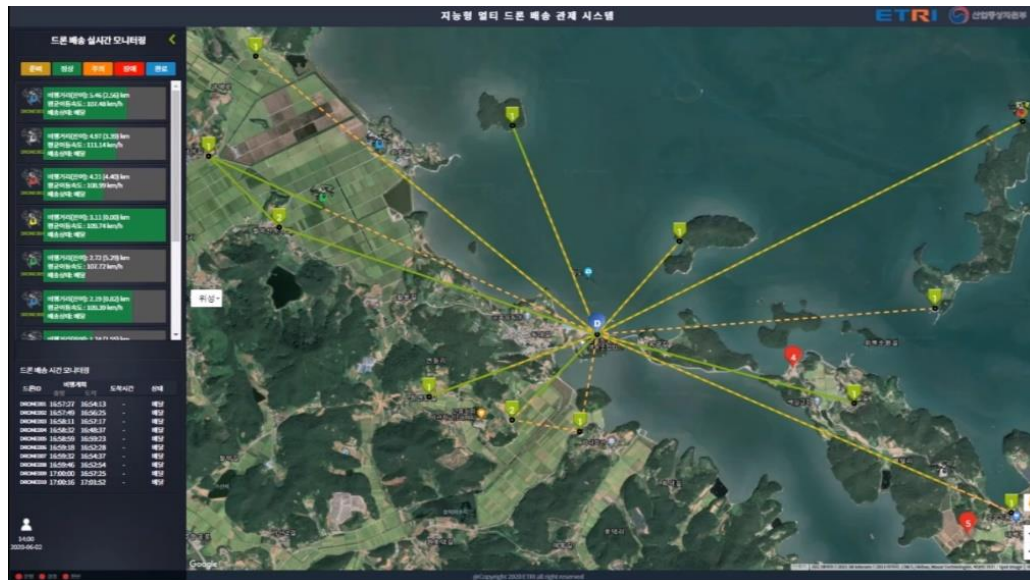
<배송 구간별 waypoint 속성 값 중 드론 이동 고도 수정 (중간 경유점 추가/삭제 가능)>

III. 드론 배송 기술 개발 및 실증 현황

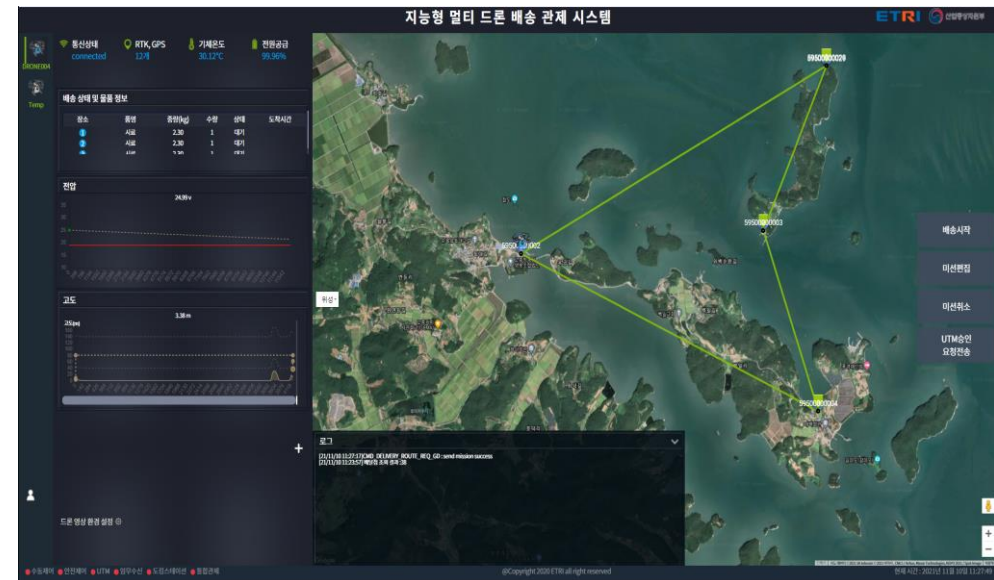
지능형 관제 기술 개발

■ 실시간 멀티드론 배송 상태 모니터링 시스템 개발

- 실시간 멀티 드론 모니터링 (대시 보드)
 - 멀티 드론 배송상태 일괄 모니터링 (배송 상태, 장애식별 결과 및 이동 상태 제공)
- 실시간 개별 드론 배송 모니터링
 - 배송임무 생성/편집, 드론 임무장치에 적합한 배송미션 선택 가능, 배송시작 요청 전달, 개별 드론 배송 상태 제공
 - 장애 식별 결과 제공, 장애 유형별 장애 대응 임무 생성 및 전송, 드론 제어 요청 전달 및 모니터링



<배송용 드론 10대 연결 및 관제>



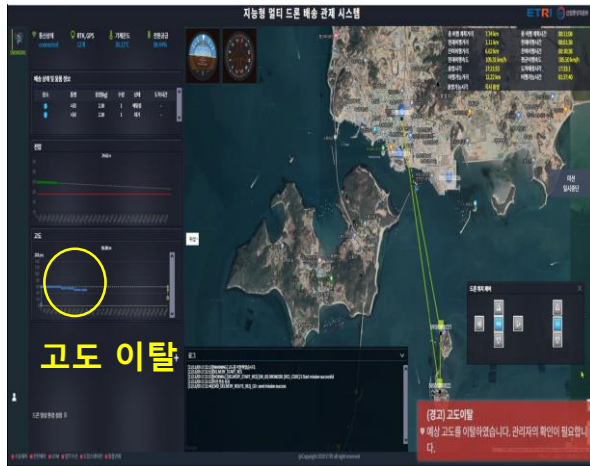
<다지점 배송 미션 생성 예(3개소 배달 후 회귀)>

III. 드론 배송 기술 개발 및 실증 현황

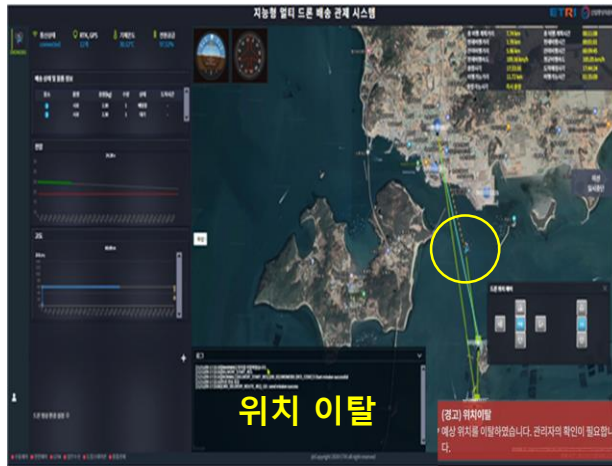
지능형 관제 기술 개발

■ 다지점 · 멀티드론 제어 모듈 개발 (장애 식별)

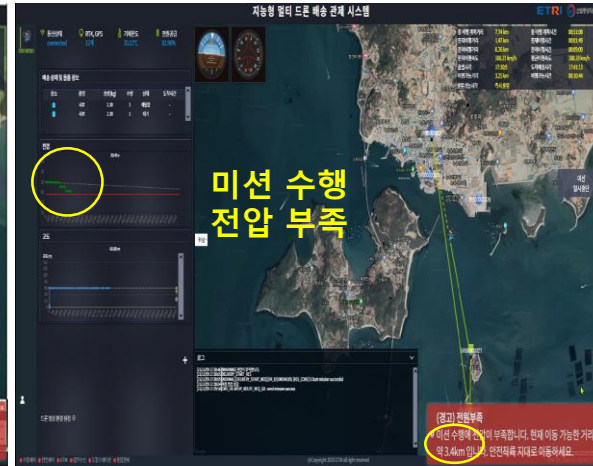
- 드론 배송 준비 장애 식별 : 미션 수행 전원 부족 식별, 드론기체 주요부품 및 동작상태 오류 식별 결과 제공
- 드론 배송 수행 중 장애 식별 : 위치/고도 이탈 식별, 미션 수행 완료 전원 부족 식별, 배달점/출발점 도착간격 여유시간 부족 여부 식별, 배송임무 장치 제어 실패 식별, 드론기체 주요부품 및 동작상태 오류 식별
 - 드론 모델별 과거 비행실적 데이터와 배송 중 상태의 전원 변동량(v/m), 이동 속도(km/h)값에 의한 배송미션 성공을 위한 부족 비행거리, 시간 값 생성/제공 및 도착간격 중첩 식별 시 드론간 간격 조정 필요시간 생성/제공
 - 장애 식별 결과는 notice, warning, emergency 레벨로 분류하여 제공



<이동 중 고도 이탈 식별>



<이동 중 위치(경로)이탈 식별>



<미션 수행 전압 상태 식별>



<드론 기체 동작 오류 상태 식별결과 제공>

III. 드론 배송 기술 개발 및 실증 현황

지능형 관제 기술 개발

■ 다지점 · 멀티드론 제어 모듈 개발 (장애 대응)

- 식별된 장애 유형(이탈, 전원부족, 기체 동작 오류, 도착간격 여유시간 시간부족, 임무장치 제어 실패)에 적합한 장애 대응이 가능하도록 드론 이동 제어 및 임무중단(종료) 절차 제공

- 미션 일시 중단, 미션 재개, 비상 착륙, 미션 축소, 수동 이동 위치 제어, 임무중단(종료) 등의 절차 제공

* 미션 축소 : 현재 드론 위치와 잔여 전원으로 이동가능 거리 내에 존재하는 배달점, 안전착륙지점, 출발점 중 선택된 지점까지 이동 미션 생성 및 제공



<미션 일시 중지 선택>



<미션 재개 선택>



<비상착륙 선택>



<비상착륙 완료 ⇒ 미션 종료 처리>



<미션 일시 중지 선택 후 미션축소 선택>



<미션축소 이동점 선택 및 미션 전송 요청
(선택된 지점 Map 중앙에 제공)>



<선택지점으로 미션축소 이동 및 착륙>

III. 드론 배송 기술 개발 및 실증 현황

안전 제어 기술 개발

■ Mission Computer(MC) task 관리 기술 개발

- 비행 단계별 MC task 관리
- Mission Computer task 관리 모듈 개발 및 테스트

■ 정밀 이착륙 / 장애물 탐지 기술 개발

- 착륙지점 침입객체 탐지 기술 개발
- 접근객체, 착륙점 마커 탐지 기술 개발
- 접근객체 탐지 및 접근방향 예측
- 장애물 대응 실시간 회피 기동계획 생성

■ 장애발생 긴급 대응 기술 개발

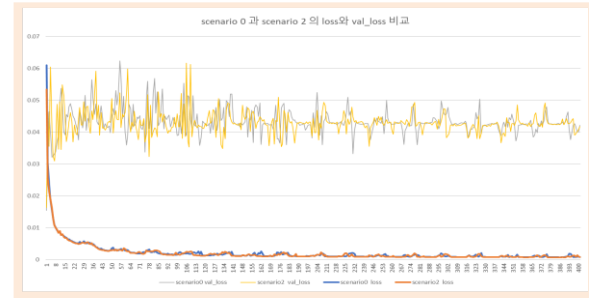
- 드론 상태 데이터 분석결과 기반 이상 징후 조기 검출
- 장애 유형별 드론 제어 미션 생성

■ 자가 진단 및 고장 예지 기술 개발

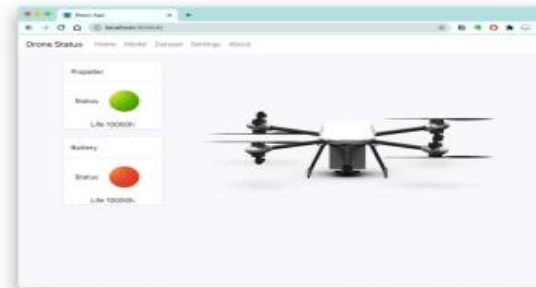
- 프로펠러, 배터리, 모터 학습데이터 구축
- 프로펠러, 배터리, 모터 고장진단 및 예지 모델 개발



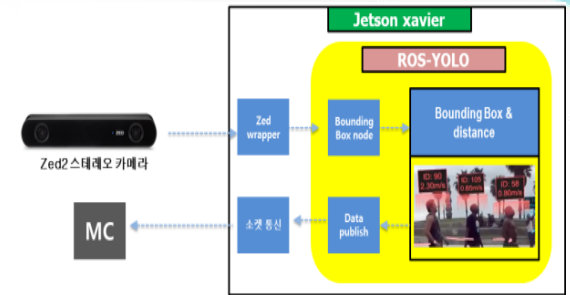
<회피/침입객체 탐지 모델>



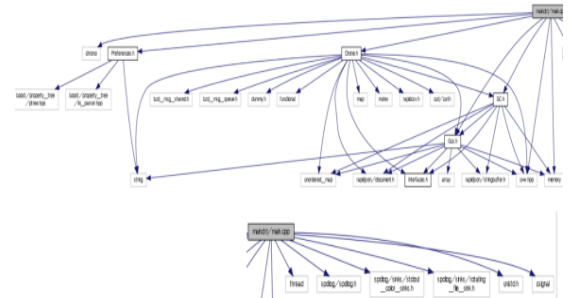
<전압데이터 이상징후 분석화면>



<주요부품 자가진단>



<정밀착륙 모듈 설계>



<task mgt. module 설계>



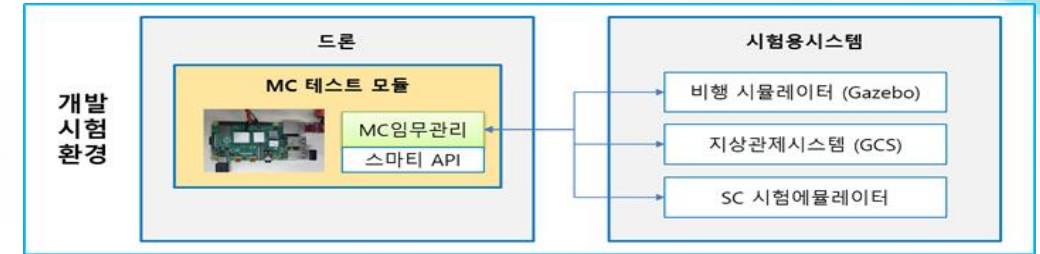
<주요부품 고장예지 모델>

III. 드론 배송 기술 개발 및 실증 현황

안전 제어 기술 개발

■ Mission Computer(MC) task 관리 기술 개발

- 비행 단계별 MC task 관리
 - 이륙전, 자동비행, 회피/착륙 등 비행단계별 임무제어
 - 통합보드 API 기반 이동 및 적재함 제어
 - MC-SC, MC-GCS 간 정보 연계
- Mission Computer task 관리 모듈 개발 및 테스트
 - SITL Simulator 환경 기반 개선 기능 테스트
 - FC/MC 통합보드 기반 개선 기능 시험 (임무비행 및 적재함 제어)



<MC 테스트 환경>



<SITL Simulator 기반 GCS 연계 테스트>

■ 회피 case 모듈간 seq. (2021 변경안)



<임무단계별 제어 시나리오 설계>



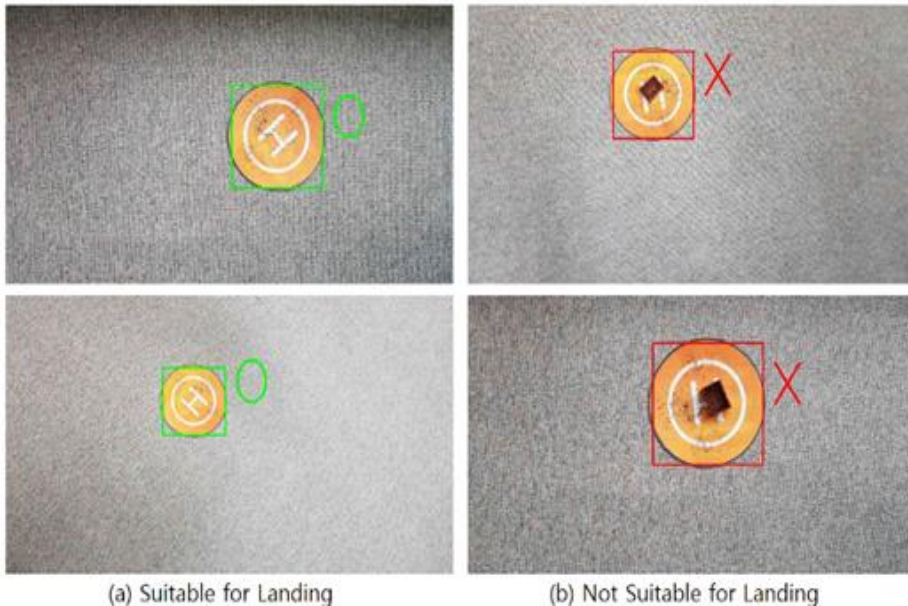
<GCS 연계 임무관리 모듈 드론 비행 시험>

III. 드론 배송 기술 개발 및 실증 현황

안전 제어 기술 개발

■ 정밀 이착륙 / 장애물 탐지 기술 개발

- 착륙지점 침입객체 탐지 기술 개발
 - 정상적인 착륙점과 착륙점 내부에 장애물이 있는 경우로 나누고 학습하여 심층 신경망 모델 개발
- 접근객체, 착륙점 마커 탐지 기술 개발
 - 접근객체, 착륙점 마커 탐지를 위한 yolo2 기반 통합 모델 개발
 - 이동장애물(새, 드론), 고정장애물 통신기지국 안테나 및 착륙점 패드 2종 등 총 5종의 탐지객체 설정 및 인식 성능 테스트



<착륙지점 침입객체 탐지 심층 신경망>



<장애물 탐지객체 유형>

```
calculation mAP (mean average precision)...
496
detections_count = 1434, unique_truth_count = 811
class_id = 0, name = bird, ap = 23.19% (TP = 62, FP = 31)
class_id = 1, name = drone, ap = 85.46% (TP = 67, FP = 23)
class_id = 2, name = radio, ap = 84.83% (TP = 84, FP = 12)
class_id = 3, name = large_mark, ap = 99.17% (TP = 120, FP = 1)
class_id = 4, name = small_mark, ap = 88.60% (TP = 151, FP = 10)

for conf_thresh = 0.25, precision = 0.86, recall = 0.60, F1-score = 0.71
for conf_thresh = 0.25, TP = 484, FP = 77, FN = 327, average IoU = 70.88 %

IoU threshold = 50 %, used Area-Under-Curve for each unique Recall
mean average precision (mAP@0.50) = 0.762481, or 76.25 %
Total Detection Time: 4 Seconds
```

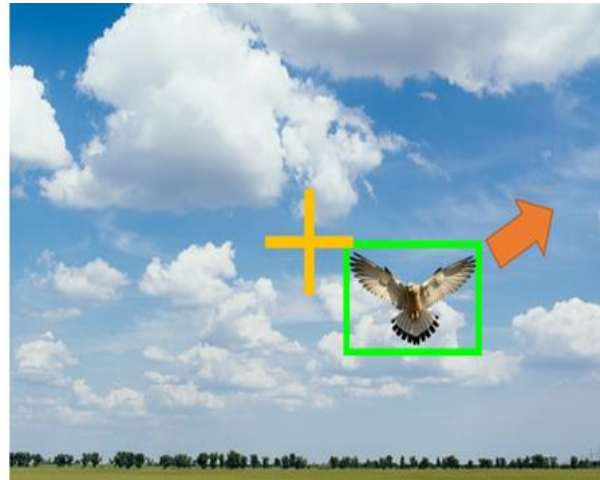
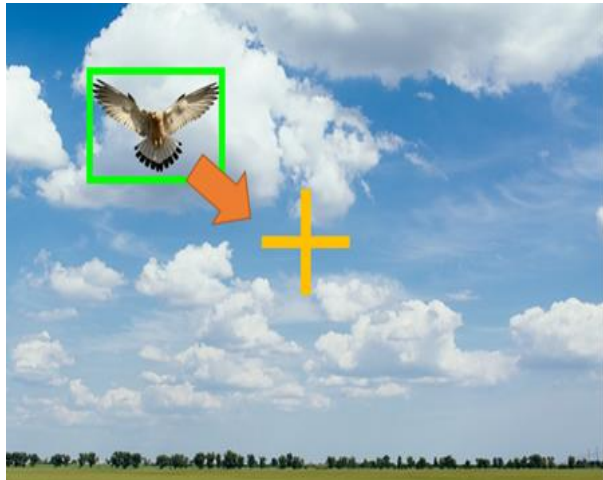
<객체 인식성능 결과 예시>

III. 드론 배송 기술 개발 및 실증 현황

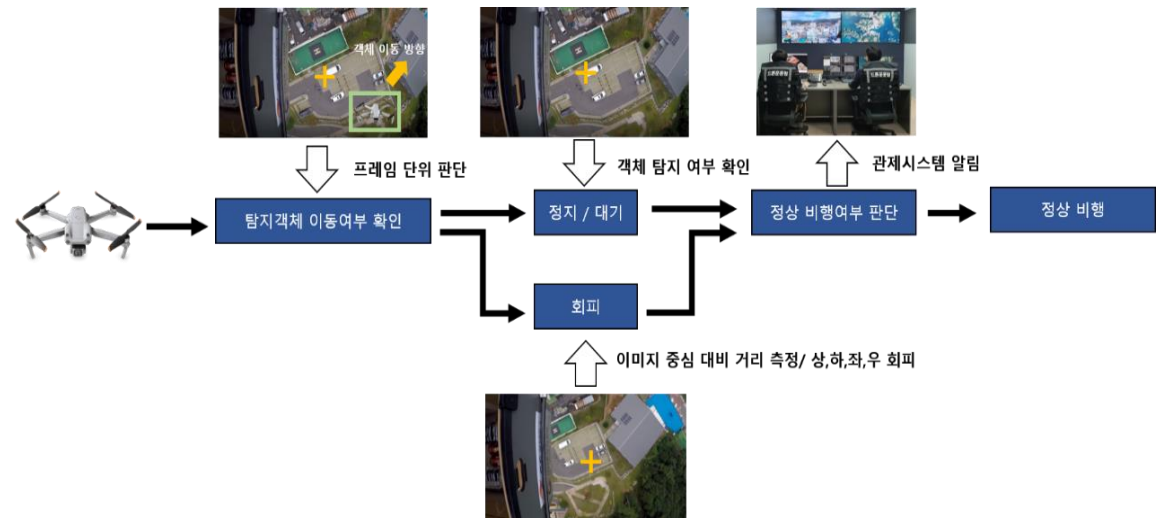
안전 제어 기술 개발

■ 정밀 이착륙 / 장애물 탐지 기술 개발

- 접근객체 탐지 및 접근방향 예측 알고리즘 개발
 - 장애물(드론/새)를 회피하기 위한 장애물 객체와 드론 간의 상대 운동을 인식
 - 카메라 영상 속 객체의 이동 방향과 속도를 산출하는 알고리즘 구현
- 장애물 대응 실시간 회피 기동계획 생성
 - 장애물 탐지 시 정지, 좌/우 회피, 상/하 회피 로직 개발
 - 장애물 이동 여부에 따른 정지/회피 로직 개발
 - 장애물의 지속 여부 시 관제시스템 알림 로직 개발



<영상 내 객체 이동여부 탐지>



<장애물 탐지/회피 프로세스>

III. 드론 배송 기술 개발 및 실증 현황

안전 제어 기술 개발

■ 장애발생 긴급 대응 기술 개발

• 장애 대응체계 및 비상상태 대처용 드론 제어 모듈 개발

- 장애 대응 체계 구축

. 드론 실시간 입력 데이터 기반 이상 상황 진단 결과 기반 장애 단계 설정(정상, 경고, 장애)

- 비상상태 대처용 드론 제어 모듈 성능 개선

. 항법 데이터 활용을 위한 입력 데이터 프로토콜 정의 및 활용

. 드론 제어용 이상 상황 진단 결과 전송(→ GCS)를 위한 출력 데이터 프로토콜 정의 및 통신 프로그램 개발

MAVLINK COMMON MESSAGE	Field Name	Variable Name	Type	Bytes	Positional number	unit	Description
POSITION_TARGET_LOCAL_NED	x	PTL_X	float	4	xxxx.00000	m	X Target Position in NED frame
	y	PTL_Y	float	4	xxxx.00000	m	Y Target Position in NED frame
	z	PTL_Z	float	4	xxxx.00000	m	Z Target Position in NED frame
	vx	PTL_VX	float	4	xx.00000	m/s^2	X Target Velocity in NED frame
	vy	PTL_VY	float	4	xx.00000	m/s^2	Y Target Velocity in NED frame
	vz	PTL_VZ	float	4	xx.00000	m/s^2	Z Target Velocity in NED frame
LOCAL_POSITION_NED	x	LP_X	float	4	xxxx.00000	m	X Position in NED frame
	y	LP_Y	float	4	xxxx.00000	m	Y Position in NED frame
	z	LP_Z	float	4	xxxx.00000	m	Z Position in NED frame
	vx	LP_VX	float	4	xx.00000	m/s	X Velocity in NED frame
	vy	LP_VY	float	4	xx.00000	m/s	Y Velocity in NED frame
	vz	LP_VZ	float	4	xx.00000	m/s	Z Velocity in NED frame
ATTITUDE	roll	ALT_R	float	4	xxxx.00000	deg	roll angle(-pi...+pi)
	pitch	ALT_P	float	4	xxxx.00000	deg	pitch angle(-pi...+pi)
	yaw	ALT_Y	float	4	xxxx.00000	deg	yaw angle(-pi...+pi)
NAV_CONTROLLER_OUTPUT	nav_roll	NCO_R	float	4	xxxx.00000	deg	current desired roll
	nav_pitch	NCO_P	float	4	xxxx.00000	deg	current desired pitch
	nav_heading	NCO_Y	float	4	xxxx.00000	deg	current desired heading
EXTENDED_SYS_STATE	landed_state	ESS_LS	uint8	1	x		the landed state

<이상 상황 진단 모듈 입력 데이터>

Field Name	Variable Name	Type	Bytes	Description
pos_err_flag	ADPE	uint8	1	<status> 0: normal, 1: warning, 2: critical
				<axis description> 1: x, 2: y, 3: z
				message example : 위치 이탈 주의 (x, y)
vel_err_flag	ADVE	uint8	1	<status> 0: normal, 1: warning, 2: critical
				<axis description> 1: x, 2: y, 3: z
				message example : 속도 장애 (y, z)
att_err_flag	ADAE	uint8	1	<status> 0: normal, 1: warning, 2: critical
				<axis description> 1: x, 2: y, 3: z
				message example : 정상 (x, y, z)

<이상 상황 진단 기반 장애 정보 출력 데이터>

```

-----Send Data-----
CMD_CODE: 310, DR_ID:, DRONE001, TYPE: 1, STATE: 1, STATUS_MSG: 위치 이탈 경고 (x)
-----
-----Received Data-----
DR_ROLL: 0.77, NCO_R:, 0.67
DR_PITCH: 0.92, NCO_P:, 1.16
DR_YAW: 353.34, NCO_Y:, 352.78
PTL_X: 0.5871857, LP_X:, 0.5974646
PTL_Y: -0.005219408, LP_Y:, -0.002206926
PTL_VX: -0.01027885, LP_VX:, 0.05267873
PTL_VY: -0.003012482, LP_VY:, 0.01326933
-----
-----Send Data-----
CMD_CODE: 310, DR_ID:, DRONE001, TYPE: 1, STATE: 1, STATUS_MSG: 위치 이탈 경고 (x)
-----
-----Received Data-----
DR_ROLL: 0.79, NCO_R:, 0.66
DR_PITCH: 0.92, NCO_P:, 1.17
DR_YAW: 353.34, NCO_Y:, 352.76
PTL_X: 0.5871926, LP_X:, 0.6010757
PTL_Y: -0.005206521, LP_Y:, -0.0006179667
PTL_VX: -0.01388302, LP_VX:, 0.05524189
PTL_VY: -0.004588554, LP_VY:, 0.0114082
-----
-----Send Data-----
CMD_CODE: 310, DR_ID:, DRONE001, TYPE: 1, STATE: 1, STATUS_MSG: 위치 이탈 경고 (x)
-----

```

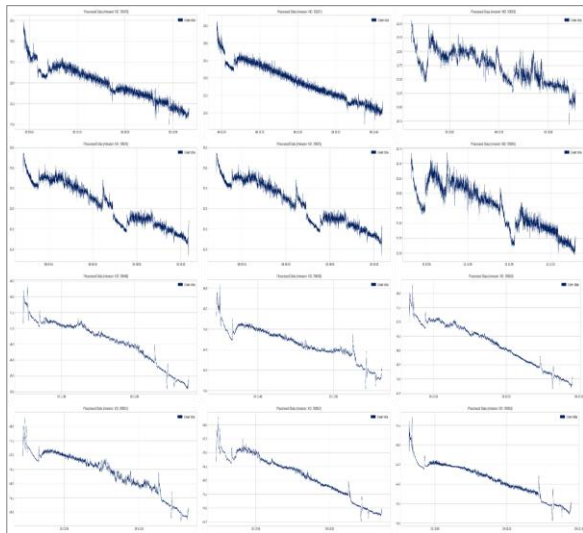
<GSC ↔ 이상 상황 진단 모듈간 통신 수행 예시>

III. 드론 배송 기술 개발 및 실증 현황

안전 제어 기술 개발

■ 자가 진단 및 고장 예지 기술 개발

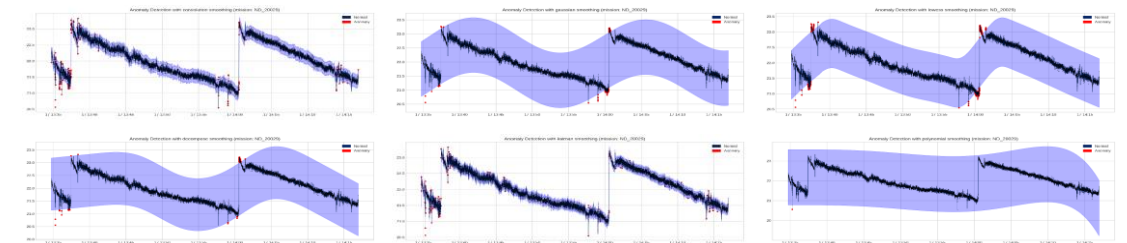
- 드론 주요 부품별 상태데이터 획득 및 관리 시스템 개발
 - 드론 주요부품 데이터 획득 및 고장진단 · 예지를 위한 학습데이터 구성
 - . (드론 배터리) MAVLink 포맷 실제 비행 로그데이터의 시계열 배터리 데이터
 - . (드론 프로펠러) 실험 데이터(X,Y,Z축별 20개 구간, 61 Attributes, 정상/고장 레이블링) 및 시뮬레이션 데이터
 - . (드론 모터) Matlab/Simulink 기반 모터 · 기체 시스템 및 제어기 모델링을 통한 시뮬레이션 데이터
 - 드론 주요부품 데이터 입력 및 전처리 기능 구현
 - . 배터리 시계열 데이터, 드론 프로펠러 실험/시뮬레이션 데이터에 이상치 탐지 기법 적용 및 이상치 제거를 통한 데이터 정제



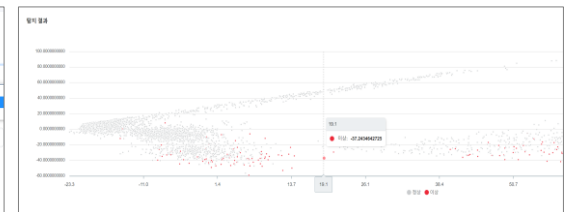
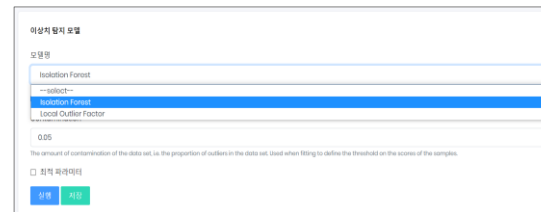
<배터리 데이터 예시>



<프로펠러 데이터 예시>



<배터리 데이터 정제>



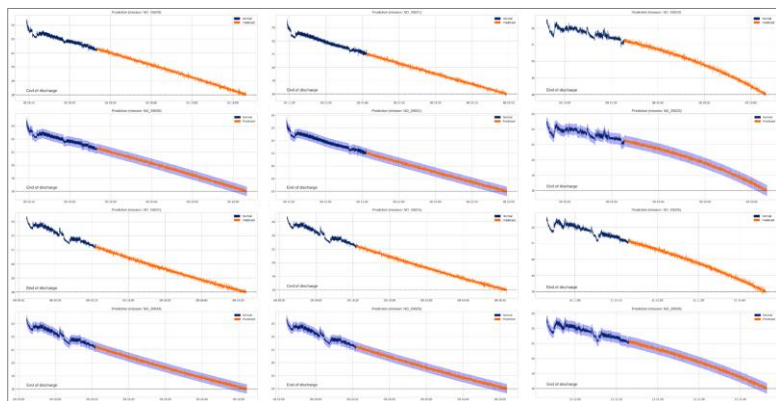
<프로펠러 데이터 정제 및 전처리>

III. 드론 배송 기술 개발 및 실증 현황

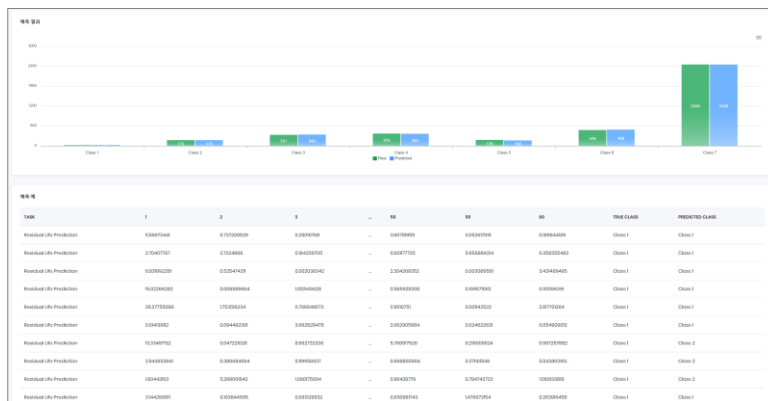
안전 제어 기술 개발

■ 자가 진단 및 고장 예지 기술 개발

- 드론 주요 부품별 상태진단 및 고장예지 시스템 개발
 - 드론 주요부품 고장진단 및 예지 모델 개발
 - (드론 배터리) 이력 및 이동평균 기반 파생변수 생성, 기계학습 기반 고장 진단 및 SOC(State of Charge) 예측 모델 개발
 - (드론 프로펠러) SMOTE 기법 등을 이용한 학습데이터 확장, 기계학습 기반 프로펠러 고장진단 및 잔여수명 예측 모델 개발
 - (드론 모터) Matlab/Simulink 기반 기체 시스템 구성, 시뮬레이션 파라미터 반영, 다중 모델 기반 확률적 고장 분류 모델 개발
 - 드론 주요부품 고장진단 및 예지 기술 구현
 - (드론 배터리) 파생변수 생성, 기계학습 기반 고장 진단 및 SOC 예측 결과 확인
 - (드론 프로펠러) 이상치 제거, 학습데이터 불균형 해소, 기계학습 기반 프로펠러 고장진단 및 잔여 유효수명 예측 결과 확인
 - (드론 모터) 확률 기반 출력 값 차이에 따른 고장 진단 예측 결과 확인



<배터리 고장진단 및 예지 모델 결과 예>



<프로펠러 고장진단 및 잔여수명예측 결과 예>



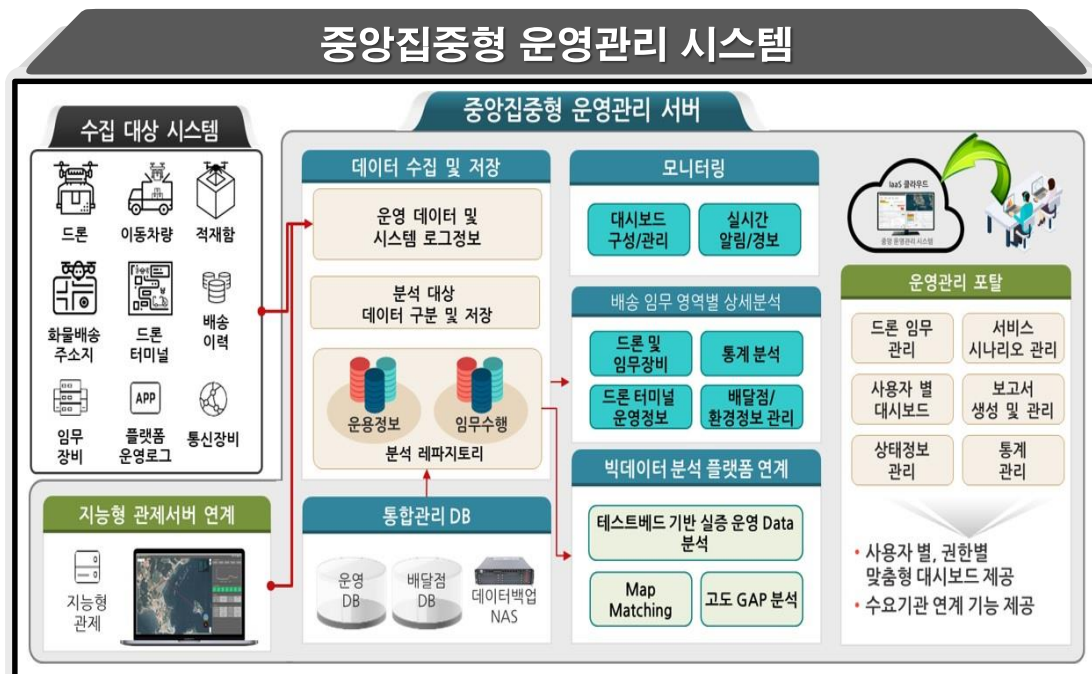
<모터 고장 모드별 진단 결과 예>

III. 드론 배송 기술 개발 및 실증 현황

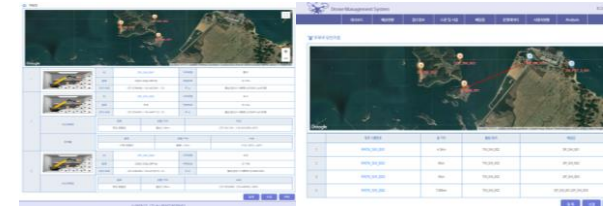
운영관리 시스템 개발

■ 중앙집중형 운영관리 시스템 개발

- 드론, 운영 이력, 드론터미널, 드론 배송항로, 환경정보 관리 등 드론 배송 서비스를 위한 중앙집중형 운영관리 시스템 개발 및 운영
- 드론 물류 플랫폼 공유를 위한 클라우드 컴퓨팅 기술 개발 및 운영
- 실증 TB 데이터 분석을 위한 빅데이터 분석 플랫폼 구축



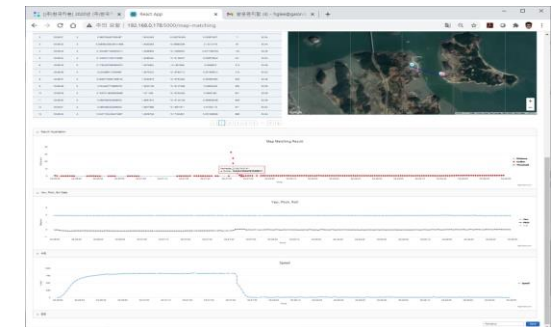
운영관리



<배달점 관리 및 배송 항로 관리>



<접수정보 관리 및 임무계획 생성>



<실증데이터 분석>

III. 드론 배송 기술 개발 및 실증 현황

테스트베드 구축 및 실증

- 차량 및 무인택배함용 도킹스테이션 개발
 - 차량 탑재용 및 무인택배함용 드론 정밀 착륙 제어 장치 개발
 - 물품 이송 제어 및 Loading/Unloading 장치 개발
- 전국 대상 운영 가능한 드론 배송 운용체계 구축 및 상용화 검증
 - 도서/산간/항구지역 선정 및 실증시설·장비 구축
 - 2019년 2곳, 2020년 4곳, 2021년 6곳, 2022년 10곳
 - 배송용 드론 시스템의 운영 안전성, 신뢰성 등의 평가 기준 개발
 - 실증시험 결과에 대한 실시간 측정 자료 수집, 분석 및 성능 보완

도킹스테이션



<차량 탑재용>



<드론터미널>



<무인택배함용 도킹스테이션>

실증



<보령, 보성, 보은, 고흥 드론 배송 실증>



<인천, 시료 드론 배송 실증>

<제주 드론 배송 실증>



<드론+로봇 협업 배송 실증>

III. 드론 배송 기술 개발 및 실증 현황

시범운영 (제주)

- 일시 : 2020.6.8
- 장소 : 제주 GS칼텍스 무수천주유소 ⇔ 화랑팬션(2.6km)
⇔ 해안초등학교(1.6km)
- 드론 배송 내용
 - ① 주문자 2명이 각각의 상품 주문을 위해 GS25 나만의 냉장고(주문어플) 어플 구동
 - 팬션 숙박객(신혼부부 가족)이 도시락/음료를 화랑팬션으로 배달 주문
 - 부모가 자녀 간식을 해안초등학교로 배달 주문
 - ② 각각의 주문자가 GS25 나만의 냉장고 어플에서 상품과 배송지를 선택
 - ③ 무수천 주유소 옆 GS25를 대상 점포로 지정 후, 어플에서 결제
 - ④ 해당 GS25 점포는 시스템에서 어플 주문을 인지하고, 상품을 점포에 준비
 - ⑤ GS25 담당자가 상품을 패키지에 담아 주유소에서 드론 2대 적재함에 각각 탑재
 - ⑥ 운영관리시스템에서 배송 요청 및 관제시스템에서 비행 승인
 - ⑦ 고도 50m 상공으로 드론 2대 자동 이륙
 - ⑧ 고도 50m를 유지하면서 배송지 2곳으로 자동 비행
 - ⑨ 배송지 2곳에 도착하여 착륙 후 GS25 상품을 꺼내서 고객에게 전달
 - ⑩ 각각의 드론이 고도 50m 상공으로 이동 후 출발지로 회귀 및 자동 착륙
 - ⑪ 배송 완료를 주문자에 통보※ 모든 배송상황은 관제차량에서 실시간 모니터링



III. 드론 배송 기술 개발 및 실증 현황

시범운영 (여수)

- 일시 : 2020.10.13
- 장소 : 여수 GS칼텍스 소호주유소 ⇒ 장도 정상(0.9km) ⇒ 장도 스튜디오(0.7km)
- 드론 배송 내용
 - ① 장도 입주 작가가 상품 주문을 위해 GS25 나만의 냉장고(주문어플) 어플 구동
 - ② 장도 입주 작가가 GS25 나만의 냉장고 어플에서 상품과 배송지 선택
 - ③ 소호 주유소 옆 GS25를 대상 점포로 지정 후, 어플에서 결제
 - ④ 해당 GS25 점포는 시스템에서 어플 주문을 인지하고, 상품을 점포에 준비
 - ⑤ GS25 담당자가 상품을 패키지에 담아 주유소에서 드론 적재함에 탑재
 - ⑥ 운영관리시스템에서 배송 요청 및 관제시스템에서 비행 승인
 - ⑦ 고도 80m 상공으로 드론 자동 이륙
 - ⑧ 고도 80m를 유지하면서 배송지로 자동 비행
 - ⑨ 1차 배송지(장도 정상)에 도착하여 배송용 로봇이 위치한 지상 2m 상공까지 수직 이동
 - ⑩ 로봇 적재함 뚜껑이 자동으로 열린 후 드론에서 상품을 적재함으로 투하
 - ⑪ 상품 투하 후 드론은 고도 80m 상공으로 이동 후 출발지로 회귀 및 자동 착륙
 - ⑫ 로봇은 2차 배송지(스튜디오)까지 4km/h 속도로 자율주행으로 이동
 - ⑬ 2차 배송지에 도착한 후 로봇 적재함이 열리면 거주자가 상품을 적재함에서 수령
 - ⑭ 배송 완료를 주문자에 통보※ 모든 배송상황은 관제차량에서 실시간 모니터링



VI. 향후 드론 물류 추진 방향

드론 물류 체계 구축 방향

- **드론 물류 신뢰성 확보 및 실증**
 - (1단계) 물류 드론 개발 기술을 적용한 도서산간 10kg급 물품 물류 드론 실증
 - (2단계) 도서산간 물류 드론 개발 기술을 활용하여 도심지 10kg급 물품 물류 드론 기술 개발 및 실증
 - (3단계) 40kg급 물품 물류 드론 기술 개발 및 실증
 - (4단계) 100kg급 이상 물품 물류 드론 기술 개발 및 실증 (승객을 위한 교통서비스를 포괄하는 UAM 산업 성공을 위한 중간단계)
- **고중량 물류 드론 실증을 위한 실사용 환경 실증 인프라(드론 station 등) 구축**
- **100% 신뢰성 보장을 위한 안전성 검증으로 Track record 확보 및 Feedback R&D를 통한 사업화 기반 확보**
- **안전하고 정확한 고중량 화물 드론 물류 운용체제 구축 및 도심지와 연계된 전국 대상 활용 범위 확대**

드론 물류 체계 구축 시 요구사항

- **국산 기체 및 부품 원천기술 개발**
 - 드론 기체 및 부품에 대한 상용화 수준의 국산 원천 기술 개발 필요(소음 저감 기술, 배터리 성능 고도화 및 안전성 확보 등)
- **드론 물류시스템 안전성 및 신뢰성 확보**
- **사용자 운영 편의성 및 경제성 확보**
- **물류 드론 관련 법·제도 마련**
 - 운송사업 관련 제도, 시설·운항·보안 기준, 도시계획·개발, 산업 생태계 조성 및 활용 촉진 근거 등 마련 필요
 - 규제특례 등을 통한 산업체 지원 필요

VI. 향후 드론 물류 추진 방향

신규 사업 기획

- 사업명 : 드론-로봇 연계 도심지 고종량 화물 멀티모달 배송 기술 개발
- 사업기간 : 2023년 4월 ~ 2026년 12월 (3년9개월)

사업목표

드론과 로봇이 연계된 도심지 고종량 화물 멀티모달 비대면 배송 운용체계 구축을 통한 Last Mile 배송 업무부하 해결, 신규시장 창출 및 세계시장 선점

■ 사업내용

- 배송업무 자동화가 가능한 드론 및 로봇이 연계된 비대면 도심지 멀티모달 Last Mile 배송 기술 개발 및 수요처 현장 실증
[드론-로봇 연계 배송 기술 개발]
 - 도심지 멀티모달 배송을 위한 임무장치 탑재 배송용 드론 및 로봇 개조
 - 배송용 로봇 엘리베이터 탑재 기술 개발
 - 배송용 드론 및 로봇 안전 제어, 이중화, 보안통신 기술 개발
 - 드론-로봇 결합 실증 데이터 분석 기술 개발
- [드론-로봇 연계 배송을 위한 실증시설 운영 및 실증]
 - 도심지 멀티모달 배송 플랫폼 구축
 - 도심지 멀티모달 배송 플랫폼 현장 실증 및 상용화

VI. 향후 드론 물류 추진 방향

신규 사업 기획

■ 연도별 주요 연구내용

연도	주요 기술개발 과제
2023년	• 드론-로봇 연계 도심지 고중량 화물 멀티모달 배송시스템 설계, 요소 기술 개발, 기존 드론·로봇을 활용한 개조 및 실증
2024년	• 드론-로봇 연계 도심지 고중량 화물 멀티모달 배송시스템 개발(드론 2대, 로봇 2대), 요소 기술 개발/적용 및 현장 실증(테스트베드 1곳 대상 100소티)
2025년	• 드론-로봇 연계 도심지 고중량 화물 멀티모달 배송시스템 추가 개발(드론 4대, 로봇 4대), 요소 기술 개선/적용 및 현장 실증(테스트베드 추가 2곳(총 3곳) 대상 150소티)
2026년	• 드론-로봇 연계 도심지 고중량 화물 멀티모달 배송시스템 추가 개발(드론 4대, 로봇 4대), 요소 기술 개선/적용 및 현장 실증(테스트베드 추가 2곳(총 5곳) 대상 250소티)

■ 성과 활용방안

- 도심지에서의 다양한 물류서비스에 적용
 - (드론 + 로봇) 도심지 내에서의 택배서비스(우체국/집하소/주유소 ⇒ 빌딩 옥상, 아파트단지 앞 등 ⇒ 사무실, 아파트 집 앞)
 - (드론) 도심지 외곽에서의 물류서비스(도심지 외곽지역 물류센터 ⇒ 집하소/주유소 등)
 - (로봇) 도심지 실외에서의 로봇 택배서비스(편의점 등 ⇒ 건물 앞 등)
 - (로봇) 도심지 실내 전용 로봇 택배서비스(건물 내 ⇒ 건물 내 사무실 등)
 - (드론) 선박으로의 선용품 드론 배송서비스(항구 선박용품 창고 ⇒ 선박)
- 다양한 수요처(택배사, 물류사, 편의점 등)를 참여시켜 도심지 멀티모달 배송 기술이 개발되는 과정에서 곧바로 활용될 수 있도록 추진

VI. 향후 드론 물류 추진 방향

무인이동체 기반 미래 물류 모습



IoT 기반 스마트 물류 플랫폼

자율주행 기반 무인이동체 물류 플랫폼

드론, 로봇, IoT, 인공지능 기반의 미래형 물류

현재 보유 기술

- 10kg 화물 탑재, 10km 비행 드론 배송 기술
- 4G 기반 실시간 배송 드론 관제 및 운영 기술
- 드론 정밀 착륙, 장애물 탐지 기술
- 사람추종형 실외 로봇 배송 기술
- 실시간 배송 로봇 관제 및 운영 기술
- 주변 장애물 탐지 기술

추가 확보 기술

- 40kg 화물 탑재, 10km 비행 드론 배송 기술
- 5G 기반 실시간 드론 원격 관제 및 운영 기술
- 장애물 충돌회피, 해킹방지 기술
- 전파 간섭 방지, 소음 최소화 기술
- 부품 이상상황 조기 검출 및 장애 대응 기술
- 실내외 자율주행 로봇 배송 기술
- 5G 기반 실시간 로봇 원격 관제 및 운영 기술
- 주변 장애물 회피, 실내 엘리베이터 이동 기술
- 드론 및 로봇 결합 실내외 배송 기술

V. 기대효과 및 추진일정

기대효과

■ 드론 시장 선점

- 급성장이 예측되는 상업용 드론시장은 기술력 확보와 함께 선제적인 운용을 통해 사업모델 발굴 및 서비스 시장 선점 가능

■ 물류산업 경쟁력 확보 및 일자리 창출

- 신개념 드론 기반 배달산업 창출로 젊은 경제활동 인구 증가, 서비스업의 활성화 등 물류산업 경쟁력 확보 및 일자리 창출
 - 드론 제조 및 배달 신규인력 등 신규 청년일자리 창출 효과 : 2028년까지 3,886명의 잠재적 신규 인력 고용 유발
- 도심지 화물배달서비스를 통해 2028년 총 3,015억원 규모의 드론 물품 배달 시장 창출
 - 도심지 택배서비스 636억원, 도심지 쿠팡서비스 2,096억원, 수도권 외곽 택배서비스 46억원, 선용품 배송 237억원 등의 시장 예측
 - (배달용 드론 수) 2024년 30대, 2025년 2,178대 소요 예측
- 드론 기술분야 국가과학기술 역량 제고, 드론산업 원천기반기술 및 산업화기술 역량의 5대 강국 진입

■ 물류 사각지대 개선

- (물류사각지대 배달서비스 향상) 물량은 적으나 운송비가 많이 발생하는 도서·산간 등에 적용 시 배달시간 단축, 인건비 절감
- (긴급 배달서비스 제공) 도서·산간지역에 물류 소외계층에 대한 대국민 서비스 품질 향상이 기대됨
 - ※ 드론터미널 구축·운영 → 긴급 화물 배달 드론, 기술 및 제도 개발 → 생필품 등을 적시·적기에 배달 가능

■ 공공부문 배달서비스 업무 간소화

- 우편물류 및 택배시장의 기존 배달 업무 프로세스 개선
 - 공공기관, 물류센터에서 배달지로 직접 배달·수집이 가능하여 업무 간소화 단계 증가, 물류비용 절감 및 서비스 품질 향상에 기여

V. 기대효과 및 추진일정

추진일정

추진내용	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
<ul style="list-style-type: none"> ● (도서·산간) 시스템 개발 및 시험·시범운영('17~'19) <ul style="list-style-type: none"> - 전남 고흥, 강원도 영월, 충남 태안 등 ● (도서·산간) 시스템 개선 및 상시 시범운영('19~'22) <ul style="list-style-type: none"> - 도서·산간 8곳 대상 월별 순차 운영 - 도서·산간 2곳 대상 월 2회 상시 운영 - 도서·산간 4곳 대상 총 100회 시험·시범운영 - 도서·산간 6곳 대상 총 300회 시험·시범운영 - 도서·산간 10곳 대상 총 600회 시험·시범운영 ● (도서·산간) 안정화 및 전국 운영 확산('21~) ● (도심지) 시스템 개발 및 상시 시범운영('23~'26) ● (도심지) 안정화 및 전국 운영 확산('25~) 	▶									
			▶							
			▶							
				▶						
					▶					
						▶				
							▶			
								▶		
									▶	
										▶



감사합니다